

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

УДК635.657:631.52 (574.2) (043.3)

На правах рукописи

X24

ХАСАНОВА ГУЛЬМИРА ЖУМАГАЛИЕВНА

**Генотипирование отечественной и мировой коллекции нута
(*Cicer arietinum* L.) по признакам устойчивости к засухе и
засолению на основе молекулярных маркеров SNP**

6D080100 – Агрономия

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Куришбаев А.К.,
доктор PhD
Шавруков Ю.Н.

Республика Казахстан
Нур-Султан, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1 Происхождение и распространение нута (<i>Cicer arietinum</i> L.)	11
1.2 Народно-хозяйственное значение нута	12
1.3 История селекции зернобобовых культур в Северном Казахстане	14
1.4 Морфологические и биологические особенности культурного нута	15
1.5 Селекция нута на устойчивость к засухе и засолению	17
1.6 Молекулярные SNP-маркеры в изучении генотипов растений и генетических ресурсов нута	22
1.7 Молекулярно-генетические исследования с использованием Amplifluor-like SNP маркеров.....	25
1.8 Идентификация генотипов нута с помощью молекулярных SNP маркеров и проведение МОС (Маркер-опосредованной селекции)	27
2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ	30
2.1 Климатическая характеристика Северного Казахстана	30
2.2 Метеорологические и почвенные условия зоны проведения исследований	31
2.3 Агротехническая характеристика опыта	34
2.4 Материалы исследований	34
2.5 Методы проведения исследований	38
3 ИЗУЧЕНИЕ СОРТООБРАЗЦОВ НУТА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ	45
3.1 Сравнительный анализ и отбор хозяйственно ценных сортобразцов нута	46
3.2 Оценка коллекции нута на устойчивость к засухе лабораторными методами и в полевых условиях	54
3.3 Оценка коллекции нута на солеустойчивость в лабораторных условиях.....	58
4 СОЗДАНИЕ И АНАЛИЗ НОВЫХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ НУТА	64
5 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ SNP МАРКЕРОВ	70
5.1 Разработка и применение молекулярного SNP маркера КАТУ-С22 для анализа гена <i>CaRabC</i>	70
5.1.1 Разработка праймеров и создание SNP маркера КАТУ-С22...	70
5.1.2 Генотипирование коллекции нута различного эколого-	73

	географического происхождения с применением КАТУ-C22	
5.1.3	Анализ экспрессии гена <i>CaRabC</i> на образцах нута	76
5.2	Экспрессия генов семейства <i>CaRab-GTP</i> в ответ на засоление и изучение накопления ионов Na^+	78
5.3	Разработка и применение молекулярного SNP маркера КАТУ-C19 для анализа гена <i>CaMYB1</i>	84
5.3.1	Разработка праймеров для SNP маркера КАТУ-C19	84
5.3.2	Генотипирование коллекции нута различного эколого-географического происхождения с применением КАТУ-C19	86
5.3.3	Анализ экспрессии гена <i>CaMYB1</i> на образцах нута	88
5.4	Разработка и применение молекулярного SNP маркера КАТУ-C21 для анализа гена <i>CaZnf_CCHC</i>	89
5.4.1	Разработка праймеров для SNP маркера КАТУ-C21	89
5.4.2	Генотипирование коллекции нута различного эколого-географического происхождения с применением КАТУ-C21	91
5.4.3	Анализ экспрессии гена <i>CaZnf_CCHC</i> на образцах нута	92
5.5	Маркер-опосредованная селекция с применением SNP маркера КАТУ-C21 на гибридных популяциях (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945)	93
5.6	Изучение взаимодействия "генотип × среда" (Г×С) в гибридных популяциях скрещиваний (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945)	103
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
	РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ	108
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	109
	ПРИЛОЖЕНИЯ	126

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы следующие стандарты:

ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

ГОСТ СТ РК 1564-2006. Определение основных показателей качества зерна.

ГОСТ 10846–91. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка.

ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины и определения, применяемые в данной диссертации:

Генотипирование – порядок идентификации генотипов, генотип – это набор генов определенного организма.

Гибридизация – скрещивание между собой двух или большего числа используемых генетически различных родительских форм.

Засухоустойчивость – способность растений переносить периоды значительного обезвоживания и выживать при сильной засухе с наименьшим снижением урожайности.

Коллекция – систематизированное собрание генотипов, несущих наиболее ценные и полиморфные гены.

Маркер-опосредованная селекция (МОС) – метод использования молекулярных маркеров в селекции.

Молекулярно-генетические маркеры (ДНК-маркеры) – метод исследования, основанный на генетическом полиморфизме. Применяется для изучения конкретных генов при сравнении различных генотипов, сортов или селекционных линий на уровне последовательности нуклеотидов ДНК.

Однонуклеотидный полиморфизм (Single nucleotide polymorphism, SNP) – последовательность ДНК, в которой существуют различия по одному нуклеотиду.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – метод молекулярной биологии, при котором возможно экспериментальное увеличение (амплификация) единичных фрагментов ДНК до значительных объемов (числа копий) в изучаемом биологическом материале.

Праймер – короткая последовательность олигонуклеотида (обычно, 18-25 п.н.), используемая в полимеразной цепной реакции.

Секвенирование – определение нуклеотидной последовательности ДНК для получения структуры гена с помощью специального прибора.

Сорт – группа культурных растений, полученная в результате селекции и обладающая определенным набором характеристик, который отличает данную группу растений от других растений того же вида.

Солеустойчивость (толерантность) – устойчивость растений к повышенной концентрации соли в почве или в растворе, при котором угнетение процессов роста и развития растений происходит в течение всего онтогенеза.

Технология маркеров Amplifluor-like SNP (Amplification with fluorescence) – современная автоматизированная система для генотипирования, с применением полимеразной цепной реакции со специально разработанными специфическими праймерами и пробами с флуоресцентными метками.

Фенотип растений – совокупность всех признаков растений, сформировавшихся на основе генотипа при взаимодействии с условиями внешней среды.

Экспрессия гена – преобразование наследственной информации от гена в функциональный продукт – рибонуклеиновую кислоту (РНК) или белок.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Amplifluor	Amplification with fluorescence. Технологическая платформа, позволяющая одновременно проводить аллель-специфичную ПЦР и обнаруживать генетический полиморфизм
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (Международный Центр Аридного Земледелия)
ICRISAT	International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (Международный научно-исследовательский институт по изучению культур полуаридных тропических зон)
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций)
SNP	Single nucleotide polymorphism, полиморфизм по единственному нуклеотиду
АПК	Агропромышленный комплекс
ВИЗР	Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
ВИР	Всероссийский Институт Растениеводства им. Н.И. Вавилова
ВНИИЗБиК	Всероссийский НИИ зернобобовых и крупяных культур
ДНК	Дезоксирибонуклеиновая кислота
КАТУ	Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
ККСОН	Комитет по контролю в сфере образования и науки
КСХОС	Карагандинская сельскохозяйственная опытная станция им. А.Ф. Христенко
МОН РК	Министерство образования и науки Республики Казахстан
НИПСБ	Научно-исследовательская платформа сельскохозяйственной биологии
НПЦЗХ	Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева
ООН	Организация объединенных наций
ПЦР	Полимеразная цепная реакция
ПЦФ	Программно-целевое финансирование
РНК	Рибонуклеиновая кислота
СибНИИСХ	Сибирский НИИ сельского хозяйства
ст.	Стандартный сорт
♀	Материнская форма
♂	Отцовская форма
ГТК	Гидротермический коэффициент
ср.мн.	Среднепогодные данные
F _n	гибридные поколения
г/м ² ; см; %;	Единицы измерения по системе СИ, их производные и внесистемные единицы по ГОСТ 8.417
мм; м; м ² ; °С;	
шт.; г; га; ц/га	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Президент Республики Казахстан в своей стратегии «Казахстан-2050» рассматривает продовольственную безопасность как глобальный вызов XXI века [1]. Этому способствуют высокие темпы роста населения планеты. Глава государства отметил, что территория РК позволяет производить качественную сельскохозяйственную продукцию и это дает огромные возможности для решения данной проблемы [1]. В этой связи разработаны стратегические планы развития АПК для повышения конкурентоспособности на основе внедрения отечественных научных исследований и трансферта зарубежных технологий [2].

В разных странах в условиях засушливого земледелия одной из наиболее перспективных зернобобовых культур является нут (*Cicer arietinum* L.). Обладая самой высокой устойчивостью к засухе и жаре среди бобовых культур, нут может значительно стабилизировать производство высокобелковых семян и повысить устойчивость всей агросистемы. Благодаря мощной корневой системе и экономичному расходованию влаги, нут наиболее приспособлен для выращивания в регионах, которые страдают от частых засух в летний период. Это одна из бобовых культур, наиболее устойчивых к засухе, способная давать устойчивые урожаи в засушливых и жарких условиях. Об этом в своих работах неоднократно отмечали многие исследователи [3-5].

Являясь одним из лучших предшественников, нут имеет большое агротехническое значение, как восстановитель и улучшитель почвы. В симбиозе с азотфиксирующими бактериями растения нута усваивают большое количество атмосферного азота, которое крайне необходимо для последующих культур в севообороте и способствуют накоплению его в почве. Нут практически не имеет общих болезней и вредителей со злаковыми культурами, которыми, как правило, насыщены зерновые севообороты. Кроме того, в таких севооборотах обычной проблемой являются злаковые сорняки. В связи с тем, что нут не является злаком, его включение в севообороты позволяет более эффективно бороться с однолетними и многолетними злаковыми сорняками. По питательной ценности семян нут превосходит все другие зернобобовые культуры [6, 7].

Учитывая растущий спрос на семена бобовых растений, необходимо создавать новые улучшенные сорта с применением современных методов маркер-опосредованной селекции для более детального анализа генетической основы получаемых сортов. При этом подбор исходного материала для скрещиваний с последующим анализом гибридных линий и новых сортов проходит с применением ДНК-маркеров. При сравнении с традиционными методами селекции, вовлечение в селекционный процесс современного метода ДНК-маркирования хозяйственно ценных признаков обеспечивает высокую эффективность, экономичность и возможность получения новых сортов и гибридов за максимально короткий срок [8].

Важно отметить, что во всем мире генотипирование и молекулярное маркирование хозяйственно ценных признаков растений используют как

новейшие инструменты, которые в значительной степени сокращают процесс выведения нового сорта. Достижения современной сельскохозяйственной биотехнологии дают возможность селекционерам более оперативно откликаться на нужды различных отраслей сельского хозяйства. Для успешного развития селекции в Северном Казахстане очень важно применение современных молекулярно-генетических технологий в области создания засухоустойчивых высокопродуктивных сортов.

Цель исследований. Создание в Северном Казахстане засухоустойчивых и солеустойчивых форм нута с применением метода генотипирования отечественной и мировой коллекции нута на основе молекулярных маркеров SNP.

Задачи исследований:

- изучить коллекционные сортообразцы нута различного эколого-географического происхождения;
- выделить источники хозяйственно ценных признаков для использования их в селекции в качестве исходного материала;
- создать базу данных SNP-маркеров, связанных с потенциальными генами-кандидатами, контролирующими признаки засухоустойчивости и солеустойчивости для нута;
- изучить наследуемость хозяйственно ценных признаков нового гибридного материала;
- выделить формы нута, устойчивые к засухе и засолению методом генотипирования на основе SNP-маркеров.

Новизна исследований. Впервые в селекционной практике Северного Казахстана получены засухоустойчивые и солеустойчивые формы нута с помощью классической селекции с применением молекулярно-генетических методов. С использованием метода генотипирования на основе новых разработанных молекулярных ‘Amplifluor - like SNP’ маркеров выделены засухоустойчивые и солеустойчивые сортообразцы и константные линии нута.

Теоретическая значимость исследований. Разработаны ‘Amplifluor-like SNP’ маркеры KATY-C22, KATY-C19 и KATY-C21 для оценки молекулярно-генетического полиморфизма и экспрессии выделенных генов-кандидатов, контролирующих: Транскрипционный фактор *CaRab-GTP*; Регулятор транскрипции *CaMYB1*; и Регуляторный ядерный фактор *CaZnf_CCHC*, соответственно. Проведено первое в практической селекции Северного Казахстана генотипирование образцов отечественной и мировой коллекции нута различного происхождения и их гибридов с применением молекулярных маркеров SNP. Данную работу можно использовать в качестве рекомендаций по выведению сортов традиционными методами селекции с использованием методов молекулярной биологии и генетики, а также как методическое пособие для студентов, обучающихся по селекционным дисциплинам.

Личный вклад соискателя. В ходе научной работы соискатель изучил и проанализировал значительное количество теоретических и практических источников, необходимых для проведения исследований. Диссертация является результатом непосредственного участия и профессиональной деятельности

соискателя в научных исследованиях, включая: составление планов, подготовительные работы, закладка полевых опытов, фенологические наблюдения, сопутствующие анализы (полевые и лабораторные методы определения засухоустойчивости и солеустойчивости), гибридизация, уборка, структурный анализ снопового материала, дизайн праймеров, проведение генотипирования и секвенирования, анализ экспрессии генов, статистическая обработка данных, обобщение результатов исследований, написание и оформление научных статей, внедрение результатов изучения в практическую селекцию. Написание текста диссертации соискатель выполнил самостоятельно.

Практическая значимость исследований. В результате данной работы на основе комплексной оценки полевых испытаний в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана и лабораторных исследований выделены источники ценных признаков - сортообразцы нута устойчивые к засухе и засолению. С помощью использования методов генотипирования на основе молекулярно-генетических SNP-маркеров созданы засухоустойчивые и солеустойчивые константные линии нута.

Апробация результатов работы. Основные результаты диссертации опубликованы в 9 научных работах, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ККСОН МОН РК:

- Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (Нур-Султан, 2019);

- Журнал «Ізденістер, нәтижелер. – Исследования. Результаты» Казахского национального аграрного университета (Алматы, 2020. №2);

- Многопрофильный научный журнал: 3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация (Костанай: КГУ им. А. Байтурсынова, 2020. №3).

3 публикации в материалах Международных научно-практических конференций:

- The 11 International Conference on Bioinformatic of Genome Regulation and Structure BGRS\SB-2018 (Novosibirsk, 2018 – August 20-25, 2018);

- 5-ая Международная конференция PlantGen2019 «Генетика, геномика, биоинформатика и биотехнология растений» (Новосибирск, 24-29 июня 2019 г.);

- Международная научно-практическая конференция «Модернизация агропромышленного комплекса и устойчивое развитие сельских территорий», посвященная 40-летию аграрно-технического образования и юбилею Аграрно-экономического института им. С.Садвакасова Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова (Кокшетау; 2019 – 29 ноября).

Опубликованы 3 статьи в международных изданиях, входящих в базу данных «Web of Science» (Thomson Reuters) и «Scopus» (Elsevier):

- BMC Plant Biology (Великобритания, 2017);

- Frontiers in Genetics (Швейцария, 2019);

- BMC Plant Biology (Великобритания, 2020).

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1 Получение исходного материала нута для селекционной практики

Северного Казахстана на основании комплексного изучения коллекции нута.

2 Разработка и анализ SNP-маркеров для исследования генов, регулирующих молекулярные механизмы при адаптации растений нута к засухе и засолению.

3 Создание перспективных засухоустойчивых и солеустойчивых форм нута с применением метода генотипирования по изученным SNP-маркерам.

Исследования проводили в соответствии с Государственными тематическими планами: в период 2016-2017 гг. в рамках Государственного заказа Министерства образования РК, номер Государственной регистрации: 0115РК02754, по заданию «Внедрение современных зарубежных технологий молекулярной биологии и генетики в селекционный процесс сельскохозяйственных культур с целью создания принципиально новых высокоурожайных засухоустойчивых сортов для засушливого климата Северного Казахстана»; в период 2018-2020 гг. в рамках научно-технической программы фундаментальных и прикладных научных исследований, номер Государственной регистрации: 0118РК01141 по заданию: «Применение достижений молекулярной генетики для создания новых высокопродуктивных селекционных линий мягкой пшеницы, ячменя, нута, адаптированных к климатическим условиям Северного и Центрального Казахстана». Научную работу выполняли в лабораторных и полевых условиях. Закладку полевых опытов и проведение вегетативных экспериментов проводили на базе полевого стационара КАТУ им. С.Сейфуллина, КХ «Нива» Акмолинской области и в «Фитотроне» агрономического факультета КАТУ им. С.Сейфуллина. Молекулярно-генетические исследования проводили в лабораториях научно-исследовательской платформы сельскохозяйственной биотехнологии (НИПСБ) КАТУ им. С.Сейфуллина и в Университете Флиндерса (Аделаида, Австралия).

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 125 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 разделов, 22 подразделов, заключения, рекомендаций для практической селекции, списка литературы, и включает 24 таблицы, 35 рисунков и 12 приложений. Список использованных источников содержит 269 наименований, в том числе 130 на иностранных языках.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Происхождение и распространение нута (*Cicer arietinum* L.)

Нут (*Cicer arietinum* L.) представляет одну из основных зернобобовых культур и играет жизненно важную роль в мировом сельском хозяйстве. Этот вид растений известен с древних времен, археологи находили семена нута в раскопках, датированных почти 5,5 тыс. лет до нашей эры [9]. В других раскопках в Палестине были найдены остатки семян нута примерно 2-х тысяч лет до нашей эры [10]. По мнению ученых на раннее введение нута в агрокультуру указывает признак нерастрескиваемости бобов, что является результатом длительного отбора примитивными методами.

Растения нута возделывали еще древние арийцы, это подтверждают сохранившиеся до наших времен названия нута на санскритском языке – *сапакан* [11]. Во времена Гомера семена нута называли *Krios*, из-за наличия вытянутого носика, напоминающего голову барана. В древние времена семена нута широко использовали в лечебных целях. Так, Авиценна в первом тысячелетии изучал лечебные свойства семян нута и подробно изложил эти сведения в своем трактате «Канон врачебной науки» [12].

Ученые описывают различные версии происхождения нута, введенного в агрокультуру. По одной из версии, нут культурный произошел из дикого вида со своим собственным ареалом обитания. По версии известного ученого М.Г. Попова, нут с самого начала был культурным видом растений, его получили при скрещивании перисто-расщепленного вида (*Cicer pinnatifidum*) с другим неизвестным видом того же рода [13]. В процессе расщепления такого гибрида по всей видимости появились формы очень близкие к культурному. Эту версию подтверждает найденный в Хакаской АО бесплодный мутант, который относится к перисто-расщепленному нуту [14]. Такие же формы дикого нута в настоящее время произрастают в Ираке, Иране, Израиле и Сирии [15]. Все эти версии и находки указывают на участие перисто-расщепленного вида в создании культурного нута [16].

Центр происхождения нута культурного (*Cicer arietinum* L.) – область между юго-восточной Турцией и прилегающим районом Сирии, где произрастает его дикий предок – *Cicer reticulatum*. С Ближнего Востока нут распространялся в двух направлениях – в сторону европейских стран на западе, а на востоке – до Индии и позднее в Мьянму [17, 18]. По мнению Н.И. Вавилова [19] юго-западная Азия и Средиземноморье являются первичными, а Эфиопия – вторичным центром происхождения нута. В тоже время, И.В. Сеферова считает, что культурный нут произошел из Западной Азии, где и в наше время растут близкородственные дикие формы однолетнего нута, например *Cicer bijugum* [20]. Ареал распространения нута с Востока на Запад показывает общее уменьшение числа разновидностей, а также снижение процента форм нута с мелкими, ребристыми и темноокрашенными семенами, вместе с увеличением доли форм нута с крупными, округлой формы и светлоокрашенными семенами.

Нут является одной из основных засухоустойчивых зернобобовых культур [21]. Это способствовало его распространению в засушливых районах

юга Европы и Америки, Азии, Африки и США. Международные центры ICARDA (Ливан) и ICRISAT (Индия) проводят ежегодные конференции по работе с зернобобовыми культурами, а сотрудники дают необходимые рекомендации по выращиванию нута, предлагают свою помощь по борьбе с вредителями и болезнями. Во всем мире нут является второй по урожайности зернобобовой культурой после фасоли [22]. По данным FAOSTAT (2012), нут выращивается в 54 странах, из которых почти 90% относится к развивающимся странам. Важно отметить, что почти 80% производства семян нута в мире приходится на Южную и Юго-Восточную Азию. В этом регионе, на Индию приходится 68% мирового производства семян нута, которая лидирует в мире по производству этой культуры. За ней, среди крупнейших производителей следуют Австралия (60%), Турция (47%), Мьянма (42%) и Эфиопия (35%) [23]. В Африке (Тунис, Алжир), Америке (Колумбия, Чили) и в Европе (Греция, Испания, Португалия) посевы нута занимают относительно небольшие площади [24].

Мировое производство нута оценивается в 11,3 млн. тонн с площади 12,14 млн. га, при средней урожайности 931 кг/га (FAOSTAT 2012). За последние 10 лет произошло заметное увеличение посевов нута. Урожайность нута неуклонно растет с 1961 года и имеет тенденцию к ежегодному увеличению на 6 кг/га. С 1961 по 2013 годы посевные площади увеличились с 8,9 млн. га до 13,5 млн.га. [25]. В Индии нут возглавляет список бобовых культур и возделывается на 8,32 млн. га, производя в общей сложности 7,70 млн. тонн со средней урожайностью 925,5 кг/га (FAOSTAT 2012).

В Республике Казахстан посевы нута занимают 102,8 тыс. га [26] и постоянно увеличиваются. В засушливых степях Западного Казахстана урожайность семян нута сорта Юбилейный, принятого в качестве стандарта, в отдельные годы достигает до 1,5 т/га [27]. На Севере Казахстана в условиях засушливой степи растения нута могут формировать урожайность семян 1,3-1,4 т/га [28], а в сухостепной зоне северо-восточного Казахстана урожайность нута составляет 1,2-1,4 т/га семян [29]. В Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете в результате 5-ти лет исследований в зернопаровом севообороте урожайность нута на 0,5 т/га превысила такие культуры как ячмень, просо и пшеница, составив 1,08 т/га, а в отдельные годы растения нута по урожайности могли достигать до 2 т/га [30].

1.2 Народно-хозяйственное значение нута

Использование нута (*Cicer arietinum* L.) в сельском хозяйстве имеет пять важных областей: (1) Продовольственная безопасность; (2) Полноценное и сбалансированное питание; (3) Медицинские цели; (4) Высококачественные корма; и (5) Повышение плодородия почв.

Главное назначение нута – продовольственное. Муку из семян нута используют в детском питании, в чистом виде или в молочных смесях. При добавлении 10-20% нутовой муки к пшеничной, резко увеличивается качество продуктов. Нут также широко используют в качестве сырья для консервирования и пищевой промышленности, а также в кормовых целях для

животных [31]. Семена нута являются ценным источником энергии и растительного белка, содержат полезные для здоровья витамины, белки, минералы и клетчатку. По аминокислотному составу белок из семян нута является наиболее сбалансированным, а содержание углеводов – в несколько раз больше, чем в соевом шроте, что делает его более доступной альтернативой белку животного происхождения [32]. В отличие от гороха, семена нута практически не содержат антипитательных компонентов, а по составу незаменимых аминокислот – метионину и триптофану – превосходит все остальные зернобобовые культуры [6].

Семена нута содержат много питательных веществ, в том числе белки (18-30%), углеводы (48-56%), жиры (4-8 %), клетчатку (3,5-5%) и золы (2,8-3,7%). Более конкретно, содержание белка в семенах сортов нута, районированных в Северном Казахстане, остается на высоком уровне – от 24 до 27% [33]. Дополнительно, в семенах нута в среднем содержится 0,4 мг тиамина, 0,3 мг рибофлавина, 2,5 мг никотиновой кислоты и от 2,2 мг до 20 мг витамина С. Листья нута содержат щавелевую, лимонную и яблочную кислоты [34-35]. Использование семян нута в кулинарии чрезвычайно разнообразно. Во многих странах земного шара, семена нута составляют важную часть повседневного рациона. Семена нута входят в состав самых различных национальных блюд у многих народов. Их используют в пищу как в жареном, так и в вареном виде, при приготовлении первых и вторых блюд и гарниров, а также для выпечки кондитерских изделий. Из жареных семян готовят брикеты с изюмом и орехами.

Переваримость питательных веществ нута очень высокая и составляет от 87 до 97% [36]. Питательная ценность нута в среднем составляет 329 Ккал на 100 г массы тела, что превышает питательную ценность семян гороха на 26 Ккал [37]. Данные по питательной ценности семян нута описаны в многочисленных публикациях [38-40].

В зерне нута содержится много важных минеральных солей: в 100 г зерна содержится железа и калия – по 291 мг, фосфора – 168 мг, кальция – 49 мг, магния – 48 мг, цинка – 1,53 мг; а также витамины: групп А – 1 мг, В1 – 0,116 мг, В2 – 0,063 мг, В3 – 0,526 мг, В5 – 0,286 мг, В6 – 0,139 мг, В9 – 172 мг, С – 1,3 мг, Е – 0,35 мг и К – 4 мг. Среди бобовых культур нут занимает лидирующее положение по содержанию селена.

Наличие щавелевой и яблочной кислоты в листьях и стеблях растений нута способствовало их применению в народной медицине, как средство от кожных болезней и при появлении камней в почках. Грибковые болезни лечат с помощью нутового масла, а муку из семян нута используют при лечении некоторых форм онкологии. Растения нута применяют при лечении мочеполовой системы, при бронхите и простуде, для заживления порезов и удаления бородок [41, 38]. Диетические свойства продуктов из семян нута особенно важны и рекомендованы для употребления при заболеваниях сахарным диабетом [42].

Способность растений нута к симбиозу с клубеньковыми бактериями имеет огромное значение для системы адаптивного земледелия, которое более

ориентировано на применение естественных биологических и экологически-чистых процессов в сельском хозяйстве. Расширение посевов зернобобовых культур позволяет решить проблему повышения плодородия почв и получения сбалансированных зеленых кормов [43]. Отмечено, что добавление зеленой массы и семян нута в рацион животных улучшает качество кормов, а сами животные – меньше болеют и быстрее выздоравливают. Семена нута для корма добавляют в виде муки, в дробленном или необработанном виде. На 100 кг зерна нута приходится 122 кормовых единицы и 19 кг перевариваемого белка [28]. Сравнительная оценка питательности кормовых сортов гороха и нута показала, что содержание белка было выше в семенах гороха, но по содержанию жира лидировал нут. Дополнительно, концентрация кальция и фосфора в семенах нута была выше на 0,1%, по содержанию клетчатки и сахара – на 1,4 и 0,8%, соответственно, а количество крахмалосодержащих веществ в семенах нута превышало содержание их у гороха на 3,8% [44]. При использовании в качестве кормов зеленой массы нута в фазу образования и налива зерна, животные ежедневно прибавляли по 130-200 г в весе, так как такие корма по питательной ценности близки к концентрированным [45].

Для повышения плодородия почв посевы нута являются наилучшими предшественниками в севообороте для многих сельскохозяйственных культур, так как улучшается баланса азота и доступных форм фосфорных соединений в почве. Осенью после уборки урожая нута, пожнивные остатки незначительны и поэтому упрощается процесс подготовки почвы для нового посева. В засушливый период использование посевов нута в качестве предшественника не уступает черному пару [36].

Зерно нута востребовано на мировом рынке и это повышает интерес к данной культуре. Такие страны, как Сирия, Турция и Мексика, в основном производят и поставляют разновидность нута 'Kabuli', а Австралия и Индия – разновидность нута 'Desi' [46]. Спрос на производство семян нута растет вместе с коммерческими ценами. Будучи экономически очень выгодной культурой, выращивание нута полностью себя оправдывает даже при урожайности семян 6,5 ц/га, но при высокой агротехнике можно получать до 20 ц/га [47]. Для выращивания нута не нужна специальная техника, а можно использовать обычную, используемую для зерновых культур [48].

1.3 История селекции зернобобовых культур в Северном Казахстане

Селекцию зернобобовых культур в Казахстане ранее вели на Шортандинской и Карагандинской сельскохозяйственных опытных станциях. Работа в основном была направлена на выведение сортов для продовольственного использования [49]. В результате вывели два сорта нута - Зеленозерный и Краснозерный, но в Государственное сортоиспытание они были переданы только в 1959 году.

В лаборатории по изучению зернобобовых культур Казахского научно-исследовательского института зернового хозяйства в 1958-1959 гг. проводили испытания различных видов бобовых культур для выведения, размножения и внедрения в производственный процесс новых сортов нута. Ввели отбор

высокоурожайных селекционных линий, с повышенным содержанием белка, а также устойчивых к болезням и вредителям. Однако суровые климатические условия Северного Казахстана влияли на районирование сортов нута. Рекомендуемые сорта недостаточно отвечали природно-хозяйственным требованиям. Например, сорт нута Кинельский 17 во влажные годы имел длительный вегетационный период, и семена не успевали вызреть. В связи с этим одной из главных задач лаборатории было выведение, размножение и внедрение новых сортов с повышенной урожайностью, адаптированных к условиям Северного Казахстана [50].

Масштабное распространение зернобобовых культур в Целинном крае началось только с 1960 г., и на тот момент не было ни одного районированного сорта местной селекции. В течение шести последующих лет (1960-1965 гг.) было детально изучено 408 сортообразцов, из них – 62 нута. Для селекционной работы привлекали сорта отечественной и зарубежной селекции. В работе применяли простые и сложные скрещивания, основанные на методе внутривидовой гибридизации, с последующим отбором выделившихся гибридных растений и их потомств. Были отобраны высокоурожайные представители экологических групп, наиболее устойчивые к аскохитозу.

В дальнейшем селекционная работа во ВНИИЗХ была направлена только на зерновые для условий степной зоны Северного Казахстана и исследования по селекции зернобобовых культур прекратили. Только в 1999 г. исследования по нуту возобновили, для чего открыли лабораторию генофонда зернобобовых культур. Цель этих исследований состояла в сборе, формировании генетических ресурсов зернобобовых культур и всестороннем изучении коллекций для обнаружения образцов с комплексом хозяйственно ценных признаков. Материалом для работы послужили питомники Международного центра ИКАРДА, образцы мировой коллекции ВИР и селекционный материал из Институтов СибНИИСХ и ВНИИЗБиК. В качестве стандарта использовали сорт Краснокутский 123, допущенный к возделыванию в 1986 г. За 5 лет были изучены 365 линий и сортов, проведена оценка урожая и качества семян, содержания белка, устойчивости к полеганию и осыпанию. В результате данных испытаний нут показал себя как наиболее технологичная культура, имеющая высокие потенциальные возможности в Северном Казахстане [51].

1.4 Морфологические и биологические особенности культурного нута

Растения нута относятся к семейству бобовых (Fabaceae Lindl.), подсемейству Papilionaceae, трибы Cicereae Alef. и роду *Cicer* L. Латинское название «*Cicer*» происходит от греческого слова «Kikus», что в переводе означает «сила, мощь» [52]. Род *Cicer* содержит 43 вида, из них 9 однолетних и 34 многолетних. Большинство видов рода *Cicer* являются диплоидами с числом хромосом $2n=2x=16$ и геномом, размер которого составляет около 740 Mb [53].

В настоящее время с целью отражения всего полиморфизма растений в роде *Cicer* выделяют пять эколого-географических групп (экотипов) и один сортотип [54]: индийский (мелкосемянный, куст раскидистый, побеги 25-55 см, вегетационный период 71-82 дня), восточноафриканский (семена различной

формы и окраски, вегетационный период 4-6 месяцев), азиатский (засухоустойчивый, раскидистый куст высотой 40-55 см, вегетационный период 80-82 дня), средиземноморский (преобладают формы с округлыми крупными бело-желтыми семенами, 9-13 мм), восточноевропейский (бело-желтые семена, куст прямостоячий 45-79 см, вегетационный период 77-85 дней) и штамбовый сортотип (куст прямостоячий с побегами длиной от 70 до 80 см) [54].

Нут культурный (*Cicer arietinum* L.) – однолетняя зернобобовая культура. В отличие от других бобовых, нут более засухоустойчив, благодаря глубокому расположению стержневой корневой системы. Главный корень проникает в почву на глубину до 1 м. Это позволяет растению лучше использовать питательные вещества из нижних слоев почвы, особенно при условии доступности грунтовых вод [55, 56]. В отличие от злаковых растений, корни нута имеют более редкую и глубокую корневую сеть, хорошую способность преодолевать механические препятствия. Для корневой системы нута благоприятна почва с плотностью 1,1-1,2 г/см³, поэтому он хорошо отзывается на глубокую обработку почвы [57]. На корнях растений нута образуются клубеньки с азотфиксирующими бактериями [58].

Стебель прямостоячий, ребристый, разветвленный, компактной или раскидистой формы. Листья, стебель и створки бобов покрыты железистыми волосками, что предохраняет растение от поражения вредителями. Плод – боб овальный, вздутый, длиной 1,2-3,5 см, растрескивается слабо или совсем не растрескивается, в благоприятных условиях созревает за 7-10 дней. Количество семян в бобе бывает от 1 до 3-х [54]. По размеру и весу семян растения нута разделяют на три группы: мелкосемянные (длиной 4-6 мм и массой 1000 семян меньше 200 г.), среднесемянные (7-8 мм, масса 1000 семян 200-300 г) и крупносемянные (9-10 мм, масса 1000 семян – более 300 г) [59, 60].

Существуют два основных экотипа нута: (1) «Дези» (Desi) – с мелкими (масса 1000 семян 200 г), сморщенными семенами угловатой формы с темной окраской и толстой семенной оболочкой, стебель и листья могут иметь антоциановую окраску; (2) «Кабули» (Kabuli) – со средними и крупными светлыми семенами (масса 1000 семян 300-500 г), округлой формы с тонкой семенной оболочкой, без антоциановой окраски [61]. Примерно 75% площадей нута в мире используется для выращивания нута экотипа Дези и оставшиеся 25% нута – экотипа Кабули [62].

Нут хорошо приспособлен к экстремальным погодным условиям засушливых регионов с резко континентальным климатом, обладает чрезвычайно высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью. В тканях растения осмотическое давление клеточного сока очень высокое и содержится большое количество связанной воды, которая улучшает устойчивость к завяданию. В Северном Казахстане нут, в отличие от других культур, может продолжать вегетацию даже при относительной влажности воздуха 25-33% [63]. Это связано с интенсивным испарением воды через устьица, как защитный механизм растения от перегрева. Наличие железистой опушенности стеблей и листьев, а также высокое содержание органических кислот в них препятствует расходу влаги и создает благоприятный микроклимат растения [64].

Нут засухоустойчив, но, вместе с тем, сильно отзывчив на орошение, особенно в период цветения. В.А. Винокуров считает, что при влажности воздуха 60-65% завязывается до 100% семян во всех цветках. Этим можно объяснить резкое колебание урожайности по годам в тех районах Северного Казахстана, где в отдельные годы в июне месяце выпадает максимальное количество осадков в течение 10 и более дней. Однако, в условиях длительной дождливой погоды нут поражается аскохитозом, цветение задерживается, завязи опадают, что отрицательно сказывается на урожае семян [65].

Нут требователен к теплу в фазу цветение-плодообразование. В это время растения нута хорошо развиваются при температуре воздуха не ниже +20°C. Способность к завязыванию бобов и образованию семян снижается при более низких температурах [66]. Дожди и низкие положительные температуры воздуха во время цветения и оплодотворения способствуют опадению неразвитых бутонов, удлиняется период вегетации и урожайность резко снижается [67]. При температуре воздуха 16-18°C и температуре почвы 8-10°C всходы появляются на 9-10-й день. Растения нута не требовательны к почвам, по сравнению с другими зерновыми бобовыми культурами [68].

Растения нута не выносят семядоли на поверхности, и это дает возможность глубокой заделки семян в почву. В результате образуются высокопродуктивные растения с мощными и глубоко проникающими в почву корнями [69]. Нут имеет способность усваивать атмосферный азот, а значит, обогащать им почву. При наличии подходящих бактерий в почве и благоприятных условий для их развития формируется достаточное количество клубеньков [70]. В севообороте главным показателем повышения урожайности последующей культуры является степень образования клубеньков у нута-предшественника. Поэтому нут является очень хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Использование нута в роли предшественника для озимой пшеницы повышает урожайность и качество зерна, улучшает влагообеспеченность растений пшеницы и снижает риск заболеваемости фузариозом [71].

1.5 Селекция нута на устойчивость к засухе и засолению

Численность населения в мире постоянно растет, и в этой связи возникает потребность производить больше продуктов питания [72]. Однако влияние абиотических стрессов ставит под угрозу развитие растениеводства и причиняет большой ущерб урожаю на значительных площадях посевов сельскохозяйственных культур [73]. Динамика изменения климата в Казахстане в значительной степени повторяет динамику изменения глобального климата и может иметь тяжелые последствия для развития сельского хозяйства [74]. По данным экспертов, изменение климата при повышении уровня мирового океана может привести к неблагоприятным последствиям. В результате исследований казахстанские специалисты также подтверждают, что при повышении температуры на 2-3°C селевая активность увеличивается в десятки раз [75]. Загрязнение окружающей среды, деградация пахотных земель способствуют появлению новых рас и биотипов патогенов и вредителей. Данные об

устойчивости растений к губительным условиям внешней среды основываются на знании их экологии [76]. Учитывая непредсказуемость возникновения абиотических стрессов, создание сортов, устойчивых к неблагоприятным факторам остается сложной задачей. Таким образом, повышение устойчивости растений нута к абиотическим стрессам и увеличение их урожайности представляет важную цель для селекционеров и ученых в области растениеводства в РК.

Селекция растений, в сочетании с другими сельскохозяйственными технологиями, добилась значительного прогресса в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Внутривидовая гибридизация выступает в качестве метода создания исходного материала, родительские формы для гибридизации подбирают по нескольким принципам. У нута, с целью сохранения сложившегося баланса генов у засухоустойчивых сортов, проводят скрещивания между близкими биотипами, одновременно с отбором трансгрессивных форм. Подбор стрессоустойчивых сортообразцов является одним из способов уменьшения неблагоприятного воздействия. Вместе с тем, вовлечение в процесс гибридизации эколого-географически удаленных форм увеличивает шансы передачи сортам генов, контролирующей устойчивость к стрессам и повышающих специфический гомеостаз растений [77]. Дополнительно, одним из способов улучшения урожайности нута может быть скрещивание генотипов с высокой степенью адаптивности из первичных (Турция) и вторичных (Эфиопия) центров происхождения [6]. Теоретическая база адаптивной селекции основана на исследованиях П.Н. Константинова [78], а методы практической селекции разработаны и применялись на практике при создании самых засухоустойчивых сортов ВИР ученым-селекционером Е.Е. Малининой [79].

Селекционеры постоянно работают над созданием и улучшением сортов. Растения, показывающие максимальный рост в стрессовых условиях, представляют особый интерес для создания засухоустойчивых сортов [80]. Засуха является одной из основных проблем в зонах выращивания нута, так как из-за засухи урожайность нута во всем мире снижается на 40-50% [81]. Примечательно, что почти 90% нута выращивается в богарных условиях, без полива [82], где засуха в конце вегетации резко ограничивает его продуктивность. Эффективным средством в борьбе с засухой параллельно с агротехническими мероприятиями является выведение засухоустойчивых сортов, наиболее приспособленных к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды.

Засухоустойчивость сорта – это способность растений приспосабливаться к изменениям окружающей среды, которая выражается в их возможности удерживать влагу в клетках при засухе. При этом происходит тесная связь с процессами метаболизма и растения приобретают способность выдерживать обезвоживание [83]. Засухоустойчивость и жаростойкость нута среди всех зернобобовых культур обусловлено еще и тем, что ткани листьев опушенные, имеют ксероморфную структуру, содержат органические кислоты и большое количество связанной воды [84].

Многие физиологические процессы, связанные с ростом и развитием растений, подвержены влиянию дефицита воды [85]. Важно отметить, что дефицит воды сам по себе вызывает 70% потери урожая сельскохозяйственных культур по всему миру [86]. Засуха угнетает растения, влияет на рост и развитие, препятствуя биосинтезу липидов, и понижает их уровень в мембране, что, в конечном итоге, приводит к потере ее целостности [87-90] и к необратимым повреждениям клеток [91]. Дефицит воды препятствует активному биологическому процессу фотосинтеза и другой метаболической активности растений [92-94]. Кроме того, в связи с засухой было отмечено сильное обезвоживание растений, которое приводит к потере протоплазматической воды [95].

Одним из механизмов реакции растений на засуху является обезвоживание, т.е. потеря влаги, в первую очередь листьями. Обезвоживание регулируется осмотическим давлением в растении и при увеличении поступления почвенной влаги способствует поддержанию урожайности в условиях стресса [96]. Результат засухи зависит от влагоудерживающей способности растений, соотношения испарения и транспирации и потребности растений в воде [97]. Удержание и потеря влаги также регулируется устьицами на поверхности листьев, через которые происходит газообмен и испарение влаги, что также обеспечивает адаптацию растений к засухе. Устьица имеют способность закрываться при дефиците влаги, что приводит к уменьшению ее испарения [98], а также в условиях длительной засухи растения могут регулировать их количество. Взрослые растения в ответ на засуху могут увеличивать количество устьиц на молодых листьях, выросших в условиях стресса. Согласно данным, опубликованным при изучении растений сои [99] и зеленого гороха [100], чем больше устьиц наблюдали на листьях в условиях засухи, тем лучше растения переносили стресс. Однако вопрос о регуляции числа устьиц в условиях засухи требует дополнительного изучения, т.к. имеются и другие противоречивые опубликованные данные о взаимосвязи числа устьиц на листьях и устойчивостью к засухе у растений разных видов и сортов, произрастающих в различных условиях [101].

Оценку засухоустойчивости по морфологическим и физиологическим признакам можно проводить на разных этапах развития растений. Отдельные механизмы засухоустойчивости можно изучать такими лабораторно-аналитическими методами, как оценка водоудерживающей способности листьев. Например, засухоустойчивые сорта нута при обезвоживании дольше удерживали влагу в листьях, по сравнению с растениями с низкой устойчивостью к засухе [102]. Видоспецифическим признаком, указывающим на способность растений запасать и удерживать влагу при обезвоживании, является показатель скорости потери воды в тканях срезанных растений. Водоудерживающую способность определяют белки, придающие вязкость цитоплазме, и чем меньше растение теряет воду из листьев в определенный промежуток времени, тем дольше оно может переносить обезвоживание, а значит, такое растение будет более засухоустойчивым [103].

У нута при изучении физиологических показателей устойчивости к засухе

до и после цветения растений содержание воды, аскорбиновой кислоты и пролина оказалось существенно выше у засухоустойчивых образцов. Эти параметры, а также показатели относительно небольшой потери воды и хорошей проницаемости мембран у засухоустойчивых образцов нута передаются по наследству [104]. Немаловажным фактором является биологическая особенность нута притормаживать свое развитие при сильной засухе, а также заново возобновлять рост при наступлении благоприятных условий, давая при этом хороший урожай [105]. Н.И. Вавилов [106] в своих трудах отмечал, что нут, как будто намеренно, создан для условий полупустынь. Однако среднеспелые и позднеспелые потенциально урожайные сорта нута не в полной мере реализуют свои возможности, что вызывает существенное снижение урожайности и качества семян [107]. Раннее созревание позволяет растениям нута избежать острую засуху и тепловой стресс, следовательно, раннеспелый генетический материал необходим для улучшения нута.

Для достижения оптимальной урожайности нута во многих засушливых регионах выращивания требуется интенсивное искусственное орошение [108]. Однако эта многолетняя практика приводит к признаку вторичного засоления, которое является проблемой, приводящей к быстрому увеличению засоленных территорий. Эти земли ежегодно приносят большой ущерб многим сельскохозяйственным отраслям, ограничивая расширение площадей для возделывания растениеводческой продукции в засушливых районах [109].

Площади засоленных земель растут также в результате изменения глобального климата. Наиболее значительным считается хлоридное засоление (NaCl), хотя другие типы засоления также неотъемлемы для определенных районов земного шара [110, 111] и затрагивают около 100 млн. гектаров пахотных земель [112]. На слабозасоленных почвах ежегодное снижение урожайности составляет около 20,1%, а в сильнозасоленных землях потери достигают до 70,2-80,1% [113].

Растения больше всего чувствительны к концентрациям солей на стадии всходов, вследствие того, что повреждаются элементы метаболизма, связанные с активным ростом растений. Поэтому прогнозирование реакции растений на засоление в период прорастания семян очень эффективно [114].

При определении устойчивости растений к засолению используют такие показатели, как биологическая и агрономическая солеустойчивость. Биологическая солеустойчивость – это предел засоления, при котором растения еще в состоянии завершить весь цикл онтогенеза и воспроизвести всхожие семена. Концентрация NaCl в почвенном растворе, которая является критической для каждого отдельного вида растения, является количественным показателем биологической солеустойчивости. При определении агрономической солеустойчивости анализируют уровень снижения урожайности растений под воздействием определенного уровня засоления при сравнении их продуктивности в контроле [115]. Поиск солеустойчивых генотипов должен основываться на точной оценке механизмов устойчивости, посредством физиологических и биохимических процессов, происходящих в

организме растения.

При применении различных методов определения солеустойчивости необходимо создание провакационного фона, так как у растений устойчивость к засолению закреплена на генетическом уровне и проявляется только под воздействием неблагоприятных факторов среды [116].

Для правильного понимания сути самого механизма солеустойчивости необходимо изучить физиологические, биохимические и молекулярные преобразования, происходящие в организме растений в ответ на стресс. Биохимические изменения означают активность ферментов и накопление определенных метаболитов, а молекулярные процессы влияют на скорость работы определенных генов, которые могут привести к изменению физиологии растений [117]. Например, накопление вторичных метаболитов приводит к изменению общего физиологического состояния организма, изменения затрагивают многие биохимические пути, а также фотосинтез и дыхание. Изменение скорости работы генов при молекулярных преобразованиях также приводят к изменению биохимических процессов, например изменение фенольных соединений [118].

В период воздействия солевого стресса клетки корня, особенно корневые волоски активно препятствуют поглощению ионов натрия. Для поддержания ионного баланса в цитоплазме клеток накапливаются низкомолекулярные вещества – пролин, глицин-бетаин, сахара и многоатомные спирты. Происходит нейтрализация свободных радикалов кислорода, которые образовались под влиянием солевого стресса [119]. Увеличение осмотического давления способствует усиленному образованию активных форм кислорода (АФК), которые влияют на баланс таких важных органических соединений как белки, липиды и нуклеиновые кислоты. Под влиянием фотосинтеза в растениях, не устойчивых к засухе и засолению, нарушается баланс между скоростью накопления АФК и работой защитной системы. У растений существует целый ряд антиоксидантных систем, например ферменты каталаза, пероксидаза, а также пролин и т.д. [113].

Учитывая воздействие многочисленных факторов на урожайность, очень важно прилагать серьезные усилия в создании улучшенных сортов растений или найти альтернативные подходы получения стабильной продукции при неблагоприятных условиях окружающей среды. Применение доступных методов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях абиотических стрессов требует лучшего понимания механизмов, участвующих в реакции растений на такие условия. Ответные реакции растений на стресс обычно контролируются группой специализированных генов, посредством сложной регуляции транскрипционными факторами [120].

В литературе описаны случаи повышения устойчивости растений при одновременном воздействии на них двух неблагоприятных факторов. В связи с этим, П.А. Генкель в своих трудах высказал мысль о том, что, несмотря на специфические различия типов устойчивости, растения в неблагоприятных условиях среды могут развивать сопряженную устойчивость, и это позволяет растениям лучше переносить стрессовые факторы среды [121]. Данное

утверждение указывает на наличие у растений общего приспособительного механизма устойчивости к различным стрессовым ситуациям, в связи с чем, возникает вопрос об их специфичности. Опыты с одновременным воздействием на растения двух различных факторов показали, что совершенно одинаковые по характеру физиологические изменения у разных растений оказались результатом воздействия совершенно разных по типу неблагоприятных факторов – избытком или недостатком воды, засолением и недостаточностью кислорода. Все эти показатели позволяют сделать вывод о необходимости правильной оценки поведения растений в экстремальных условиях, обращая внимание на исследования одновременно по нескольким факторам устойчивости. В этой связи, были проведены исследования, рассматривающие устойчивость к двум основным экстремальным факторам, а именно: засухе и засолению.

Нут является прекрасным примером сельскохозяйственной культуры с высокой устойчивостью к засухе и другим абиотическим стрессам. Поэтому при выращивании нута в условиях Казахстана необходима оценка характера изменений свойств растений, играющих важную роль в его жизнедеятельности. Необходимо проводить исследования одновременно по нескольким факторам, а именно по устойчивости к засухе и засолению [122].

1.6 Молекулярные SNP-маркеры в изучении генотипов растений и генетических ресурсов нута

Засуха ограничивает производство сельскохозяйственной продукции в разных частях мира, и, являясь одним из наиболее важных абиотических стрессов, остается наиболее труднопреодолимым препятствием при попытке решить эту проблему с помощью традиционных методов селекции [123, 124]. Кроме того существуют трудности при идентификации генотипов не только по признакам устойчивости к стрессовым условиям но и по количественным признакам. До прошлого десятилетия геном нута оставался малоизученным, а селекцию в основном проводили классическим способом [125], эффективно используя фенотипическую изменчивость для оценки генетических коллекций нута [126-127].

В классической селекции на создание нового сорта ученые-селекционеры тратят около 10 лет. За это время могут измениться потребности сельского хозяйства и, возможны ошибки в прогнозах. Несмотря на оптимизм в отношении дальнейшего улучшения урожайности традиционными методами селекции, новые технологии, такие как использование молекулярных маркеров крайне важны для дальнейшего развития и успеха в селекции растений [128-130].

В последние десятилетия молекулярная биология и генетика растений развивается чрезвычайно быстрыми темпами. Достигнутый прогресс способствовал существенному расширению современных представлений о молекулярных основах жизни и стимулировал возникновение и развитие многих новых отраслей биологической науки. К числу важнейших направлений современной молекулярной генетики следует отнести разработку и применение

новых методов анализа нуклеотидной последовательности ДНК и полную расшифровку геномов разных видов растений [131].

В настоящее время молекулярные маркеры широко используются во всем мире как одно из наиболее перспективных направлений в селекции сельскохозяйственных культур. Их применение позволяет не только выявить генетическое разнообразие среди разных образцов, но и создать «отпечатки пальцев» сортов и селекционных линий, чтобы обнаружить сцепления с хозяйственно ценными признаками на уровне ДНК. Это составляет основу «генетической паспортизации» различных сортов и селекционных линий, включая нут.

Развитие молекулярных методов исследований позволило создать различные типы маркеров для анализа генетического полиморфизма с помощью как белковых маркеров (например, изоферментов [132] и запасных белков [133]), так и молекулярных ДНК-маркеров [134-136]. Нут является самоопылителем с низким уровнем внутрипопуляционной и межпопуляционной изменчивости [137]. Для обогащения его генофонда в настоящее время успешно применяют методы гибридизации для увеличения генетического разнообразия [138].

Для создания и улучшения сортов нута использовали различные геномные ресурсы, которые привели к значительному прогрессу. Появилась технология секвенирования следующего поколения (Next generation sequencing, NGS), для выделения и проведения генотипирования и крупномасштабных исследований молекулярных маркеров на микрочипах. Эти ресурсы использовали для массового анализа генетического полиморфизма по всему геному, построения подробных генетических карт и идентификации различных маркеров, связанных с генами интереса [139].

В различных областях биологии все чаще используют разные типы ДНК-маркеров, в том числе и для генотипирования на основе полиморфизма ДНК. Применение молекулярных маркеров позволило изучить генетическое разнообразие у многих сельскохозяйственных культур [140]. Использование ДНК-маркеров дает возможность в значительной степени сократить затраты труда, активизировать и удешевить процесс селекции и, вместе с тем, проследить процесс переноса хозяйственно ценных генов между растениями при их гибридизации [141].

По литературным данным, "удобный" генетический маркер должен обладать следующими предпочтительными свойствами: 1) быть полиморфным, как результат изменчивости; 2) мультиаллельным, благодаря чему увеличивается частота полиморфности; 3) кодоминантным, когда гетерозиготный генотип проявляет свойства обоих родителей; 4) неэпистатичным, когда маркер у каждого генотипа может проявиться визуально, независимо от его расположения в геноме; 5) нейтральным, т.е. не приводить к изменению кодируемого полипептида; 6) нечувствительным к воздействию окружающей среды [142].

Весьма популярны и эффективны молекулярные маркеры на основе полимеразной цепной реакции ПЦР. На основе использования полиморфных

ПЦР маркеров удалось решить проблему насыщения генетических карт у различных видов и маркировать практически любые участки ДНК. Активное развитие молекулярных маркеров связано с их высокой способностью к воспроизведению, простотой и относительно невысокой ценой метода идентификации [143]. Исследования на основе ПЦР заслуживают особого внимания, так как за короткий отрезок времени можно получить большое количество копий изучаемых фрагментов ДНК [144].

В синтезе комплиментарной цепи ДНК при проведении ПЦР обязательно участвует фермент ДНК-полимераза. Заданную цель – нужный фрагмент в ДНК обнаруживают короткие олигонуклеотиды (праймеры), обычно размером 16-28 пар нуклеотидов (п.н.). Во время полимеразной реакции происходит амплификация – большое увеличение числа копий определенного фрагмента ДНК с известной нуклеотидной последовательностью в образце с высокой скоростью амплификации [145].

Молекулярные маркеры анализируют на уровне ДНК. Они представляют третье поколение маркеров после белковых и классических генетических. В зависимости от метода исследования молекулярные ДНК-маркеры делят на три группы: блот-гибридизация; ПЦР и ДНК-чипы. Однолокусные (кодоминантное наследование) и мультилокусные (доминантное наследование) маркеры удачно применяют в различных исследованиях – молекулярно-филогенетических анализах, при создании генетических карт и в геномной селекции [146]. Однолокусные маркеры также используют для маркирования генов для сравнения разных генотипов, а также в селекции при отборе с помощью ДНК-маркеров. Внедрение ДНК-маркеров позволило построить молекулярные карты отдельных хромосом и картировать на них гены количественных признаков (Quantitative trait loci, QTL). Далее последовало создание генетических карт с относительно недорогими маркерами на основе ПЦР [147].

Микросателлиты или маркеры SSR (Simple sequence repeat) – первые, полученные с использованием ПЦР, высокополиморфные маркеры для анализа индивидуальных локусов. Микросателлиты относятся к разбросанным по всему геному, tandemно повторяющимся последовательностям, но единицы повторов (ди-, три- и тетрануклеотиды) общим размером повторяющейся области, как правило не более 100 п.н. [148-149].

В 1990-х годах применение ПЦР, помимо микросателлитов, привело к возникновению и использованию других групп маркеров: STS (Sequence tagged site) – секвенированный целевой сайт (локус); SSCP (Single strand conformation polymorphism) – полиморфизм конформации одноцепочечной ДНК; CAPS маркеры (Cleaved amplified polymorphic sequences) – полиморфизм разрезанных продуктов амплификации; SCAR (Sequence characterized amplified region) – амплификация генетического района после секвенирования и другие [147]. Из мультилокусных маркеров: RAPD (Random amplified polymorphic DNA) – полиморфизм фрагментов при случайной амплификации; ISSR (Inter simple sequence repeats) – межмикросателлитные последовательности; AFLP маркеры (Amplified fragment length polymorphism) – полиморфизм по длине амплифицированных фрагментов; SSAP (Sequence-specific amplification

polymorphism) - полиморфизм фрагментов сиквенс-специфичной амплификации; IRAP (Inter-retrotransposon amplified polymorphism) – полиморфизм амплифицированных последовательностей между ретротранспозонами [150]. В 2000-х годах уже активно использовали молекулярные маркеры, основанные на использовании ДНК-чипов, это DArT (Diversity array technology) – ДНК-чип технология для изучения генетического разнообразия [147].

Применение ДНК-маркеров позволило идентифицировать образцы нута и проанализировать масштабные генетические коллекции из мировых Генбанков ICRISAT (Индия) и ICARDA (Сирия) [134-136].

1.7 Молекулярно-генетические исследования с использованием Amplifluor-like SNP маркеров

Маркеры SNP (Single-nucleotide polymorphism) – полиморфизм по единственному нуклеотиду, являются новым поколением ДНК-маркеров. SNP анализ представляет очень большие возможности для построения генетических карт и анализа всего генома. Главная ценность SNP-анализа – проведение работы без электрофореза, что существенно уменьшает время его проведения. Дополнительно, SNP-маркеры помогают селекционерам анализировать большое количество образцов [151].

SNP генотипирование по хозяйственно ценным признакам применяют для оценки генетического разнообразия растений на многих сельскохозяйственных культурах. Исследования сортов нута разного происхождения показали изменчивость на межпопуляционном и межсортовом уровне. Применение молекулярных SNP маркеров дало возможность провести генотипирование различных генов. Низко- и высокопроизводительные технологии, основанные на SNP, являются быстро развивающимся сектором в области генотипирования растений. Существует несколько типов SNP-анализа с разными принципами действия [152].

SNP-маркеры имеют низкий показатель мутаций на поколение, примерно - 10^{-8} , что делает их наиболее удобными маркерами молекулярной эволюции [153]. SNP маркеры с высокой пропускной способностью впервые применили для анализа генома человека [154]. Новая революционная технология была реализована в широко известной «аллель-специфичной ПЦР» (AS-PCR), основанной на методе флуоресцентного резонансного переноса энергии (FRET) [155]. Флуоресценция представляет собой излучение от электрона, при его переходе из одного состояния в другое. К настоящему времени синтезировано большое число разнообразных флуоресцентных красителей и постоянно продолжается работа над новыми, с улучшенными характеристиками. Флуорофор FAM широко используется во всех технологиях на основе FRET [156], флуорофор HEX [157] в настоящее время используется во всех маркерах по системе KASP [158], а для работы на приборе фирмы ABI - ThermoFisher используют сходный флуорофора VIC [159].

Основное преимущество метода AS-PCR заключается в комбинированном применении следующих составляющих для амплификации:

(1) два универсальных зонда (УЗ), каждый из которых помечен одним из двух флуорофоров; и (2) обычные немеченные аллель-специфические праймеры (АСП), у которых 3'-конец соответствует положению SNP при амплификации с одним из двух флуоресцентно-меченных УЗ [156, 160-161].

Существует два типа молекулярных маркеров, основанных на принципах AS-PCR. Первый из них - маркеры KASP, которые разработаны и полностью эксплуатируются компанией "LGC Genomics" (www.lgcgroup.com). Эта фирма работает на основе собственной запатентованной роботизированной системы оборудования, начиная с образцов листьев и заканчивая готовыми результатами генотипирования. Фирма LGC Genomics не раскрывает основные принципы строения KASP маркеров – состав и строение зондов и праймеров, которые представляют собой «Know-how» компании. У любого исследователя есть три возможности проведения анализа маркеров KASP. Крупные Университеты и Исследовательские центры могут полностью или частично купить оборудование для анализа KASP маркеров и реагенты у фирмы LGC Genomics, но, очевидно, что это представляет собой значительные вложения. Второй вариант – отправить образцы ДНК для анализа KASP маркеров непосредственно в офис "LGC Genomics", что значительно дешевле и стоит примерно в 10 раз меньше, чем другие подходы [162].

Последний вариант для исследователя – заказать KASP Мастер-микс и провести собственное генотипирование с использованием своих АСП. Этот метод более популярен, поскольку дает исследователям гораздо больше возможностей при разработке различных АСП. Однако ограничением этого варианта является монополия на поставку KASP Мастер-микса, производимого фирмой LGC Genomics, который является достаточно дорогим, особенно для небольших экспериментов. В тоже время, обычно результаты маркеров KASP очень точные и эффективные, независимо от того с применением роботизированной линии или нет, с KASP Мастер-миксом или, в качестве клиентов – просто отправили образцы ДНК и получили результаты автоматического генотипирования KASP [163].

Вторым вариантом сходного анализа SNP является система генотипирования по типу «Amplifluor SNP». Первоначально эта системы SNP маркеров была разработана компанией Millipore, недавно объединившейся с фирмами Merck и Sigma [164], которая оказывает услуги по продаже реагентов. В отличие от KASP, химический состав, строение и последовательности всех компонентов в системах Amplifluor SNP доступны в онлайн-буклете и опубликованы в открытой печати [165, 166]. С помощью данной платформы, исследователь может заказать необходимые реагенты или услуги в фирме Merk-Millipore, либо разработать и заказать свою собственную систему, подобную Amplifluor. Это несложно сделать, пользуясь простыми инструкциями, что снижает стоимость в 10-20 раз, по сравнению с маркерами KASP. Очень низкая стоимость – одно из наиболее важных, но не единственных преимуществ маркеров SNP, подобных Amplifluor (или 'Amplifluor-like'), собственного дизайна. В этом случае, у исследователя есть гораздо больше возможностей для конструирования, тестирования, повторного

реконструирования (при необходимости) и анализа огромного числа праймеров SNP. Важно отметить, что использование заказанного однажды набора из двух УЗ, помеченных разными флуорофорами, значительно удешевляет разработку, вместе с использованием Amplifluor-like SNP маркеров собственного дизайна. Фактически, в новых экспериментах исследователь должен заказывать только новые СП по цене обычных олигонуклеотидов [167].

Использование 'Amplifluor-like SNP' технологии дало возможность использования двойных флуоресцентно-меченных универсальных зондов для "самостоятельной разработки" дизайна недорогих ген-специфичных праймеров. Поэтому, в предлагаемой работе использовали 'Amplifluor-like SNP' собственного дизайна при генотипировании на базе КАТУ им. С.Сейфуллина без обращения к дорогостоящим предложениям специализированных фирм [168].

Строение каждого из двух универсальных зондов 'Amplifluor' основано на одном из двух флуорофоров на 5'-конце, стержень, петлю, модифицированный нуклеотид тимин (Т) с гасителем флуоресценции BNQ1 и специфического «индикатора» на 3'-конце, соответствующего такой же последовательности у АСП. Два флуорофора необходимы, чтобы приготовить смесь из двух УЗ, которые на конкурентной основе будут участвовать в амплификации ПЦР. При этом прибор регистрирует высвобождающуюся энергию флуоресценции в определенном интервале длины волны, а эта свободная флуоресценция полностью зависит от того, какой из ГСП совпадает с положением SNP в изучаемом фрагменте ДНК [156, 160]. Важно отметить, что цель, точность и воспроизводимость Amplifluor-like SNP маркеров полностью находятся «в голове» и «в руки» исследователей. Преимуществом метода Amplifluor-like SNP является возможность получения результатов анализа молекулярных маркеров, сходных с KASP, но при значительной экономии финансовых затрат [168].

1.8 Идентификация генотипов нута с помощью молекулярных SNP маркеров и проведение МОС (Маркер-опосредованной селекции)

Классическая селекция растений основана на фенотипическом отборе интересных признаков с целью получения желаемого результата. Однако традиционные методы все чаще сталкиваются с трудностями, которые могут снизить эффективность отбора по фенотипам и усложнить идентификацию новых форм растений [169]. Классическими показателями полиморфизма культурных растений являются морфологические признаки, но при их использовании необходимо учитывать следующие недостатки: ограниченное количество морфологических признаков, их зависимость от окружающей среды и субъективность оценки растений по фенотипам [170]. Среди изученных растений селекционер проводит целенаправленный отбор интересных форм с нужными признаками и свойствами. Однако известно, что генотип невозможно предсказать по внешнему виду растения в поле.

Для работы селекционеров необходима точная молекулярно-генетическая оценка изучаемых растений. Для этих целей в настоящее время все чаще

используют генотипирование с использованием молекулярных маркеров. Такое генотипирование дает возможность более точно анализировать генетическое разнообразие, чистоту, сходства и различия в изучаемых селекционных образцах. Дополнительно, специалисты в лаборатории проводят оценку генетического сцепления молекулярных маркеров с целевыми генами, контролирующими хозяйственно ценные признаки. На основании молекулярно-генетических исследований селекционеры получают рекомендации, какие именно формы растений будут представлять особый интерес для практической селекции. Подобные выводы основаны на выявлении и подтверждении молекулярных маркеров, тесно сцепленных с хозяйственно ценными признаками, а такой метод известен в литературе как «Маркер-опосредованная селекция, МОС» (Marker-assisted selection) [171-173]. Проведение МОС на проростках или молодых растениях позволяет селекционеру сделать отбор наиболее перспективных форм уже на ранних стадиях развития и в дальнейшем анализировать только те растения, которые были выбраны на основе МОС-метода.

При нынешнем состоянии селекции нута, выращиваемого в РК, его генетическое разнообразие остается весьма незначительным. Интрогрессия нового генетического материала при гибридизации местных сортов с новыми образцами с применением МОС может кардинально решить вопрос обогащения генофонда нута. Поэтому необходимо изучать фенотипическое разнообразие у местных и зарубежных сортов, а также проводить отбор генов-кандидатов, отвечающих за эту изменчивость. Изучение генетического разнообразия растений нута с помощью ДНК-маркеров дает возможность более точно классифицировать коллекционный материал, а в перспективе – обогатить генофонд нута, как изучаемой культуры [174-177]. Для этих целей в наше время разработаны различные виды молекулярных маркеров, а также разнообразные методы, которые позволяют связать изучаемые гены с фенотипическими изменениями качественных и количественных признаков у нута. Качественные признаки, как правило, имеют четкое менделевское наследование единичными генами. В отличие от этого, количественные признаки обычно контролируются несколькими различными генами с небольшими различиями. Исследования сортов нута разного происхождения показали изменчивость на межпопуляционном и межсортовом уровнях. Применение молекулярных маркеров в селекционно-генетических исследованиях нута преобразуется в МОС. Селекция с применением МОС упрощает контроль целенаправленной передачи сорту-реципиенту фрагментов генома донора, который содержит целевые гены, и, соответственно, новый сорт нута можно получить за более короткое время [178]. Дополнительно, МОС направлена на отбор растений нута по изучаемому целевому гену, поэтому отобранные формы точно соответствуют заданным признакам, по которым селекционер проводил МОС.

Основными объектами настоящего исследования послужили различные сорта и образцы нута из мировой коллекции по устойчивости к абиотическим стрессам. Эти коллекционные образцы были получены из стран с субтропическим климатом средиземноморского типа с частыми засухами и

высоким засолением почв [122], такими как Израиль и Турция, а также из регионов Северной и Южной Африки, Средней Азии, Южной Австралии, Мексики и других стран. В исследовании использовали гибриды нута, полученные путем скрещивания сортов отечественной селекции с иностранными сортообразцами. Созданные новые формы в будущем можно использовать в качестве исходного материала для пополнения генофонда нута в РК.

2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Климатическая характеристика Северного Казахстана

Республика Казахстан расположена в южной части умеренного климатического пояса и занимает площадь равную 2724,9 тыс. кв. км. [179]. Протяженность территории Северного Казахстана составляет 1300 км от западной части страны до восточной, и 800 км - от южной части до северных районов. Характер распределения количества осадков за год неравномерен от 200 до 390 мм [180, 181]. Исходя из географического положения, Казахстан находится на одинаковом расстоянии как от Тихого и Атлантического океана, так и от Индийского и Северного Ледовитого океанов. Удаленность от морей и океанов и обширность территории республики сильно влияют на ее климат [182].

Климат Казахстана очень разнообразен, но имеет общую главную региональную особенность – высокую континентальность, со свойственными резкими изменениями температуры, сухостью воздуха, недостатком осадков на значительной территории республики и коротким весенним переходом от зимы к лету. Континентальность климата увеличивается с запада на восток и с севера на юг. Совместное влияние климатообразующих факторов – единой циркуляции атмосферы, распределения солнечной радиации и особенностей рельефа территории – обуславливает характерный для конкретного региона климат, или среднегодовые показатели [180]. Затяжные холодные зимы сопровождаются регулярными ветрами и бурями со средней температурой воздуха в январе -17,5/-19°C, а в Акмолинской области эти значения достигают до -40°C, что создает растениям особо жесткие условия [183].

За зиму количество осадков составляет от 70 до 100 мм со стабильным покровом снега в первой декаде ноября. Весна на севере Казахстана опасна со своими заморозками в мае-июне. Незначительное количество осадков не справляется со стремительным испарением почвенной влаги [184].

Многолетние исследования А.С. Утешева показали, что засухе в Северном Казахстане предшествуют антициклоны вследствие интенсивного прогрева воздушных масс. Активность антициклонов обусловлена природно-климатическими условиями: движением воздушных потоков, их первоначальными метеорологическими характеристиками, радиационным балансом и т.д. В связи с тем, что засушливый тип погоды определяется масштабными процессами циркуляции в атмосфере, значительные территории могут быть подвержены засухе. Острые засухи провоцируются значительными изменениями в обычной атмосферной циркуляции, задолго до их наступления. Засушливые годы часто идут друг за другом или делятся разными по продолжительности и частоте этапами увлажнения, но обычной периодичности в возникновении засух не выявлено [185].

Во втором национальном сообщении РК о конференции сторон Рамочной конвенции ООН по вопросам изменения климата говорилось о высокой зависимости зернового хозяйства РК от изменений климатических условий. Среднегодовая температура воздуха постепенно повышается на 1,5°C за

последние 110 лет, или на $0,15^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет. Значительное повышение температуры воздуха оказывает негативное влияние на развитие растений и приводит к значительному снижению их урожайности. По причине повышения температуры воздуха может увеличиться частота и повторяемость засух. В связи с этим необходим целый ряд комплексных мероприятий по адаптации зернового производства. Селекция новых сортов и гибридов на устойчивость к меняющимся климатическим условиям может послужить необходимым ответом на глобальное потепление климата [74].

2.2 Метеорологические и почвенные условия зоны проведения исследований

Исследования проводили в соответствии с научным планом работ в 2017-2020 гг. на кафедре земледелия и растениеводства Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина.

Полевые опыты закладывали в стационаре АО «КАТУ им. С.Сейфуллина», расположенном в сухостепной зоне Северного Казахстана, на базе КХ «Нива» Акмолинской области. Климат - резко континентальный, с умеренно теплым летом и сравнительно суровой зимой, в среднем за год бывает 100-125 безморозных дней. Январь является самым холодным месяцем со средней температурой $-14,1^{\circ}\text{C}$, а наиболее теплый месяц – июль со среднемесячной температурой $+20,7^{\circ}\text{C}$.

Почвенный покров опытного участка - темно-каштановый, по механическому составу относится к тяжелосуглинистым, с содержанием гумуса 2,5%-2,7%, рН реакция почвы - слабощелочная. По данным почвенных анализов КХ «Нива», содержание подвижных форм азота и фосфора очень слабое, в среднем, 6,3 и 8,1 мг/кг почвы соответственно, при достаточном содержании калия - 589,9 мг/кг почвы.

Акмолинская область расположена на севере Казахстана и граничит с Северо-Казахстанской, Костанайской, Карагандинской и Павлодарской областями. Площадь территории области составляет 146,2 тыс. км² [186]. На территории Акмолинской области выделяются лесостепная, степная и сухостепная природные зоны. Основу распределения по зонам составили такие показатели, как гидротермический коэффициент и теплообеспеченность. Рельеф местности характерен для Казахского мелкосопочника, преобладает увалисто-холмисто-мелкосопочный рельеф. Основные источники питания большинства рек – талые снеговые воды и летне-осенние дожди. Область относится к умеренно теплой агроклиматической зоне, по родовой классификации встречаются нормальные, карбонатные, солонцеватые и щебнистые почвы. Мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 38-45 см. Содержание азота 0,15-0,2%. Характерной особенностью этих почв является высокое содержание песка. Легкорастворимые соли присутствуют на глубине 130-150 см и данные почв относятся к малозасоленным [187].

Климат отличается своей засушливостью, количество неравномерно распределяемых атмосферных осадков незначительно, в результате длительного недостатка осадков запасы почвенной влаги могут резко

уменьшиться. Засуха на севере Казахстана почти всегда сопровождается суховеями и пыльными бурями, которые увеличивают испарение влаги с поверхности почв. С целью борьбы с неблагоприятными природными явлениями, в хозяйстве применяются различные агротехнические мероприятия: снегозадержание, создание защитных полос, боронование почв и т.д. Ранневесенние засухи и сильные ветра, отмеченные в III декаде апреля – в I декаде мая, приводят к иссушению воздуха и увеличивают повторяемость засух [188].

Климатические условия вегетационного периода 2018 года характеризовались уровнем выпавших осадков – 143,0 мм, что ниже среднееголетних показателей на 22,0 мм. Наиболее сухим был май месяц, когда выпало очень мало осадков – всего 7,1 мм, в то время как среднееголетние показатели составляют 31,0 мм. Самый высокий показатель осадков 68,0 мм приходился на июнь (ГТК=1,3), а в июле осадков выпало 44,6% от многолетней нормы, то есть 23,2 мм (ГТК=0,4). Выпавшие осадки сопровождались понижением температуры воздуха, и июнь был влажным, но прохладным (таблица 1), (Приложение А).

Таблица 1 – Распределение осадков по месяцам вегетационного периода нута в КХ «Нива» (по данным метеостанции с. Акмол)

Год	Осадки, мм				
	Май	Июнь	Июль	Август	За вегетацию (май-август)
2018	7,1	68,0	23,2	44,7	143,0
2019	9,7	63,5	5,7	15,1	94,0
2020	3,2	85,9	61,0	10,7	160,8
Средний многолетний	31,0	41,0	52,0	41,0	165,0

В итоге, растения начали усиленно ветвиться, что повлекло за собой удлинение вегетационного периода с одновременным изменением соотношения продолжительности межфазных периодов. Так как всходы растений нута требовательны к теплу, особенно в период "цветение-образование" бобов, избыток влаги и воздействие низких положительных температур привело к удлинению фазы «цветение-созревание» [189, с. 57].

В 2018 году среднемесячная температура в мае месяце была на 2,7°C ниже среднееголетней и составила 9,8°C. Сумма положительных температур за вегетацию составила 1791°C. В июле месяце температура воздуха была 17,6°C, что ниже среднееголетней на 2,8°C (таблица 2), (Приложение А).

Метеорологические условия вегетационного периода 2019 года характеризовались как засушливые (ГТК=0,5), наблюдалось существенное снижение выпавших осадков за тот же период по отношению к среднееголетним данным (таблица 3), (Приложение А). С мая по август месяцы выпало всего 94,0 мм осадков, что на 71,0 мм меньше, чем

среднемноголетние показатели. Сильная засуха в июле с незначительными осадками в 5,7 мм ускорило наступление биологической спелости семян. Продолжение засухи в августе отрицательно повлияло на массу семян и урожайность растений. Температурный режим вегетационного периода 2019 года был близок к среднемноголетним данным. Наиболее неблагоприятным месяцем оказался июнь, наряду с прохладными обильными дождями, средняя температура составляла 15,9°C (таблица 2).

Таблица 2 – Среднемесячная температура воздуха за период вегетации нута в КХ «Нива», (по данным метеостанции с. Акмол)

Год	Температура воздуха, °С			
	Май	Июнь	Июль	Август
2018	9,8	16,6	17,6	19,5
2019	12,3	15,9	22,1	21,4
2020	16,1	18,7	21,9	19,6
Средний многолетний	12,5	18,1	20,4	17,9

Таблица 3 - Гидротермический коэффициент нута за вегетационный период 2018-2020 гг. КХ "Нива"

Месяц	Год		
	2018	2019	2020
май	0,4	0,3	0,1
июнь	1,3	1,3	1,6
июль	0,4	0,2	0,9
август	0,7	0,2	0,2
Среднее	0,7	0,5	0,6

В 2020 году выпало всего 160,8 мм осадков, с незначительным превышением над среднемноголетними данными на 4,2 мм. Вегетационный период нута в мае характеризовался как особенно сухой, наблюдалась сильная засуха с количеством осадков 3,2 мм (ГТК=0,1), что на 27,8 мм меньше среднемноголетних показателей (таблица 1), (Приложение А). Сокращение осадков в августе на 30,3 мм (ГТК=0,2) пришлось на период формирования семян, установившаяся сухая и жаркая погода сказалась на продуктивности растений нута. Незначительные осадки в мае и в августе чередовались с увеличением осадков в июне и июле, превышение составило 44,9 и 9 мм, соответственно, по сравнению со среднемноголетними данными. Обильные осадки июня благотворно сказались на влагообеспеченности растений, оказали положительное влияние на формирование ветвей у сортообразцов нута. В целом, температура воздуха летом была выше на 1,7°C, по сравнению со среднемноголетними данными, особенно в мае превышение составило - 3,6°C.

Анализ данных близлежащей метеостанции с. Акмол показал типичную

засуху, характерную для региона. Метеорологические показатели за 3 года проведения полевого опыта имели существенные различия. Период вегетации нута (с мая по август) в 2018 году характеризовался как слабо засушливый, в 2019 г. – сильно засушливый и 2020 г. – умеренно засушливый (таблица 3). Следовательно, исследования растений нута в климатических условиях сухой степи Северного Казахстана в период 2018-2020 гг. дали возможность наиболее объективно оценить засухоустойчивость нута, изучаемого объекта исследования в различных условиях.

2.3 Агротехническая характеристика опыта

Нут не предъявляет особых требований к предшественникам, однако они должны быть правильно подобраны [190]. За годы проведения опытов нут располагался после яровой мягкой пшеницы. На участке наблюдалась слабая засоренность, и отсутствовали многолетние корневищные сорняки.

Почву обрабатывали в соответствии с общепринятой технологией обработки почв для сухостепной зоны Северного Казахстана. Ее задачи состояли в создании оптимального пахотного слоя почвы, борьбе с вредителями и сорной растительностью, накоплении и сохранении влаги, улучшении пищевого механизма почвы, повышении устойчивости к водной и ветровой эрозии.

Осенью после уборки предшественника проводили основную зяблевую обработку для сохранения влаги и уничтожения сорняков. Основную обработку на глубину 12-14 см проводили орудием КПШ-9. Зимнее снегозадержание проводили орудием СВШ-10. Весной проводили боронование бороной БЗСС-1,0 на глубину до 5 см, предпосевную культивацию проводили культиватором ОП-8 на глубину 6-7 см и прикатывание.

Посев семян нута проводили вручную, когда почва на глубине заделки семян прогрелась до 5-6°C, широкорядным способом с равномерной заделкой семян на глубину 5 см и во влажный слой почвы. Уход за посевом, борьбу с сорной растительностью проводили регулярно ручным способом.

2.4 Материалы исследований

Объект исследования – сортообразцы отечественной и мировой коллекции нута (*Cicer arietinum* L.).

В 2016-2017 годах проводили исследования 242 сортообразцов нута (*Cicer arietinum* L.)

В период 2018-2020 годов материалом для исследований послужили 256 образцов нута, из которых: 7 образцов нута отечественной селекции, 13 образцов из ближнего зарубежья, 3 образца австралийской селекции, 1 образец ICARDA (Сирия), 19 образцов ВИР и 213 сортообразцов Международной коллекции ICRISAT (Индия), из стран Азии (171), Африки (22), Северной Америки (2), Средиземноморья (11), Европы (4) и бывших союзных республик (3) (таблица 4).

Среди изученных образцов растений нута, 185 относились к экотипу Дези (Desi), а 71 – к экотипу Кабули (Kabuli). Экотип Дези имеет морщинистые

семена, в основном мелкого и среднего размера, цветки розового цвета, у листьев и стеблей наблюдается антоциановая пигментация. Окраска семян: светло-коричневая, темно-коричневая, коричнево-красная и черная. Семена экотипа Кабули среднего или крупного размера, имеют округлую форму, морщинистые, со светло-желтой и желто-оранжевой окраской семян, с белой окраской цветков и характеризуются отсутствием антоциана.

Таблица 4 - Список генотипов нута различного географического происхождения, использованных в работе

Происхождение	Название
1	2
Австралия	Hattrick, Slasher, Rupali.
Австрия	K-2764 hyson.
Азербайджан	ТН-45/0-01, Линия С-303.
Алжир	ICC-2210, ICC-7272.
Армения	K-3194, K-3244.
Афганистан	ICC-7305, ICC-8718, ICC-8740, ICC-8752, ICC-8855, ICC-9636, ICC-9643, ICC-9712, ICC-9755, ICC-9862, ICC-9848, ICC-9872.
Бангладеш	ICC-12155.
Болгария	K-1285.
Кипр	ICC-3325.
Египет	ICC-9590.
Эфиопия	ICC-12537, ICC-12654, ICC-12726, ICC-12824, ICC-12851, ICC-12866, ICC-13863, ICC-14051, ICC-14077, ICC-14098, ICC-8621.
Германия	ICC-11903, Erbsen Spni.
Греция	ICC-8515.
Израиль	ICC-3421, ICC-7571.
Индия	ICC-10018, ICC-10393, ICC-10399, ICC-10945, ICC-11121, ICC-11198, ICC-11498, ICC-11584, ICC-11627, ICC-11664, ICC-1180, ICC-1194, ICC-1205, ICC-1230, ICC-12492, ICC-12916, ICC-12928, ICC-12947, ICC-13124, ICC-1356, ICC-1392, ICC-1398, ICC-1431, ICC-14402, ICC-14595, ICC-14669, ICC-14778, ICC-14799, ICC-14815, ICC-1510, ICC-15567, ICC-15606, ICC-15610, ICC-15618, ICC-15868, ICC-15888, ICC-16903, ICC-16915, ICC-1710, ICC-1715, ICC-1882, ICC-1915, ICC-1923, ICC-2065, ICC-2072, ICC-2242, ICC-283, ICC-440, ICC-4533, ICC-456, ICC-4567, ICC-4593, ICC-4639, ICC-4657, ICC-4918, ICC-4948, ICC-4973, ICC-4991, ICC-506, ICC-5135, ICC-5221, ICC-5337, ICC-5383, ICC-5434, ICC-5613, ICC-5639, ICC-5845, ICC-5878, ICC-6279, ICC-637, ICC-67, ICC-708, ICC-7255, ICC-7413, ICC-7441, ICC-762, ICC-791, ICC-8318, ICC-8384, ICC-867, ICC-8950, ICC-95, ICC-9586, ICC-9942.
Иран	ICC-1083, ICC-1098, ICC-13187, ICC-13219, ICC-13283, ICC-13357, ICC-13441, ICC-13524, ICC-13599, ICC-13628, ICC-13764, ICC-15248, ICC-15294, ICC-2263, ICC-2507, ICC-2580, ICC-2593, ICC-2629, ICC-2720, ICC-2737, ICC-2884, ICC-2919, ICC-2969, ICC-2990, ICC-3218, ICC-3230, ICC-3239, ICC-3362, ICC-3391, ICC-3512, ICC-3582, ICC-3631, ICC-3761, ICC-3776, ICC-3946, ICC-4093, ICC-4182, ICC-4418, ICC-4463, ICC-4814, ICC-6294, ICC-6537, ICC-6571, ICC-6579, ICC-6802, ICC-6811, ICC-6816, ICC-6874, ICC-6875, ICC-6877, ICC-7052, ICC-7554, ICC-7819, ICC-7867, ICC-8200, ICC-9002, ICC-9402, ICC-9434, K-2389, K-1610.

Продолжение таблицы 4

1	2
Испания	К-3507, К-3193.
Италия	ICC-6293, ICC-8522.
Казахстан	Линия С-87, Камила 1255, Дуэт Азии, Луч, Икарда 1, Тассай, Линия С-93.
Малави	ICC-16261, ICC-16269, ICC-16374.
Мексика	ICC-12028, ICC-14199.
Марокко	ICC-15406, ICC-15435, ICC-15510, ICC-15518, ICC-4841, К-3329, 34-Б.
Мьянма	ICC-12307, ICC-16207.
Непал	ICC-11944, ICC-12299.
Нигерия	ICC-1164.
Пакистан	ICC-1052, ICC-11279, ICC-1161, ICC-16524, ICC-8195.
Россия	Приво 1, Краснокутский 36, Золотой юбилей, Краснокутский 123, Юбилейный.
Сирия	ICC-15697, ICC-15762, ICC-15785, ICC-15996, К-3179, К-2436, К-3236, К-3190, К-3217, К-3124, К-3227, Мальхотра, Genesis 836.
СССР	ICC-11284, ICC-6263, ICC-6306.
Танзания	ICC-15612, ICC-15614.
Турция	ICC-10341, ICC-10673, ICC-10685, ICC-10755, ICC-11879, ICC-4495, ICC-7150, ICC-7184, К-3246, Кабули.
Украина	К-3500, Линия С-29, 28-Б.
Узбекистан	К-272.

В качестве стандарта использовали сорта нута Икарда 1 (среднеранний), Юбилейный (среднеспелый) и Краснокутский 123 (среднепоздний), включенные в Госреестр РК и рекомендованные для возделывания в Северном Казахстане [191].

Икарда 1 - среднеранний сорт, получен методом индивидуального отбора. Форма куста полупрямостоячая, семена желто-розовые, округлой или угловатой формы, ребристость слабая. Масса 1000 семян – 240-260 г, антоциановая окраска отсутствует. Устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам высокая. Отличается стабильной урожайностью.

Юбилейный – сорт среднеспелый, засухоустойчивый имеет высокую продуктивность. Семена розовато-желтого цвета, слабоморщинистые. Вкусовые качества и развариваемость хорошие, содержит 25-27% белка. Масса 1000 семян 260-310 г. Отличается высокой устойчивостью бобов к растрескиванию, урожайность 15-30 ц/га. Сорт пищевого использования, по качеству семян входит в группу ценных образцов нута [192].

Краснокутский 123 – среднепоздний сорт. Высота растений 30-40 см, с раскидистым типом куста. Отличается высоким прикреплением нижнего боба от поверхности почвы – 14-24 см. Семена промежуточной формы, слабоморщинистые, красно-коричневой окраски. Развариваемость и вкусовые качества хорошие, содержит 20-28% белка. Масса 1000 зерен 220-280 г. Имеет повышенную устойчивость к засухе и суховеям. Устойчив к аскаридозу и растрескиванию бобов. Урожайность – 26-35 ц/га [192].

В ходе эксперимента в питомнике гибридизации для обогащения генофонда нута, проводили парные скрещивания зарубежных коллекционных

образцов с сортами отечественной селекции (таблица 5).

Таблица 5 – Родословная гибридов, полученных в результате скрещивания местных и районированных сортов с зарубежными генотипами нута

Родительские формы	
Материнская (♀)	Отцовская (♂)
ICC-5613	Камила 1255
Краснокутский 123	ICC-12654
Тассай	ICC-1052
ICC-1083	Камила 1255
Луч	ICC-10945
Приво 1	ICC-1098
Приво 1	ICC-11121
ICC-1098	Приво 1
Лин.С-93	ICC-3421
Юбилейный	ICC-9872
Юбилейный	ICC-2072
Юбилейный	ICC-2593
Лин.С-87	ICC-12916
Юбилейный	ICC-3776
Камила 1255	ICC-4495
Икарда 1	ICC-1356
Тассай	ICC-13764
Камила 1255	ICC-3325
Дуэт Азии	ICC-1715
Дуэт Азии	ICC-95
Луч	ICC-8621
Краснокутский 123	ICC-14799
Луч	ICC-1923
Краснокутский 123	ICC-1194

Молекулярно-генетические исследования на устойчивость к засухе и засолению образцов нута проводились по следующим генам-кандидатам:

CaMYB1 – Транскрипционный фактор MYB (Myeloblastosis), ген-кандидат, связанный с реакцией растений к засухе. Впервые был обнаружен у растений кукурузы *Zeamays* [193]. Белки MYB являются ключевыми факторами в регуляторных сетях, контролирующих развитие, метаболизм и реакцию растений на биотические и абиотические стрессы [194].

CaRab-GTP – Гены внутриклеточного транспорта веществ, кодирующие небольшие белки, связанные с GTP (гуанозинтрифосфатаза). GTP-связанные белки жизненно важны для роста, развития всех эукариот, в том числе и растений, и отвечают за хранение, организацию, передачу сигналов и модулирование экспрессии генов [195]. Гены *CaRab-GTP* участвуют во множественных физиологических процессах, происходящих внутри растительной клетки, и часто показывают значительное усиление экспрессии гена в ответ на биотические и абиотические стрессы [196]. Однако, несмотря на

многочисленные связи, до настоящего времени было недостаточно информации о точных молекулярных механизмах, лежащих в основе их участия в реакциях растений на стресс [197].

CaZnf_CCHC – Ген цинкового пальца (Zinc finger). Семейство генов *CaZnf* – одна из самых больших групп. Кодированные ими белки представляют собой относительно небольшие мотивы, содержащие несколько пальцевидных образований или выступов. Генные домены связывают молекулу цинка и образуют тандемные контакты со своей молекулой-мишенью. Гены *Znf_CCHC* широко распространены и представлены у всех видов растений. Важно отметить, что у ретровирусов также присутствуют белки, содержащие домены CCHC, которые играют важную роль в жизненном цикле вируса [198].

2.5 Методы проведения исследований

Закладка коллекционных и гибридных питомников, полевые учеты и наблюдения проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР 2018 г. [199]. Посев коллекции проводили вручную, повторность двухкратная, расположение делянок рендомизированное [200]. Схема посева 60×10 см на глубину 4-5 см. Площадь делянки – 1 м², число семян 25 шт. Стандарты высевались через каждые 10 изучаемых номеров. В гибридном питомнике растения располагали по схеме: 1 - материнская форма (♀P₁), 2 - гибрид (F_N), 3 - отцовская форма (♂P₂).

Нормативные документы в диссертации: ГОСТ 12038-84 Определение всхожести семян [201], ГОСТ СТ РК 1564-2006 Стандарт по определению качества зерна [202], ГОСТ 10846–91. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка [203], ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян [204].

Фенологические наблюдения проводили на протяжении всего периода вегетации растений нута. За начало фенологических фаз принимали дату вступления в нее 10% растений, а за наступление полных фаз – 75% растений. Отмечали начало фазы всходов при появлении первых листьев и дату фазы полных всходов. Продолжительность вегетационного периода включала период от наступления полных всходов до хозяйственной спелости. Основные фазы нута: всходы, цветение, плодоношение, налив семян и созревание. Начало спелости наблюдали при пожелтении первых двух нижних бобов у 11-15% растений, а уборочную спелость – при созревании большинства бобов [205].

Учет густоты всходов растений, определение полевой всхожести и сохранности растений нута к моменту уборки проводили по всходам и перед уборкой. Подсчитывали число растений на пробных площадках общей площадью 1 м² [206].

Высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба определяли перед уборкой в пяти равноудаленных местах делянки путем измерения линейкой с нулевой отметкой на самом конце. Конец линейки устанавливали на поверхности почвы и измеряли высоту от основания стебля до верхушки растения и до нижнего боба.

Сельскохозяйственную оценку климата рассчитывали по методике

Г.Т.Селянинова – чем ниже гидротермический коэффициент (ГТК), тем засушливее район выращивания растений:

$$ГТК = \frac{r}{0,1 \sum t}$$

где r – сумма осадков в мм за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C ;

$\sum t$ – сумма температур за тот же период, уменьшенная в 10 раз [207].

При анализе структуры урожая нута определяли высоту растений, количество ветвей порядка, высоту прикрепления нижнего боба, число бобов с растения, число семян с растения, семенную продуктивность (урожай семян с растения) и массу 1000 семян.

Полевую оценку на засухоустойчивость по общему состоянию образцов нута выполняли прямым визуальным и описательным методом оценки завядания листьев по девятибалльной шкале устойчивости разработанной ВИР: 1 – очень низкая (все листья высохли, растения погибли), 3 – низкая (увядание всех листьев), 5 – средняя (потеря тургора листовыми пластинками в жаркое время дня, нижние и средние листья высохли, верхние листья зеленые), 7 – высокая (имеются незначительные симптомы угнетения, листья нижнего яруса пожелтели и высохли, листья среднего яруса зеленые), 9 – очень высокая (листья зеленые, продолжается рост растений) [208].

Оценку сортообразцов по устойчивости к засухе, на ранних стадиях развития, проводили в лабораторных условиях по методическим указаниям ВИР 1984 г. [209]. Определяли всхожесть семян в 10,8% растворе сахарозы с осмотическим давлением в 9 атмосфер. Семена проращивали в простерилизованных чашках Петри в климатической камере при температуре $20-21^{\circ}\text{C}$ в течение 6 суток. Процент проросших семян (P , %) в растворе сахарозы по сравнению с контролем вычисляли по формуле А.М. Волковой с соавторами [209]:

$$P = \left(\frac{a}{b} \right) \times 100\%,$$

где a – среднее число семян, проросших в растворе сахарозы;

b – среднее число семян, проросших в контроле.

По проценту проросших семян в растворе сахарозы оценивали засухоустойчивость у сортообразцов нута по шкале из четырех групп: 1 – высокоустойчивые (проросло 85-100% семян); 2 – устойчивость выше средней (проросло 75-84%); 3 – среднеустойчивые (проросло 51-74%); и 4 – слабо- и неустойчивые (проросло 0 – 50% семян).

Лабораторный эксперимент по определению физиологических и анатомо-морфологических признаков засухоустойчивости проводили в контролируемых условиях «Фитотрона». Использовали три группы вазонов ($60 \times 25 \times 25$ см) с почвой из опытного участка КХ "Нива". Растения нута выращивали при температуре 24°C , с интенсивностью света $150 \text{ mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$, с относительной влажностью почвы 60% при ежедневном поливе водопроводной водой [210]. В

контейнере 1 растения росли 9 дней для эксперимента по физиологической оценке засухоустойчивости. Для определения анатомо-морфологических признаков засухоустойчивости использовали растения из контейнера 2 (контроль, с поливом) и из контейнера 3 (опытный, без полива). Растения выращивали в течение одного месяца. В контрольном варианте сохраняли влажность почвы поддерживали на уровне 70% от полной полевой влагоемкости (ППВ). При засухе растения не поливали в течение 10 дней, и почвенная влага достигла уровня 20-25% от ППВ.

Физиологическую оценку устойчивости к обезвоживанию проводили по водоудерживающей способности растений нута. Чем медленнее растения теряли воду, тем выше была их водоудерживающая способность. Для этого использовали метод аккуратного взвешивания надземной части растений нута до и в процессе постепенного обезвоживания. Предварительно срезанные и взвешенные растения оставляли для обезвоживания в слабоосвещенной лаборатории при температуре воздуха +22°C до потери 40-50% воды. Срезанные растения взвешивали через 3, 6, 9 часов после начала опыта. Измерения проводили на 3-х биологических повторностях и вычисляли средний процент потери воды срезанными растениями при обезвоживании по отношению к контролю – свежесрезанным растениям до начала обезвоживания [211].

Анатомо-морфологические признаки засухоустойчивости растений нута изучали с применением светового микроскопа LI-COR (серия LI-6800, США). Эксперимент проводили на листьях среднего яруса растений в фазу образования бобов. Для получения препаратов для микроскопирования использовали методику обработки живых листьев. Для этого каплю бесцветного суперклея наносили на середину здорового листа на растении [212]. После застывания клея, эпидермис, пристыкший суперклеем аккуратно отделяли от оставшихся тканей. Готовый материал помещали на приготовленное предметное стекло микроскопа клеем кверху и определяли число устьиц под микроскопом [212]. Количество устьиц на отделенном эпидермисе указывает на способность растений переносить стресс, т.е. чем больше их количество, тем более засухоустойчивое растение [213].

Индекс устойчивости к засухе (Drought sensitivity index, *DSI*) определяли у растений каждого образца по формуле Фишера и Маурера [214]:

$$DSI = (1 - Y / Y_p) / (1 - X / X_p),$$

где *DSI* - индекс засухоустойчивости;

Y - урожайность сорта в условиях стресса;

Y_p - урожайность сорта без стресса;

X - средняя урожайность по всем сортам при стрессе;

X_p - средняя урожайность по всем сортам без стресса [214].

Оценка солеустойчивости изучаемых сортообразцов нута проводили двумя методами. На стадии проростков определяли влияние NaCl на лабораторную всхожесть семян 258 образцов нута по методу, изложенной

Г.В.Удовенко с соавторами [215]. Солеустойчивость нута по изменчивости признаков первичной корневой системы и побегов определяли по методике В.В. Полевого [208].

Для определения солеустойчивости на ранних стадиях развития растений нута методом проростков измеряли процент прорастания семян в растворах NaCl, по сравнению с прорастанием в воде. Согласно методическим разработкам ВИР [215] для определения образцов с высокой устойчивостью использовали 1,40 %-ный раствор NaCl, что соответствует осмотическому давлению растворов 11 атм. Контроль – дистиллированная вода. Семена предварительно обрабатывали 1%-ным раствором KMnO₄ и раскладывали в чашки Петри между двумя слоями фильтровальной бумаги, увлажненной дистиллированной водой (контроль) или раствором NaCl (опыт). Проращивание семян проводили в климатической камере (GrowthChamber-100 System, LC) при температуре 22±2°C. Каждый вариант был представлен 3-х кратной повторностью, количество семян в каждой повторности – 25 шт. На седьмой день эксперимента подсчитывали процент всхожих семян. Показатель солеустойчивости определяли соотношением средней всхожести семян в опыте по отношению к контролю, выраженной в процентах [216]. Солеустойчивость определяли, как соотношение количества корней, длины проростка и корешков в опыте по отношению к контролю, выраженное в процентах.

Оценку солеустойчивости вегетационным методом [217] проводили на шести отобранных образцах: на трех сортообразцах нута австралийской селекции (Hattrick, Slasher и Rupali), одном образце из Международного центра ICARDA (Genesis 836), одном образце Международной коллекции ICRISAT (ICC-12726) и на стандартном сорте Юбилейный. Выбранные образцы были идентифицированы как генотипы устойчивые к засолению. Для выращивания использовали сосуды диаметром 18 см с вложенными пластиковыми пакетами, заполненными 2,6 кг почвенной смеси BioGro [220]. Семена предварительно проращивали в чашках Петри в течение пяти дней и пересаживали в сосуды (по 4 проростка на сосуд). Через 3 недели проводили поэтапную обработку почвы солевым раствором. Для создания солевого стресса в каждый сосуд два раза в день добавляли 200 мл 150mM раствора NaCl с интервалом в 12 часов в течение 2-х дней и постепенно довели уровень засоления в почве до конечной концентрации 150mM NaCl. Контроль поливали таким же объемом водопроводной воды без NaCl. Уровень засоления в сосудах сохранялся до конца эксперимента [221].

Измерения накопления Na⁺ и K⁺ в листьях методом пламенной фотометрии [222] проводили в полностью развитых листьях, с отобранных с растений нута после одного месяца обработки NaCl. В каждом варианте было восемь повторностей. Биомассу растения [FW] определяли путем взвешивания свежесрезанных растений, а сухую массу [DW] измеряли после их высушивания при 80°C в течение двух дней [222]. Образцы листьев выдерживали в 1%-м растворе HNO₃ объемом 10 мл при 80°C в течение 4-х часов. Концентрацию ионов натрия и калия измеряли с помощью Flame-Photometer (Sherwood, UK, модель 420) и выражали либо в объеме (mM), либо в

граммах (г) [223].

Гибридизацию проводили традиционным способом путем удаления пыльников материнской формы и опыления пылью отцовской формы в момент начала цветения по описанной методике [224].

Частоту положительных трансгрессий и расщепление во втором поколении определяли по методике Г.С. Воскресенской и В.И. Шпота [225]. Характер наследования и степени доминирования определяли по формуле Гриффинга [226]:

$$hp = F - \frac{MP}{P_l} - MP,$$

где hp - индекс доминантности;

F - средний показатель признака у гибрида;

MP - средний показатель родительских форм;

P_l - средний показатель признака лучшей родительской формы.

При этом, если $hp < -1$ наблюдается депрессия; при $-1 < hp < -0,6$ – отрицательное доминирование; $-0,5 > hp > 0,5$ – промежуточное наследование; $0,6 < hp < 1,0$ – положительное доминирование; $hp > 1$ - гетерозис; $hp = 1$ или $hp = -1$ – полное доминирование одного из признаков.

Фенотипическую стабильность оценивали с использованием биplotа GGE (Genotype Plus Genotype – Environment Interaction Biplot) [227].

Молекулярно-генетические исследования сортообразцов нута проводили в лабораторных условиях КАТУ с использованием молекулярных маркеров «Amplifluor» и «Amplifluor-like», основанных на заменах единственного нуклеотида (SNP, Single nucleotide polymorphism) методом ПЦР с универсальными Зондами и серией из трех праймеров [141].

Фенол-хлороформную экстракцию ДНК проводили согласно методики Weining and Langridge, 1991 [228] на образцах листьев, собранных с молодых растений. Листья помещали в подписанные 10-мл пластиковые пробирки и хранили при температуре -20°C до выделения ДНК. Замороженные в жидком азоте образцы листьев измельчали до состояния пудры с помощью двух 8-мм шариков из нержавеющей стали и миксера, не допуская размораживания образцов. После удаления шариков, замороженную пудру быстро переносили в 2-мл микропробирку и добавляли 0,9 мл экстракционного буфера и медленно перемешивали на шейкере 10 минут. Перемешивание продолжали последующие 10 минут после добавления равного объема (0,9 мл) смеси фенола, хлороформа и изоамилового спирта (25:24:1). Смесь центрифугировали в настольной центрифуге при скорости 6000 об./мин. в течение 10 минут и верхнюю водную фракцию аккуратно переносили в чистые 2-мл микропробирки. Далее добавляли 80 мкл ацетата натрия (рН=4.8) и 560 мкл изопропанола. Смесь медленно перемешивали и инкубировали при комнатной температуре в течение 10 минут для преципитации. ДНК осаждали центрифугированием в настольной центрифуге при комнатной температуре, 10000 об./мин. в течение 10 минут. Осадок ДНК промывали 1 мл 70% этанола и вновь осаждали центрифугированием. После подсушивания микропробирки и

испарения этанола, ДНК растворяли в 150 мкл 1/10 ТЕ буфера с добавлением 2,5% РНК-азы. Концентрацию выделенной ДНК измеряли на спектрофотометре NanoDrop (ThermoFisher, США) [228].

Исследования по анализу экспрессии генов в ответ на засоление, засуху и обезвоживание изолированных листьев проводили в лабораторных условиях «Фитотрона». Использовали три группы контейнеров длиной 60 см и шириной 25 см, заполненные почвой с опытного поля КХ «Нива». Предварительно проросшие семена высевали в контейнеры с приготовленной почвой. Контейнеры находились в помещении «Фитотрона» с освещением светодиодными лампами с фотопериодом 12 ч/12 ч, с интенсивностью света $800 \text{ mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Растения выращивали 4 недели с автоматическим контролем температуры 24°C/18°C (день/ночь). Поливали водопроводной водой 2-3 раза в неделю с поддержанием относительной влажности воздуха 40%. Первые образцы листьев отбирали в фазу бутонизации растений. Сбор образцов листьев проводили в специальных перчатках, по трем вариантам и в каждом опыте образцы листьев собирали в 3-х кратной повторности с каждого исследуемого сортообразца индивидуально. День «0»: 1) Группа А – Контроль (без стрессов); 2) Группа Б – Засуха; 3) Группа В – Засоление. Срезанные листья нута помещали в 10-мл пластиковые пробирки, замораживали в жидком азоте и хранили при температуре -80°C. После сбора образцов в День «0», контрольные растения (Группа А) – продолжали поливать, как обычно, а растения в эксперименте с засухой (Группа Б) не поливали. Вариант с засолением (Группа В) – поливали 200 мл раствора 150 mM NaCl в течение двух дней, дважды в день, избегая прямого контакта раствора с растениями. Последующий сбор образцов листьев в опыте с засухой (Группа Б) проводили через 8, 12 и 16 дней с начала первого сбора образцов (День «0»). Сбор образцов листьев в опыте с засолением (Группа В) проводили в четырех временных интервалах – на 8-ой, 12-ый, 16-ый и 24-ый день с начала первого сбора образцов. Контрольные растения (Группа А) собирали на 8-й и 16-й день. Для проведения эксперимента с обезвоживанием изолированных листьев с каждого изучаемого сортообразца отбирали листья в 3-х кратной повторности. Для первого сбора («0» часов) листья срезали и сразу замораживали в жидком азоте. Листья для следующих сборов аккуратно срезали, разделяли на три группы и оставляли на бумажном полотенце для обезвоживания при комнатной температуре 23°C. Второй сбор провели через 3 часа, третий - через 6 часов и четвертый – через 9 часов после начала обезвоживания. Все собранные пробы сразу замораживали в жидком азоте и хранили при температуре -80°C до выделения РНК.

Выделение РНК проводили методом TRIzol экстракции по методике Shavrukov et.al., 2013 с модификациями [229]. Отобранные образцы листьев немедленно замораживали в жидком азоте и измельчали при помощи «Vortex» и металлических шариков. Пудру быстро переносили в 2-мл микропробирку и добавляли 1 мл TRIzol реагента. После перемешивания на «Vortex», образцы помещали на 5 минут в орбитальный миксер. Центрифугировали при скорости 13200 об./мин. в течение 10 минут. Супернатант переносили в 1,5 мл микропробирку, добавляли 200 мкл хлороформа и тщательно перемешивали.

Пробирки со смесью инкубировали в течение 20 минут при комнатной температуре и центрифугировали при максимальной скорости в течение 20 минут. Водную фазу с РНК аккуратно переносили в новую микропробирку и оставляли при комнатной температуре на 15-20 мин. После центрифугирования со скоростью 13200 об./мин. 10 минут, супернатант удаляли, добавляли 1 мл 75% этанола в каждую пробирку и перемешивали. После повторного центрифугирования со скоростью 10000 об./мин. в течение 5 минут, этанол удаляли, подсушивали пробирки на бумажном полотенце в перевернутом состоянии в течение 10-15 минут. После растворения осадка РНК в 150 мкл стерильной воды, концентрацию РНК измеряли на спектрофотометре Nano-Drop (ThermoFisher, США). Качество РНК проверяли на агарозном геле и образцы РНК хранили при температуре -80°C [229].

Генотипирование с использованием молекулярных маркеров «Amplifluor-like SNP» выполняли по методике Myakishev and Khripin, адаптированной для проведения ПЦР в реальном времени на приборе 'QuantStudio7 Flex Real-Time PCR System' (ThermoFisher Scientific, США) и измерением флуоресцентного свечения в планшетах на 96 и 384 образцов, как описано ранее [168].

В эксперименте применяли специально разработанные ген-специфичные маркеры, связанные с важнейшими хозяйственно ценными признаками, а также два флуоресцентно-меченные зонды (FAM и VIC). Для дизайна праймеров использовали олигокалькулятор с применением Баз данных национального центра биотехнологической информации [230] и Chickpea DB [231].

Праймеры изготавливала российская компания «Биосан» (г. Новосибирск). В состав реакционной смеси Мастер-микс входили: 1×PCR-буфер, 2,5 mM MgCl₂, 1 мкл смеси двух флуоресцентных универсальных зондов по 0,25 μM каждый, 0,2 mM dNTP, 1 мкл смеси аллель-специфических праймеров (0,15 μM каждого из двух прямых праймеров и 0,78 μM обратного праймера), 0,02 единицы Taq-полимеразы (ThermoFisher, США). В качестве пассивной контрольной метки в Мастер-микс добавляли 4 мкл Low ROX. Каждая реакция содержала 3 мкл матричной ДНК с концентрацией 20 нг/мкл. ПЦР проводили по опубликованным ранее программам [165, 168].

Генотипирование проводили с амплификацией по следующей программе: начальная денатурация, 95°C - 2 мин; 14 «удвоенных» циклов: 95°C – 10 с; 60°C – 10 с; 72°C – 20 с; 95°C – 10 с; 55°C – 20 с; и 72°C – 50 с; с регистрацией аллель-специфической флуоресценции после каждого цикла.

Анализ семян по определению белка проводили в лаборатории биохимии и технологии качества НПЦЗХ им. А.И. Бараева по нормативным документам: СТ РК 1564-2006 [202], ГОСТ 10846-91 Методы определения белка [203].

Для проведения статистического анализа экспериментальных данных использовали методы дисперсионного анализа по Доспехову [200] с применением программы SNEDECOR. Для вычисления средних значений и стандартных ошибок применяли программное обеспечение ANOVA в Microsoft Excel, оценки значимости вероятностей проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента [232].

3. ИЗУЧЕНИЕ СОРТООБРАЗЦОВ НУТА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

Достижение науки в области генетики и селекции тесно связано с созданием, сохранением и пополнением разнообразного генетического материала, и направлены на выделение генотипов с максимальными адаптационными способностями и хозяйственно ценными признаками. Биологическое разнообразие коллекционного материала дает возможность необходимого подбора родительских пар для скрещиваний, в зависимости от направлений селекционной работы. Для успешного возделывания нута в Северном Казахстане необходимы сорта с высокой продуктивностью, приспособленные к местным природно-климатическим условиям, в том числе к засухе. Объединение нескольких ценных качеств и признаков в одном сорте представляет собой непростую задачу. Исходный материал для гибридизации должен отличаться высокой засухоустойчивостью, пластичностью и адаптивностью к условиям сухостепной зоны. Подбор родительских форм необходимо проводить на основе полного анализа исходного материала и результатов экологических полевых опытов. Сочетание географически удаленных форм и местных сортов нута представляет собой наиболее эффективный селекционный материал. Создание новых сортов путем получения высокопродуктивных гибридов с последующим целенаправленным индивидуальным отбором является основным методом в селекции на устойчивость к неблагоприятным факторам, в том числе к засухе [84].

В 2016 году в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана провели первые испытания 242 сортообразцов нута (*Cicer arietinum* L.) из мировой коллекции ICRISAT из стран Азии, Африки, Европы, Средиземноморья, Америки и бывшего СССР [233, с. 55]. Основная часть коллекции представлена образцами из Индии (91 шт.) и Ирана (67 шт.). Остальная часть коллекции происходит из Афганистана, Сирии, Эфиопии, Марокко, Турции, Пакистана, Мексики и других стран, где выращивают нут (Приложение Б), (рисунок 1).

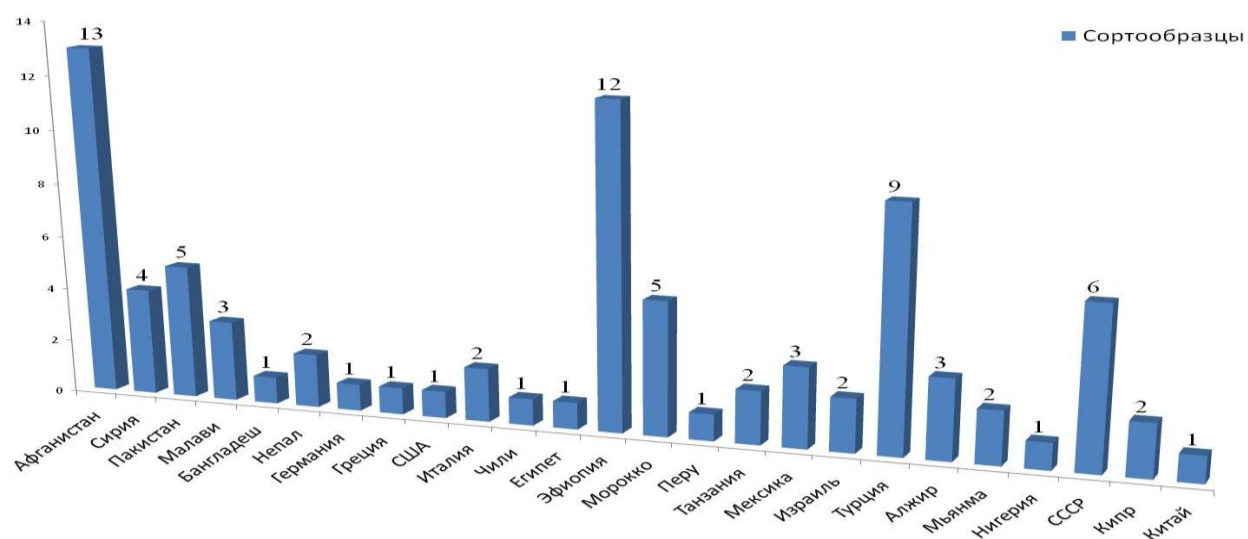


Рисунок 1 - Происхождение коллекционных сортообразцов нута, 2016-2017 гг.

В 2017 году изучаемая мировая коллекция нута дополнилась 43 образцами из ВИРа, селекционных центров Казахстана и ближнего зарубежья: России, Украины, Азербайджана, Армении и Узбекистана.

Таким образом, на период работы 2018-2020 годов, объектом исследований послужили 256 образцов нута двух экотипов «Кабули» и «Дези» отечественной и зарубежной селекции различного эколого-географического происхождения из стран Европы, Северной Америки, Сирии, Пакистана, Индии, Ирана и т.д. (рисунок 2).

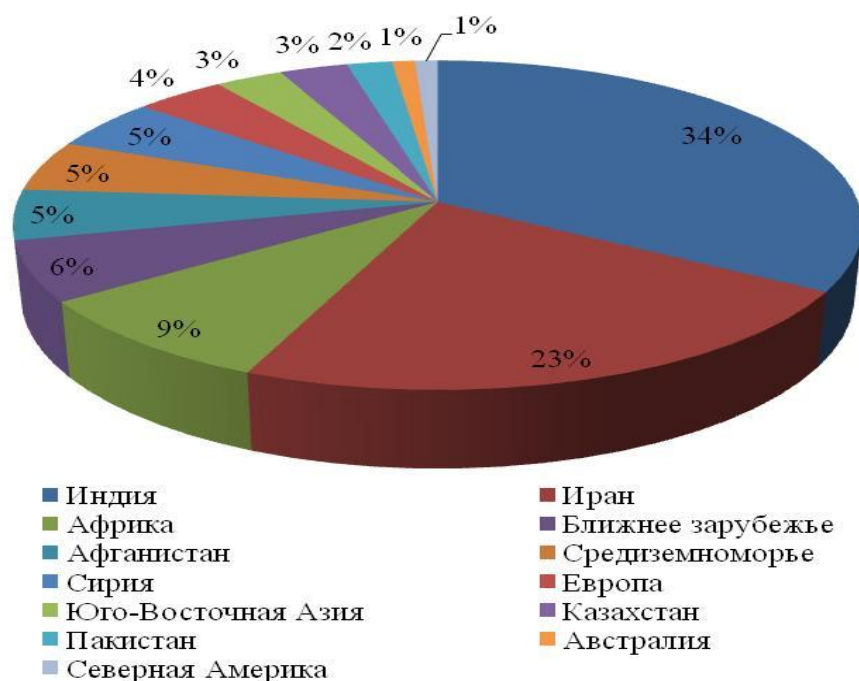


Рисунок 2 - Эколого-географическое происхождение образцов коллекции нута 2018-2020 гг.

По данным рисунка 2, основной процент составляют сортообразцы из Индии - 34%, Ирана – 23%. Африканская коллекция (9%) представлена сортообразцами из Алжира (2), Египта (1), Марокко (5), Нигерии (1), Танзании (2) и Эфиопии (11). Образцы из ближнего зарубежья, а именно из Азербайджана, Армении, России, Узбекистана и Украины составили 6% из общего количества изучаемого материала. Сирия и страны Средиземноморья, такие как Кипр, Израиль и Турция, занимают каждая по 5%. Долю в 4% процента составляют сортообразцы из Европы. Приблизительно равная доля в 3% выпадает на Казахстан и Юго-Восточную Азию. Пакистан – 2%, а сортообразцы из Австралии и Северной Америки не более 1%.

3.1 Сравнительный анализ и отбор хозяйственно ценных сортообразцов нута

Биологическое разнообразие исследуемых коллекционных образцов из разных стран предоставляет возможность комплексного отбора родительских форм. Скрещивание отдаленных эколого-географических форм позволяет

создавать высокопродуктивные сорта, устойчивые к неблагоприятным условиям окружающей среды [234].

В сложных климатических условиях Северного Казахстана вегетационный период имеет важное значение в формировании элементов продуктивности растений. Оптимальная продолжительность вегетационного периода позволяет растениям эффективно реализовать биологический потенциал продуктивности и максимально избежать влияния абиотических и биотических стрессов [235]. Вегетационный период сельскохозяйственных растений является показателем возможности сорта адаптироваться к условиям данной зоны, оптимальное развитие растений возможно лишь при определенном сочетании условий окружающей среды. Продолжительность периода роста и развития растений сортообразцов должна сочетаться с благоприятными климатическими условиями данной зоны [236].

Таким образом, вегетационный период отражает способность растений адаптироваться и избегать отрицательного влияния неблагоприятных условий окружающей среды. Наибольший урожай у зерновых и зернобобовых культур можно получить при максимальной влажности в первую половину вегетации и при пониженной влажности во второй половине вегетации, так как увеличение влажности в этот период удлиняет созревание и осложняет уборку урожая [237]. По данным В.В. Балашова [5, с.183], при созревании растения нута испытывают меньшую потребность во влаге, а высокие температуры воздуха в это время приводят к снижению урожая, вследствие уменьшения фазы налива семян.

В полевых условиях провели испытания 256 образцов и линий нута иностранного и местного происхождения. В 2018-2020 годах исследуемые в коллекционном питомнике образцы нута из разных эколого-географических групп показали большое разнообразие по продолжительности вегетационного периода и фенологических фаз. Такие различия указывают на существенное влияние условий окружающей среды на проявление различных признаков у изучаемых сортообразцов нута. Важно принять во внимание, что для эффективной интродукции генотипов нута в новых условиях выращивания, растения должны пройти все фазы развития в полном объеме без значительных отклонений [100, с.14].

Резко континентальный климат Северного Казахстана характеризуется сильными ветрами и недостатком атмосферных осадков. Поэтому одной из основных задач, стоящих перед растениеводством и отечественным сельским хозяйством, является создание скороспелых сортов зерновых и бобовых культур с успешным сочетанием в одном сорте короткого вегетационного периода и высокой продуктивности [238]. Сумма биологических температур, необходимая для созревания нута, по данным агроклиматического справочника Северного Казахстана, составляет: 1400°C – для раннеспелых, 1500°C – среднеспелых и 1600°C – для позднеспелых культур [187, с. 28].

В условиях Северного Казахстана, предпочтительны сорта с укороченным вегетационным периодом развития, так как это позволяет растениям завершить рост и развитие в условиях коротких безморозных

периодов поздней весной и осадков ранней осенью, избегая неблагоприятное влияние факторов окружающей среды, влияющих на урожайность и качество семян. В связи с этим необходимы раннеспелые сорта для полноценного созревания семян и получения высококачественного урожая [239].

В результате проведения фенологических наблюдений в опытах в климатических условиях 2018-2020 гг. исследований по скороспелости выделили 46 коллекционных образцов нута, преимущественно индийского происхождения (таблица 6). Среднеранний стандарт Икарда 1 за три года показал сумму активных температур равной 1378°C при созревании семян за 70 суток. Раннеспелые образцы нута созревали за 66-74 дней вегетации, набрав сумму необходимых биологических температур от 1348 до 1457°C (Приложение В).

Таблица 6 - Раннеспелые образцы нута с периодом вегетации 66-74 дней, 2018-2020 гг.

Название образцов	Происхождение	Биологическая сумма температур, °С
Икарда 1, ст.	Казахстан	1378
ICC-2072, ICC-1356, ICC-13124, ICC-14799, ICC-2242, ICC-1510, ICC-14669, ICC-15618, ICC-12928, ICC-4533, ICC-1194, ICC-1431, ICC-10945, ICC-11498, ICC-440, ICC-1230, ICC-1715, ICC-1205, ICC-5613, ICC-1923	Индия	1378-1452
ICC-7150, ICC-4495	Турция	1382-1438
ICC-14077, ICC-8621	Эфиопия	1432-1448
ICC-3325	Кипр	1428
ICC-11284	USSR	1453
ICC-4182, ICC-13764, ICC-7052, ICC-2507	Иран	1390-1439
Луч, Тассай, Лин-С93	Казахстан	1350-1414
ICC-2210	Алжир	1357
ICC-9590	Египет	1348
ICC-1164	Нигерия	1434
ICC-8752, ICC-9643, ICC-9712, ICC-8855, ICC-7305, ICC-8718	Афганистан	1402-1441
Золотой Юбилей, Приво 1	Россия	1401-1453
ICC-8515	Греция	1455
К-3500	Украина	1457

По данным проведенных экспериментов, для селекции на скороспелость можно выделить следующие сортообразцы нута индийской селекции: ICC-1510, ICC-13124, ICC-2072, ICC-14799, а также ICC-3325 (Кипр) и ICC-4495

(Турция) [233, с.56]. Данные образцы достигли стадии созревания наравне со стандартным сортом Икарда 1, у которого период вегетации в 2018 году составил 76 суток, а в 2019 и 2020 годах - 69 и 65 суток, соответственно.

При селекции на скороспелость образцы для скрещиваний должны иметь разную продолжительность вегетационных периодов для получения скороспелых сортов с высокой урожайностью [58, с.36]. Длина вегетационного периода должна быть оптимальной и соответствовать конкретным климатическим особенностям региона выращивания. В условиях Северного Казахстана важно адаптивное формирование куста, закладка генеративных органов, но в то же время в производстве возникает потребность в раннеспелых сортах. В данной ситуации такие раннеспелые сорта смогут снизить риск и могут быть более перспективными, а также засухоустойчивыми с эффективным использованием запасов осенне-зимне-весенней влаги [240]. По данным литературных источников, скороспелые формы характеризуются коротким межфазным периодом развития "всходы-цветение" [241]. Данные исследования нашли подтверждение и в наших работах, выше приведенные признаки проявились на высокопродуктивных сортообразцах агроэкологической группы нута из Эфиопии, Индии и Ирана (таблица 7), (Приложение В).

Таблица 7 - Выделившиеся по урожайности раннеспелые сортообразцы из мировой коллекции нута, 2018-2020 гг.

Образец	Происхождение	Вегетационный период, сут.		Урожайность, г/м ²				
		Всходы-цветение	Цветение-созревание	2018	2019	2020	Среднее	Отклонение от ст., ±г/м ²
Икарда 1, ст.	Казахстан	31	39	235	232	221	229	
ICC-9590	Египет	29	40	293	237	200	243	+14
ICC-13764	Иран	30	42	367	361	315	348	+119
ICC-1356	Индия	29	40	259	237	240	245	+16
ICC-2072	Индия	28	42	288	262	273	274	+45
ICC-7150	Турция	28	44	207	181	168	186	-43
ICC-8621	Эфиопия	27	47	250	275	253	260	+31

Большой интерес для селекции представляют образцы нута ICC-9590, ICC-13764, ICC-1356, ICC-2072, и ICC-8621, которые отличились коротким периодом "всходы-цветение" и удлиненным - "цветение-созревание" [189, с. 58]. Отмеченные образцы проявили себя как высокоурожайные в резко-континентальном климате Северного Казахстана, превысив по продуктивности стандарт Икарда 1 в среднем от 14 до 119 г/м² за три года проведения экспериментов (2018-2020 гг.).

Урожайность растений во многом зависит от густоты стояния, и относительно высокие адаптивные показатели растений по отношению к

окружающей среде подтверждаются довольно высокой сохранностью растений [242].

По результатам проведенных исследований в 2018-2020 гг., в различных условиях увлажнения сухостепной зоны Северного Казахстана высокую адаптивность проявили в основном образцы казахстанской селекции и из ближнего зарубежья. Так, казахстанский Тассай оказался наиболее пластичным со стандартным отклонением 1,6%, и в среднем за годы исследований превысил среднеранний стандарт Икарда 1 на 10,9 %, а сортообразец армянской селекции К-3194 превысил среднепоздний стандарт Краснокутский 123 на 21,1% (таблица 8), (Приложение Г). Из образцов нута иностранной селекции выделились сортообразцы индийской - ИСС-12916 (76,5%) и иранской - ИСС-1710 (74,7%) селекции, превысив по коэффициенту адаптации среднеспелый стандарт Юбилейный +31,2+29,4% соответственно. Из среднепоздних отличился ИСС-2919 в среднем за годы исследований, превысив стандарт Краснокутский 123 на 26,5 % [242, с. 391].

Таблица 8 - Образцы нута, выделившиеся по сохранности и коэффициенту адаптации, 2018-2020 гг.

Сорт, образец	Происхождение	Сохранность, %	Коэффициент адаптации, %
Раннеспелые			
Икарда 1, ст.	Казахстан	80,9 ± 8,4	57,6 ± 12,8
ИСС-1356	Индия	89,2 ± 5,7	66,3 ± 10,4
Тассай	Казахстан	85,1 ± 0,3	68,5 ± 1,6
Приво 1	Россия	86,4 ± 12,9	64,8 ± 6,2
Луч	Казахстан	87,6 ± 11,6	66,4 ± 6,5
Среднеспелые			
Юбилейный, ст.	Россия	81,8 ± 12,7	45,3 ± 12,9
ИСС-12916	Индия	87,1 ± 4,4	76,5 ± 5,6
ИСС-1710	Индия	86,8 ± 10,6	74,7 ± 3,4
Дуэт Азии	Казахстан	85,2 ± 6,8	77,2 ± 7,8
ИСС-3218	Иран	89,0 ± 6,5	76,7 ± 2,9
Камила 1255	Казахстан	87,6 ± 9,7	78,1 ± 10,0
Среднепоздние			
Краснокутский 123, ст.	Казахстан	79,0 ± 11,5	52,0 ± 21,2
ИСС-1398	Индия	83,7 ± 3,4	76,0 ± 8,8
ИСС-2919	Иран	84,0 ± 10,9	78,5 ± 8,5
ТН-45/0-01	Азербайджан	86,6 ± 6,5	72,8 ± 6,1
К-3194	Армения	83,2 ± 3,2	73,1 ± 6,3
ИСС-1098	Иран	81,1 ± 4,8	74,1 ± 3,8

Урожайность образцов мировой коллекции нута в условиях Северного Казахстана изменялась по годам. При анализе данных полевых испытаний в 2018-2019 гг. использовали показатель урожайности с квадратного метра, выраженный в процентах к стандарту. Так, в группу с урожайностью меньше 65% вошли 40 образцов, в группу с урожайностью 65-75% вошли 18 образцов, в группу 76-85% вошли 30 образцов, в группу 86-95% вошли 26 образцов, в

группу 96-105% вошли 34 образца, и в группу 106-115% вошли 52 образца [233, с. 57].

Показатели средней урожайности за 2018-2020 годы являются достаточно репрезентативными. По результатам трехлетнего изучения коллекции нута, выделили один сорт российской селекции и 5 образцов зарубежной селекции, отличившиеся высокой урожайностью и достоверно превысившие среднеранний стандарт Икарда 1 от 30 до 147 г/м² (таблица 9), (Приложение Д). К выделенным ценным растениям нута, которые отличились ранним созреванием и высокой продуктивностью, можно отнести следующие сорта и образцы: индийской селекции – ИСС-1431 и ИСС-4533; иранской селекции – ИСС-13764, эфиопской селекции – ИСС-8621 и российский сорт Приво 1. При этом, скороспелый образец ИСС-2072 проявил себя и как продуктивный.

Таблица 9 - Сортобразцы мировой коллекции нута, выделившиеся по урожайности, 2018-2020 гг.

Сорт/образец	Происхож- дение	Вегетационный период, сутки			Урожайность, г/м ²				Откло- нение от ст. ±, г/м ²
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	
Раннеспелые									
Икарда 1, ст.	Казахстан	76	69	65	235	232	221	229	
ИСС-1431	Индия	79	72	67	404	387	336	376	+147
ИСС-8621	Эфиопия	82	71	68	250	275	253	259	+30
ИСС-2072	Индия	77	66	66	288	262	273	274	+45
ИСС-4533	Индия	77	70	70	298	304	311	304	+75
ИСС-13764	Иран	77	70	69	367	361	315	348	+119
Приво 1	Россия	80	72	69	286	274	313	291	+62
НСР ₀₅					3,31	2,13			
Среднеспелые									
Юбилейный, ст.	Россия	85	76	75	190	184	274	216	
ИСС-3218	Иран	85	76	76	275	317	279	291	+75
ИСС-1161	Пакистан	86	77	75	286	283	296	289	+73
ИСС-8740	Афганистан	90	74	75	271	259	353	294	+78
ИСС-9872	Афганистан	82	76	77	291	303	274	289	+73
ИСС-1710	Индия	91	76	74	304	297	263	288	+72
НСР ₀₅					2,41	3,06			
Среднепоздние									
Краснокутский 123, ст.	Россия	90	85	86	195	187	262	215	
ИСС-9586	Индия	93	82	83	350	346	357	351	+136
ИСС-2919	Иран	91	79	80	346	327	245	306	+91
ИСС-15697	Сирия	105	89	98	337	328	237	301	+86
НСР ₀₅					2,12	3,37			

В среднеспелой группе по урожайности выделили следующие сортообразцы, превысившие стандартный сорт Юбилейный: ИСС-3218 (Иран), ИСС-8740 и ИСС-9872 (Афганистан). Стабильную продуктивность в среднем за 3 года проявили ИСС-1161 (Пакистан) и ИСС-1710 (Индия).

По характеристикам сорт Краснокутский 123 представлен как среднеспелый сорт, но в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана он созревал гораздо позже, поэтому в представленной работе он представлен как среднепоздний стандарт. Максимальная урожайность среди сортообразцов среднепоздней группы отмечена у образца из Индии ИСС-9586 (+136 г/м²), иранской селекции ИСС-2919 (+91 г/м²) и сирийской селекции ИСС-15697 (+86 г/м²) [233, с. 58].

Продуктивность урожайных образцов нута среднеранней группы связана с количеством семян с растения, которая в среднем за 3 года составляет от 95,0 до 136,7 (Приложение Д). Исключение представлял образец ИСС-2072 (Индия), который как во влажный, так и в засушливый период проявил меньшую озерненность (77,8 шт), но имел высокую массу 1000 семян (251,8 г). Сортообразцы ИСС-1431 (Индия) и ИСС-13764 (Иран) отличались по количеству и массе семян с растения, превысив стандартный сорт Икарда 1 на 37,3-37,7 шт. и на 11,7-8,9 г, соответственно. Выделившийся продуктивный сорт Приво 1 проявил высокие показатели ветвистости по годам, НСР_{0,5} в 2018 и 2019 годах были 0,5 и 0,4, соответственно (таблица 10), (Приложение Е).

Таблица 10 – Наименьшая существенная разница (НСР_{0,5}) хозяйственно-ценных признаков мировой коллекции нута по группам спелости, 2018-2019 гг.

Признаки	Группа спелости					
	раннеспелые		среднеспелые		среднепоздние	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Число ветвей I порядка	0,5	0,4	0,6	0,6	0,2	0,7
Высота растений	2,8	1,0	2,4	2,1	2,8	2,1
Число семян с растения	1,7	2,7	1,9	2,2	2,0	2,3
Масса семян с растения	1,4	0,8	0,9	0,7	1,8	0,5
Масса 1000 семян	3,6	3,3	2,8	2,9	3,1	3,2

В среднеспелой группе, почти все образцы превысили стандарт Юбилейный по числу семян с растения, причем образец пакистанской селекции ИСС-1161 отличился также и массой семян с растения. Образец индийской селекции ИСС-1710 с количеством ветвей 3,2 шт. показал хорошую отзывчивость на обеспеченность влагой (таблица 11), (Приложение Д, Е).

Среднепоздние сортообразцы отличались повышенной ветвистостью – от 2,7 до 3,4. Так, образец ИСС-15697 (Сирия) достоверно превысил стандарт Краснокутский 123 на 64,5 г., образовав массу 1000 семян с растения в 311,8 г. Урожайность образца из Индии ИСС-9586 сформировалась благодаря высокому

показателю числа семян с растений [233, с. 58].

Таблица 11 - Основные элементы продуктивности сортообразцов нута, 2018-2020 гг.

Сорт/образец	Число растений к уборке, шт./м ²	Число ветвей I порядка, шт.	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
Раннеспелые					
Икарда 1, ст.	15±3	2,5±0,1	99,0±2,3	16,9±3,1	162,4±2,8
ICC-1431	14±1	2,8±0,5	136,3±3,5	28,6±3,4	220,1±3,1
ICC-8621	16±1	2,5±0,2	99,1±1,6	16,2±0,4	163,5±2,6
ICC-2072	14±1	2,6±0,5	77,8±0,2	19,7±0,5	251,8±2,2
ICC-4533	16±2	2,7±0,4	113,9±2,5	19,1±1,5	168,7±2,5
ICC-13764	14±1	2,6±0,4	136,7±3,1	25,8±3,7	192,4±1,9
Приво 1	17±2	2,8±1,0	95,0±3,4	17,7±0,7	183,9±2,6
Среднеспелые					
Юбилейн., ст.	11±3	2,2±0,2	89,8±1,9	20,2±1,6	238,3±2,5
ICC-3218	19±1	2,8±0,4	150,0±2,0	15,3±0,7	118,6±3,7
ICC-1161	13±1	2,2±0,5	153,7±3,2	22,2±1,1	148,0±3,0
ICC-8740	15±3	2,8±0,1	102,0±4,0	19,9±2,3	184,7±2,2
ICC-9872	17±1	2,4±0,1	119,3±1,1	18,0±2,1	156,8±2,1
ICC-1710	19±1	3,2±0,6	84,6±1,9	15,3±0,5	179,9±3,0
Среднепоздние					
Краснокут. 123, ст.	13±5	2,4±0,3	77,9±2,3	18,5±3,6	247,3±1,8
ICC-9586	16±1	3,2±1,5	140,3±2,2	22,4±0,9	161,8±3,4
ICC-2919	20±2	2,7±0,1	78,4±1,7	15,4±2,1	225,2±1,6
ICC-15697	9±1	3,4±0,8	115,5±0,8	34,8±2,0	311,8±3,8

Биометрические показатели нута, такие как высота растений и высота прикрепления нижнего боба являются важными селекционными признаками. Одним из основных требований при определении пригодности растений нута к механизированной уборке, является высота прикрепления нижнего боба не ниже 15 см. Полученные данные указывают на тесную взаимосвязь высоты прикрепления нижнего боба и высоты растений. Средняя высота прикрепления нижнего боба в среднем по коллекции составила 14,0 см, что составило 39% от общей высоты растений. Коллекционные сортообразцы иностранного происхождения составили три группы: (1) с высотой прикрепления нижнего боба менее 10 см; (2) от 10,1 до 15,1 см; и (3) больше 15,1 см (таблица 12), [233, с. 60].

В соответствии с таблицей 12 наибольшую высоту прикрепления нижнего боба, в основном, проявили образцы казахстанской селекции и из ближнего зарубежья. Анализ высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба показал, что в группе раннеспелых почти все образцы показали достоверное превышение над стандартом Икарда 1, тогда как в среднеспелой группе эти

показатели находятся наравне со стандартом.

Таблица 12 - Биометрические показатели сортообразцов нута в сухостепной зоне Северного Казахстана, 2018-2020 гг.

Сорт/образец	Происхождение	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба		Вегетац. период, дней
			см	% от высоты растения	
Раннеспелые					
Икарда 1, ст.	Казахстан	37,6±1,1	19,7±0,9	52,4	70,0±5,6
ICC-8515	Греция	41,7±0,9	20,0±1,3	48,0	74,0±5,3
Тассай	Казахстан	50,4±4,7	22,2±1,5	44,0	69,3±4,2
Луч	Казахстан	48,9±0,6	21,9±0,9	44,8	68,0±4,4
Зол. Юбилей	Россия	49,7±0,5	22,6±1,9	45,5	71,3±12,3
Среднеспелые					
Юбилейн., ст.	Россия	49,6±1,7	22,0±1,3	44,4	78,7±5,5
Линия С 29	Украина	52,1±4,1	22,6±0,9	43,4	80,0±8,7
Лин С 87	Казахстан	49,2±1,1	22,3±0,3	45,3	81,3±10,1
К-272	Узбекистан	48,2±1,6	22,4±2,0	46,5	78,7±7,2
Камила 1255	Казахстан	49,7±4,7	23,6±0,8	47,5	81,0±9,5
Дуэт Азии	Казахстан	49,3±4,8	21,6±1,2	43,8	78,3±6,1
ICC-13599	Иран	45,1±1,6	20,8±1,7	46,1	80,0±7,8
Среднепоздние					
Красн. 123, ст.	Россия	46,8±2,2	21,9±1,6	46,8	87,0±2,6
ICC-4418	Иран	48,5±0,8	22,6±0,9	46,6	94,0±11,3
Мальхотра	Сирия	51,9±1,3	23,1±1,4	44,5	89,3±3,1
28-Б	Украина	49,8±7,4	22,7±0,8	45,6	90,0±2,6
ТН-45/0-01	Азербайджан	54,8±4,6	22,3±0,2	40,7	86,3±0,6
ICC-9402	Иран	50,8±1,9	24,2±1,2	47,6	95,3±18,8

Раннеспелый сортообразец ICC-8515, а также позднеспелые ICC-4418 и ICC-9402 отличились по признаку расположения нижнего боба ближе к середине растения по высоте, что представляет наибольший интерес для селекции нута на пригодность к механизированной уборке [233, с. 61].

Итак, образцы нута, выделившиеся в результате данных экспериментов, могут быть рекомендованы для широкого применения в селекции в качестве источников хозяйственно ценных признаков.

3.2 Оценка коллекции нута на устойчивость к засухе лабораторными методами и в полевых условиях

Для массовой оценки относительной засухоустойчивости использовали различные косвенные методы [209].

Эксперимент, основанный на прорастании семян в растворе сахарозы, проводили на 258 образцах мировой коллекции нута из Индии, Ирана, Сирии, Афганистана, Пакистана, Казахстана и Ближнего зарубежья (рисунок 3). В качестве стандартов использовали районированные сорта российской селекции Краснокутский 123 и Юбилейный, а также казахстанский сорт Икарда 1.

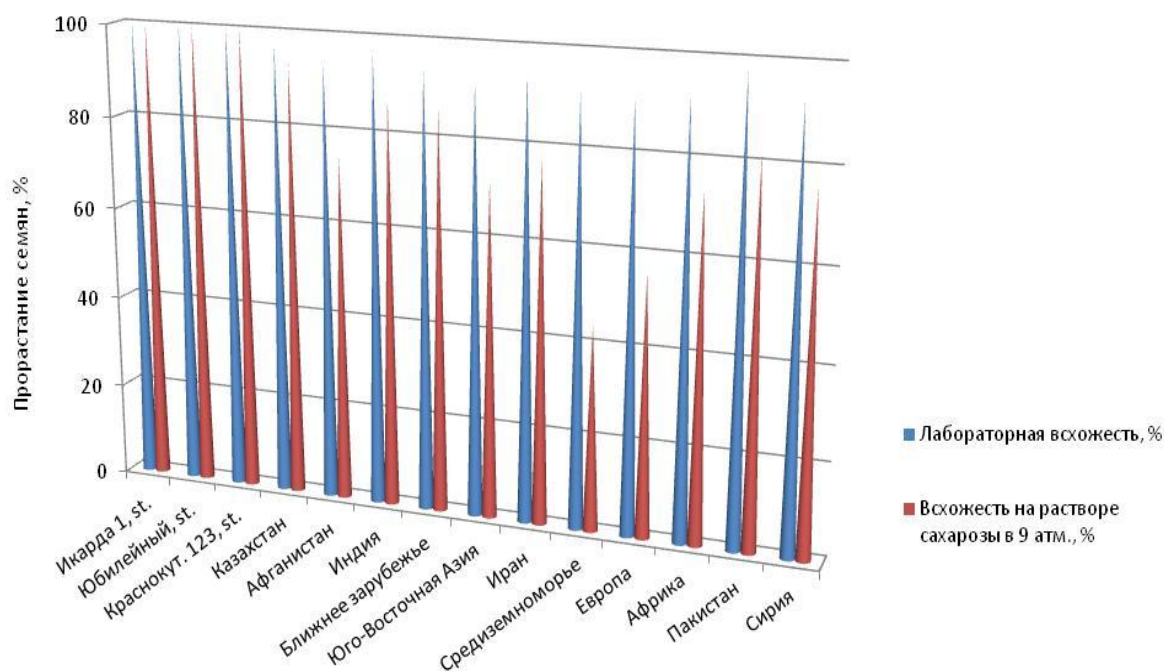


Рисунок 3 - Определение засухоустойчивости сортообразцов мировой коллекции нута при прорастании семян в растворе сахарозы, % к контролю

Данный лабораторный метод проращивания семян нута в растворе сахарозы позволил оценить сортообразцы по засухоустойчивости уже на ранней стадии развития проростков. Результат скрининга сортообразцов мировой коллекции нута иностранного и местного происхождения позволил распределить их по группам. В первую группу вошли устойчивые к засухе образцы с наибольшей всхожестью семян в растворе сахарозы от 85 до 95% по отношению к контролю. В наших исследованиях такими сортообразцами оказались образцы из Индии (87%), Казахстана (94%) и ближнего зарубежья (86%). Вторую группу засухоустойчивых генотипов нута со всхожестью выше средней (от 75 до 84%) составили образцы из Афганистана (75%), Ирана (77%), Пакистана (82%) и Сирии (76%). В третьей группе оказались среднеустойчивые образцы с 51-74%-ой всхожестью из Африки (74%), Европы (56%) и Юго-Восточной Азии (72%). Устойчивость ниже средней выявлена среди малочисленной группы средиземноморских образцов [242, с. 392].

Для изучения отдельных механизмов засухоустойчивости полевых культур ученые с давних пор применяли лабораторно-аналитические методы оценки образцов [208, 116]. В представленной работе один из таких лабораторных методов оценки водоудерживающей способности растений проводили на свежесрезанных и взвешенных листьях нута. В результате проведенного эксперимента по обезвоживанию срезанных растений нута, процент потери влаги у всех высокоурожайных образцов составил менее 50%, что указывает на их высокую степень устойчивости засухе и обезвоживанию. Лучшие показатели сохранения влаги были у образцов ICC-1431 (Индия) и ICC-13764 (Иран). Высокую способность регулировать водный режим

проявили образцы К-3500 и 28-Б (Украина), Луч и Камила 1255 (Казахстан), Золотой Юбилей (Россия), ИСС-15435 (Марокко), ИСС-9586 и ИСС-12916 (Индия), ИСС-2919 и ИСС-2593 (Иран), ИСС-1161 (Пакистан) и ИСС-15697 (Сирия). С другой стороны, самыми чувствительными оказались образцы ИСС-15518 (Марокко), ИСС-8318 (Индия) и ИСС-13187 (Иран) [243, с. 170].

Изучение защитных механизмов у целых растений нута по числу устьиц на листьях показало достоверное увеличение их числа при засухе по сравнению с контролями у образцов ИСС-1431, ИСС-13764, ИСС-15435 и К-3500. Это указывает на способность растений нута быстрее приспосабливаться к условиям водного дефицита. У остальных образцов только отметили тенденцию к увеличению количества устьиц. В среднем число устьиц варьировало в пределах 5,6-15,7 шт. в контролях и 6,9-18,8 шт. на единицу листовой поверхности в условиях засухи [243, с. 171].

Физиологические, анатомо-морфологические и полевые оценки засухоустойчивости тесно взаимосвязаны, т.к. они характеризуют растения нута в различных условиях [208]. Методы лабораторной оценки устойчивости растений к обезвоживанию на растворах сахарозы по водоудерживающей способности листьев и по количеству устьиц положительно коррелировали с полевым методом. В результате экологического испытания мировой коллекции нута в контрастные по влагообеспеченности 2018-2020 годы выделили наиболее урожайные образцы устойчивые к засухе. Полевая оценка засухоустойчивости сортообразцов мировой коллекции нута представляла в основном высокие баллы - от 6,0 до 9,0 баллов (Приложение Ж). Суммарная оценка конечных результатов лабораторных и полевых методов определения засухоустойчивости и продуктивности сортообразцов нута в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана за 2018-2019 гг. представлена в таблице 13.

По данным трехлетних полевых испытаний коллекционных сортообразцов (2018-2020) средняя урожайность индийской коллекции нута варьировала в пределах 50-376 г/м² (Приложение Д). Урожайность сортообразцов из Ирана колебалась от 75 до 348 г/м², а из Африки – от 84 до 265 г/м². Урожайность образцов из ближнего зарубежья варьировала от 37 до 291 г/м². Страны средиземноморья показали урожайность в пределах 47-245 г/м². Немногочисленные группы из зарубежных сортообразцов хорошо адаптировались к условиям сухостепной зоны Северного Казахстана проявив продуктивность на уровне средней и выше. Это сортообразцы из: Европы (41-255 г/м²), Юго-Восточной Азии (192-297 г/м²), Афганистана (185-294 г/м²), Пакистана (154-289 г/м²), Сирии (73-301 г/м²) и Северной Америки (125-202 г/м²).

В целом стоит отметить, что высокоурожайных сортообразцов больше всего в эколого-географических группах из стран Индии, Ирана, Сирии, Африки, стран ближнего зарубежья и Казахстана. Селекционные центры этих стран имеют ценный генетический материал нута, который необходимо использовать для создания продуктивных отечественных сортов, адаптированных к засушливым условиям сухостепной зоны Северного Казахстана (Приложение Ж) [243, с. 173].

Таблица 13 - Показатели засухоустойчивости и урожайности сортообразцов нута в результате изучения в полевых условиях сухостепной зоны Северного Казахстана и в лаборатории (2018-2020)

Сорт/образец	Происхождение	Урожайность, г/м ²			DSI*	Устойчивость, балл	P**, %	Шкала устойчивости	BC***, %	СЧУ****, шт.
		2018 г.	2019 г.	Ср.						
Раннеспелые										
Икарда I	Казахстан	235	231	233	0,08	9	100	I	35,4	12,3
ICC-1431	Индия	415	375	395	0,35	9	100	I	38,7	18,2
Золотой Юбилей	Россия	292	204	258	0,57	9	89,4	I	39,1	11,9
К-3500	Украина	255	254	254	0,03	9	90,8	I	34,0	13,5
ICC-13764	Иран	385	343	364	0,13	9	87,1	I	41,3	13,5
Луч	Казахстан	295	247	271	0,07	9	97,2	I	32,9	10,6
Среднеспелые										
Юбилейный, ст.	Россия	195	177	186	0,26	8	100	I	46,8	15,1
ICC-12916	Индия	334	284	309	0,94	9	85,7	I	43,8	10,9
ICC-2593	Иран	343	277	310	0,01	9	91,7	I	49,2	9,9
ICC-1161	Пакистан	294	276	285	0,09	9	68,0	III	39,7	8,8
ICC-13187	Иран	99	89	94	0,66	9	54,8	III	53,2	6,9
ICC-15435	Марокко	83	79	81	0,68	9	100	I	41,9	18,8*
Камила 1255	Казахстан	296	288	292	0,03	9	93,9	I	39,6	10,7
Среднепоздние										
Краснокутский 123, ст.	Россия	201	181	191	0,38	9	100	I	42,7	11,3
ICC-9586	Индия	397	299	348	0,13	9	93,1	I	38,9	7,5
ICC-2919	Иран	385	287	336	0,54	9	83,7	I	42,0	8,1
28-Б	Украина	285	251	268	0,31	9	89,9	I	39,7	9,8
ICC-15697	Сирия	344	321	332	0,27	9	84,4	I	48,4	7,7
ICC-8318	Индия	295	249	272	0,71	9	88,9	I	47,1	6,9
ICC-15518	Марокко	109	97	103	0,22	9	80,9	II	53,8	7,9
DSI* - индекс засухоустойчивости; P** - проросшие в сахарозе семена, в процентах к контролю; BC*** - водоудерживающая способность растений нута. %; СЧУ*** - среднее число устьиц, шт.										

В результате проведения скрининга сортообразцов нута на устойчивость к засухе из группы раннеспелых образцов наиболее устойчивыми оказались следующие образцы: ICC-1431 (Индия), ICC-13764 (Иран), Золотой Юбилей (Россия), К-3500 (Украина) и Луч (Казахстан). Процент всхожести в растворе сахарозы у них составил от 87,1 до 100% [242, с. 392]. Кроме того, образцы нута ICC-1431, К-3500 и Луч показали себя как устойчивые к обезвоживанию, проявив высокую водоудерживающую способность. Среднеспелая группа представлена образцами Камила 1255 (Казахстан), ICC-15435 (Марокко), ICC-2593 (Иран), ICC-12916 (Индия). Показатели индекса засухоустойчивости у них были на уровне 0,03-0,94, всхожесть на растворе сахарозы – от 85,7 до 100% и 9-бальные полевые оценки устойчивости к засухе. Особо следует отметить сортообразец ICC-15435, который проявил высокую адаптационную способность к засухе, при дефиците воды достоверно увеличив количество

устьиц на единицу листовой поверхности (18,8 шт.). Среднепоздние сортообразцы нута ICC-15697 (Сирия), 28-Б (Украина), ICC-9586, ICC-2919 и ICC-8318 (Индия) проявили устойчивость к обезвоживанию выше среднего, индекс засухоустойчивости составил от 0,13 до 0,71. Таким образом, суммарный анализ проведенных экспериментов позволяют сделать вывод о том, что результаты оценки сортообразцов нута на засухоустойчивость в полевых условиях в течение двух контрастных по влагообеспеченности лет коррелируют с результатами их лабораторного анализа по признакам устойчивости к засухе и обезвоживанию [243, с. 173].

3.3 Оценка коллекции нута на солеустойчивость в лабораторных условиях

В полевых условиях определение солеустойчивости растений затруднено или практически невозможно по причине значительной неоднородности засоленных почв. В связи с этим существуют множество методов диагностики солеустойчивости растений лабораторно-вегетационными способами, к числу которых относятся исследования на начальных этапах онтогенеза (при прорастании семян). Важность оценки степени солеустойчивости таким методом связана с наибольшей чувствительностью проростков к засолению [215]. При оценке мировой коллекции культурных растений, Г.В. Удовенко подтвердил выдвинутую ранее гипотезу, что из бобовых культур наибольшей устойчивостью к засолению обладают нут и чина [244].

В наших исследованиях, в целях определения устойчивости к засолению NaCl, провели скрининг образцов мировой коллекции нута из стран Африки, Азии, Европы, Америки, Казахстана и ближнего зарубежья (рисунок 4). Согласно методическим разработкам ВИР [215], при определении сравнительной солеустойчивости дифференцирующим уровнем засоления является концентрация соли в 11 атм. (1,4% = 240 mM NaCl). Это позволяет определить образцы нута с высокой устойчивостью при прорастании семян в солевых растворах. В связи с этим, для эксперимента по скринингу на солеустойчивость была выбрана данная концентрация NaCl. В качестве стандарта использовали районированные сорта: Икарда 1, Юбилейный и Краснокутский 123.

Согласно рисунку 4, скрининг отечественных и зарубежных сортообразцов нута на солеустойчивость на стадии прорастания семян показал различную всхожесть семян в условиях обработки раствором NaCl (Приложение Ж). Полученные результаты показывают, что самый высокий процент прорастания семян имели казахстанские образцы. Всхожесть на растворе NaCl к контролю у них составила 95,5%, что существенно выше по сравнению с остальными сортообразцами нута различного эколого-географического происхождения. Следовательно, они являются более устойчивыми к засолению, в отличие от многих чувствительных образцов из коллекции. В контрольных образцах всхожесть семян колебалась от 90 до 100%. Большинство образцов зарубежной селекции показали достаточно высокую степень солеустойчивости на ранней стадии развития. Всхожесть

>50% на всех концентрациях засоления проявили сортообразцы из Африки, Индии, Ирана и ближнего зарубежья. Полученные данные не противоречат результатам зарубежных ученых, которые в результате экспериментов на сортах нута Jam и Кака показали, что чем более устойчив сорт, тем выше процент прорастания [245].

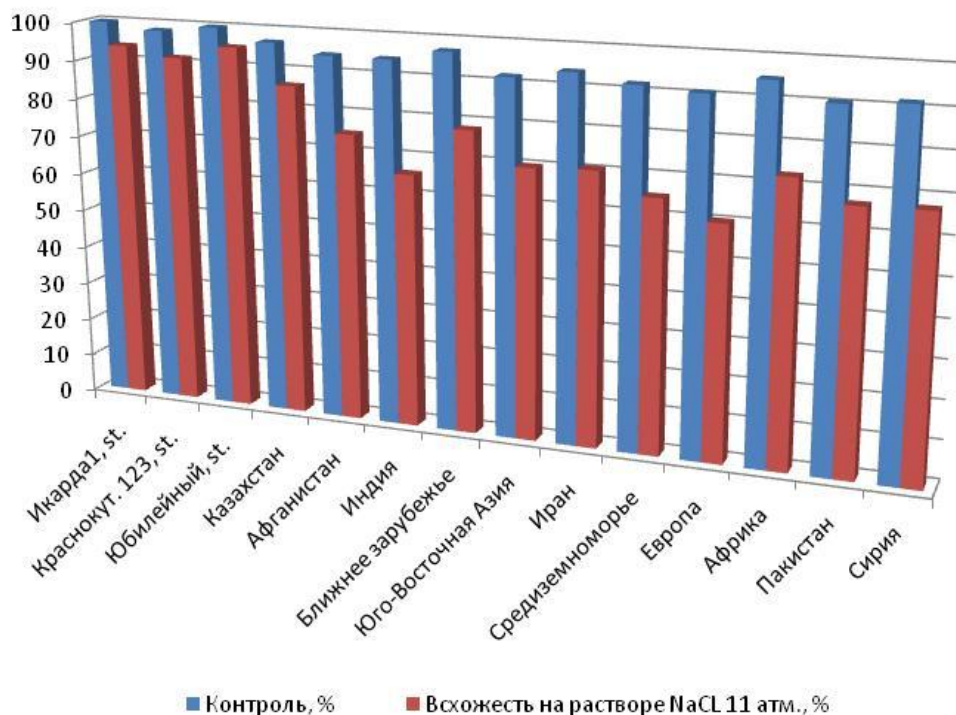


Рисунок 4 - Результаты скрининга сортообразцов мировой коллекции нута на солеустойчивость, % к контролю

Определение лабораторной всхожести на ранних этапах онтогенеза относится к стандартным методам оценки культурных растений на солеустойчивость. Однако для более полного анализа солеустойчивости сортообразцов необходимо учесть такие показатели как число корней у проростков, а также длина проростков и их корней [215]. Различия сортов по данным признакам при прорастании семян на засолении отмечал ранее в своих работах А.А. Жученко [246], что нашло подтверждение и в наших опытах. Причем результаты оценки сортообразцов нута на засухоустойчивость могут совпадать с результатами оценки их на солеустойчивость [121].

В наших экспериментах растения нута по-разному прорастали в условиях засоления. В целом, проращивание семян нута в растворе NaCl показало угнетение ростовых процессов. В опытах наблюдали достоверное снижение длины проростков, количества и длины корней (таблица 14).

Данные таблицы 14 позволяют провести оценку солеустойчивости, исходя из следующего критерия: Группа 1 – солеустойчивые, при достоверном отличии с контролем по одному признаку; Группа 2 – чувствительные к засолению, при достоверном отличии с контролем по двум признакам; и Группа 3 – чувствительные к засолению, с достоверными различиями по трем признакам.

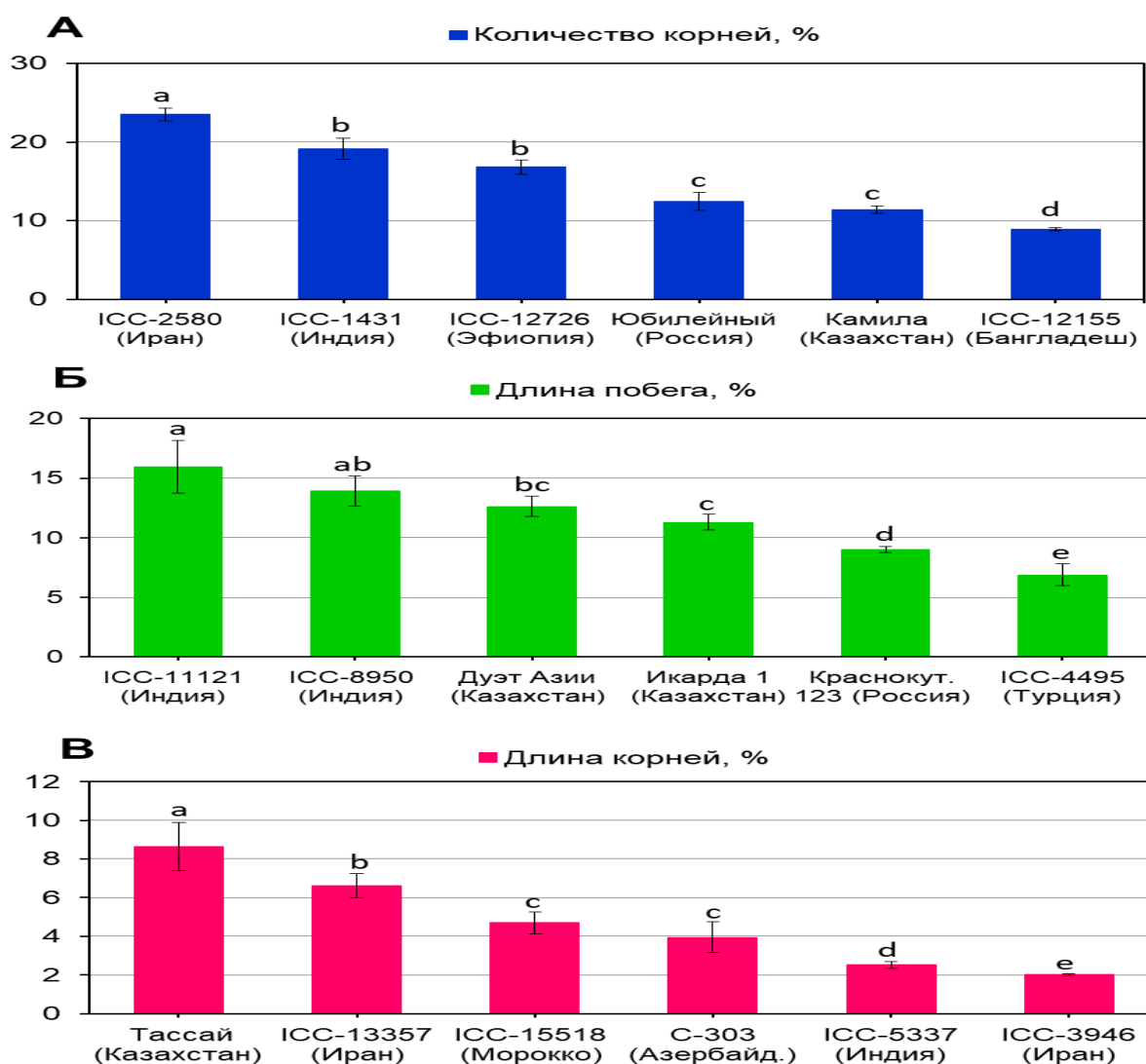
Таблица 14 - Влияние засоления на морфометрические признаки проростков нута (среднее по 256 коллекционным образцам)

Признаки	Контроль	Засоление (1,4%=240 mM NaCl)
Всего корней, шт.	6,51±0,08	6,42±0,14*
Длина корней, мм	76,23±4,01	58,88±3,18**
Длина побега, мм	86,44±3,95	72,59±3,68**

* - достоверное различие при $P < 0,05$

** - достоверное различие при $P < 0,01$

На рисунке 5 приведен анализ изменчивости количественных признаков при развитии корневой системы и побегов в растворах NaCl.



А – количество корней, Б – длина побегов, В – длина корней

Рисунок 5 – Морфологические признаки у проростков солеустойчивых образцов нута при проращивании семян в растворе 1,4% NaCl

Примечание - Достоверные различия между образцами обозначены разными буквами при $P < 0,05$

Солеустойчивые образцы отличились большой стабильностью в соотношении длины корней и побегов в контроле и экспериментальном варианте при обработке NaCl. Полученные результаты указывают на высокую солеустойчивость выделенных образцов при прорастании на ранней стадии развития растений. В отличие от этого, проростки образцов нута, чувствительных к засолению, заметно отставали по всем признакам от остальных. Прорастание семян в растворе NaCl сопровождалось угнетением развития проростков, снижением морфологических показателей и уменьшением количества проросших семян.

В группе солеустойчивых образцов нута достоверное увеличение количества корней отмечено у раннеспелого образца ICC-1431 (Индия) и среднеспелых образцов ICC-2580 (Иран), ICC-12726 (Эфиопия) (Рисунок 5А). Среднеспелые образцы ICC-11121 (Индия) и Дуэт Азии (Казахстан), а также среднепоздний ICC-8950 (Индия) при солевом стрессе показали достоверный рост длины побега (Рисунок 5Б). По длине корней выделились образцы Тассай (Казахстан), ICC-13357 (Иран) и ICC-15518 (Марокко) (Рисунок 5В).

Анализ солеустойчивости исследуемых образцов проводили также по оценке соотношения средних значений сырой и сухой биомассы корней и побегов по сравнению с контролями (рисунок 6).

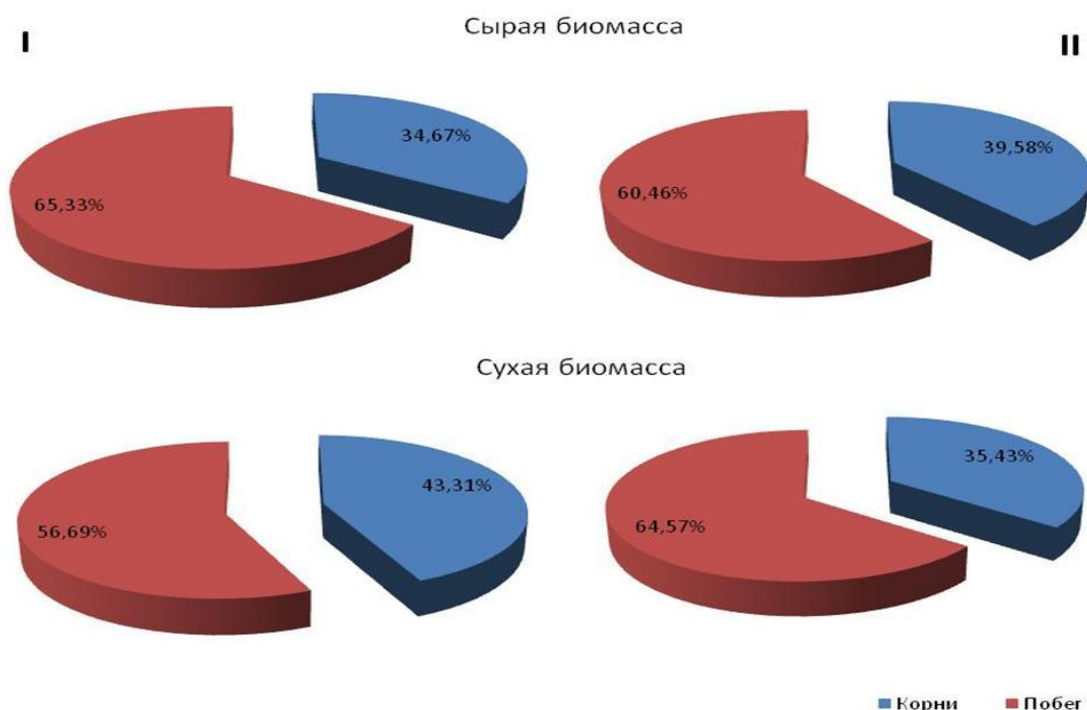


Рисунок 6 – Соотношения накопления сырой и сухой биомассы корнями и побегами проростков при прорастании: (I) в условиях засоления 1,4%=240 mM NaCl; и (II) в контролях.

В результате эксперимента при анализе сырой биомассы проростков отмечено увеличение доли корней (с 34,67% до 39,58%) и снижение массы побегов при солевом стрессе по сравнению с контролем (с 65,33% до 60,46%).

При анализе сухой биомассы, наоборот доля корней уменьшалась (с 43,31% до 35,43%) и, соответственно, процент сухой массы побегов увеличивался с 56,69% до 64,57% при солевом стрессе по сравнению с контролем. Это связано с различиями побегов и корней накапливать влагу в условиях хлоридного засоления и терять ее при высушивании. Сводный анализ результатов физиологической оценки на солеустойчивость в лабораторных условиях за 2018-2020 гг. приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Солеустойчивость сортообразцов нута в результате изучения в лабораторных условиях (2018-2020 гг.).

Сорт/образец	Происхождение	Всего корней, шт	Длина корней, см	Длина побега, см	S*, %	Группа устойчивости
Икарда 1, ст.	Казахстан	6,05	50,34	70,76	94,0	I
Юбилейный, ст.	Россия	8,03	51,42	65,15	95,2	I
Красн.123, ст.	Россия	6,28	50,22	67,89	93,1	I
ИСС-1431	Индия	6,47	36,74	62,13	86,4	I
ИСС-4495	Турция	5,52	39,22	65,94	90,2	I
Тассай	Казахстан	5,86	59,73	64,32	92,6	I
ИСС-12155	Бангладеш	7,15	50,62	61,85	79,9	I
ИСС-12726	Эфиопия	8,36	35,74	58,34	77,1	I
Камила 1255	Казахстан	7,08	43,74	60,82	94,3	I
ИСС-2580	Иран	8,85	48,63	55,33	90,4	I
ИСС-13357	Иран	6,33	56,41	53,84	76,6	I
ИСС-11121	Индия	6,12	42,38	69,01	88,7	I
Дуэт Азии	Казахстан	5,14	50,72	74,10	95,8	I
ИСС-8950	Индия	5,29	48,37	71,21	90,2	I
ИСС-5337	Индия	3,26	51,86	53,42	81,2	I
Линия С-303	Азербайджан	5,94	56,49	59,74	84,3	I
ИСС-3946	Иран	6,34	54,36	60,42	87,3	I
ИСС-15518	Марокко	6,05	60,65	62,58	82,4	I

Примечание: S* - процент проросших семян в NaCl, 11 атм (1,4% = 240 mM NaCl).

Следует отметить, что в данную группу солеустойчивых образцов также вошли высокопродуктивные засухоустойчивые сортообразцы нута - ИСС-1431, Камила 1255 и ИСС-15518 - выделившиеся при сравнения результатов полевых испытаний по двум годам с различным уровнем осадков (Приложение Ж).

В результате комплексной оценки на солеустойчивость более устойчивыми оказались: среднеранние - Тассай (Казахстан), ИСС-1431 (Индия) и ИСС-4495 (Турция); среднеспелые - ИСС-12155 (Бангладеш), ИСС-2580 и ИСС-13357 (Иран), ИСС-12726 (Эфиопия), ИСС-11121 (Индия), Дуэт Азии и Камила 1255 (Казахстан). Из среднепоздней группы ценность представляют образцы ИСС-8950 и ИСС-5337 (Индия), Линия С-303 (Азербайджан), ИСС-15518 (Марокко) и ИСС-3946 (Иран). Всхожесть данных образцов на растворе NaCl

варьировала в пределах 76,6-95,8% к контролю. По влиянию засоления на морфометрические признаки проростков данные образцы относятся к I группе солеустойчивых с достоверным отличием с контролем по одному признаку. Структура сырой биомассы выделенных солеустойчивых сортообразцов показала преобладание процента первичной корневой системы при солевом стрессе, тогда как доля побегов в составе сухого вещества возросла. Следовательно, выделенные генотипы являются наиболее перспективными, и их можно рекомендовать к использованию в качестве исходного материала в селекции при выведении солеустойчивых форм нута.

Наши данные согласуются с рейтингом Международного института исследования ICRISAT, которые относят к солеустойчивым следующие изучаемые нами генотипы: ICC-1431, ICC-12155, ICC-2580, ICC-11121 [219, p.5]. По данным других зарубежных ученых, образцы ICC-12155 (Бангладеш); ICC-2580, ICC-11121, ICC-8950 (Индия), ICC-4495 (Турция) тоже выделились как устойчивые к засолению [220, p.126].

4 СОЗДАНИЕ И АНАЛИЗ НОВЫХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ НУТА

Основной метод создания исходного материала - это гибридизация, которая позволяет получить генотипы с новыми характеристиками, благодаря различному сочетанию генов родителей. Для получения новых гибридных форм огромное значение имеет целенаправленный подбор родителей для скрещивания. На начальных стадиях селекции для зернобобовых культур применяли метод парных межсортовых скрещиваний [247]. В настоящее время в селекции нута основным методом гибридизации является скрещивание далеких эколого-географических форм [5, 80].

Ярким примером комплексного подхода по решению проблем обогащения генетического разнообразия являются программы Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых районах (ICARDA) и Международного научно-исследовательского института сельскохозяйственных культур полузасушливых тропиков (ICRISAT), направленные на развитие сельского хозяйства и повышение уровня жизни местного населения.

Использование в гибридизации географически удаленных форм позволяет ожидать получение новых гибридов с большим разнообразием сочетаний генов. Основной метод в селекции нута – это метод многократного индивидуального отбора наиболее удачного гибрида. Суть метода заключается в высеве семян от индивидуальных растений из выбранных гибридов и проведение отбора до получения устойчивого потомства. Многие хозяйственно ценные признаки контролируются большим числом генов и, это создает сложности при отборе гомозиготных форм, для создания которых требуется несколько раундов индивидуальных отборов и размножений потомств от отобранных растений. Большое значение для выделения перспективных форм имеет гетерозис в поколении F_1 , в котором проявляются свойства комбинационной способности родителей [248].

В 2016-2017 годах в результате 2-х летнего изучения морфологии и урожайности растений выделили перспективные образцы для последующих скрещиваний и создания новых сортов. Впервые в сухостепной зоне Северного Казахстана начали скрещивать отобранные родительские пары различного происхождения в количестве 25-35 комбинаций в год. Биологическое разнообразие коллекционных образцов давало возможность подобрать родительские формы для гибридизаций по разным направлениям селекции. При многократных индивидуальных отборах семена от каждого выделенного гибридного растения ежегодно высевали отдельно по потомствам с последующим отбором наилучших генотипов с целью получения константных нерасщепляющихся селекционных линий. Отбирали элитные растения, проводя оценку гибридных комбинаций родоначальников новых сортов.

В данном разделе приведены результаты изучения основных элементов структуры урожая в первом и втором гибридных поколениях (F_1 и F_2), полученных путем ручной гибридизации сортообразцов из мировой коллекции нута с местными и районированными сортами, а также рассчитали характер

наследования признаков у гибридов.

В 2017-2018 годах число полученных гибридов составило 24 комбинации. Наиболее продуктивные гибриды получили от скрещивания иностранных образцов разных экотипов с родительскими формами местной селекции. Диапазон наследования признаков у гибридов F_1 варьировал от сверхдоминирования до депрессии. При наследовании числа ветвей на растении отмечено наименьшее положительное сверхдоминирование гибридных комбинаций F_1 ($h_p > +1$) – всего 4%, в то время как у 20% гибридных потомств прослеживалось полное доминирование ($h_p = +1$) с высоким проявлением изучаемого признака. На возможность проведения отбора в ранних поколениях указывает частичное положительное доминирование у 25% гибридов, у которых наблюдалось промежуточное наследование в сторону лучшей родительской формы ($h_p =$ от 0 и до +1). В наследовании семенной продуктивности большинство гибридных комбинаций нута (50%) показало положительное сверхдоминирование ($h_p > +1$). У большого числа гибридов поколения F_1 (70,8%) масса 1000 семян была выше по сравнению с обеими родительскими формами. Частичное доминирование проявили 16,6% гибридов (таблица 16).

Таблица 16 – Характер наследования элементов продуктивности у гибридов F_1 нута, 2018 - 2019 гг

Комбинация скрещивания	Число ветвей I порядка, шт.				Число семян с одного растения, шт.				Масса 1000 семян, г			
	♀	♂	F_1	$*h_p$	♀	♂	F_1	$*h_p$	♀	♂	F_1	$*h_p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
**♀ICC-5613 × ♂Камила 1255	2,6	2,9	2,9	1,0	159	114	155	+0,8	179	289	274	+0,7
**♀Юбилейный × ♂ICC-7272	2,8	2,5	2,5	-1,0	125	156	158	+1,1	262	268	271	+2,0
**♀Тассай × ♂ICC-1052	2,2	2,4	2,5	2,0	149	146	148	+0,3	262	144	273	+1,2
**♀Икарда1 × ♂ICC-15614	3,1	3,8	3,5	0,1	148	124	152	+1,3	161	258	271	+1,3
**♀Красн.123 × ♂ICC-12654	3,8	3,4	3,6	0,0	132	128	130	+0,0	176	261	298	+1,9
**♀Приво × ♂ICC-1098	3,5	3,6	3,3	-5,0	123	114	128	+2,1	252	146	208	+0,2
**♀Приво × ♂ICC-11121	2,5	2,3	2,3	-1,0	138	116	270	+13,0	236	155	239	+1,1
**♀ICC-1098 × ♂Приво	3,1	2,9	2,9	-1,0	111	138	137	+0,9	156	254	268	+1,3
♀Лин.С-93 × ♂ICC-3421	2,7	2,5	2,7	1,0	108	145	126	+0,0	248	194	220	+0,0
♀Юбилейный × ♂ICC-9872	2,9	2,7	2,7	-1,0	120	96	150	+3,5	238	227	242	+1,7
♀Юбилейный × ♂ICC-2072	2,9	2,3	2,4	-0,7	120	102	112	+0,1	238	247	250	+1,7

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
♀Юбилейный ×♂ICC-2593	2,9	1,8	2,3	-0,1	120	79	126	+1,3	238	168	240	+1,1
♀Лин.С-87 ×♂ICC-12916	2,4	2,9	2,4	-1,0	97	93	93	-1,0	243	249	250	+1,3
♀Юбилейный ×♂ICC-3776	2,9	1,9	2,2	-0,4	120	65	109	+0,6	238	251	246	+0,2
♀Камила1255 ×♂ICC-4495	2,6	2,7	2,7	1,0	109	92	125	+2,9	262	270	250	-4,0
♀Икарда 1×♂ICC-1356	1,9	2,1	1,9	-1,0	113	100	110	+0,5	270	168	284	+1,3
♀Тассай× ♂ICC-13764	2,4	3,0	2,8	0,3	123	92	92	-1,0	204	270	276	+1,2
♀Камила1255 ×♂ICC-3325	2,4	2,6	2,6	1,0	83	111	105	+0,6	204	190	205	+1,1
♀Дуэт Азии×♂ICC- 1715	2,3	2,6	2,5	0,3	119	111	121	+1,5	258	190	222	-0,1
♀Дуэт Азии ×♂ICC-95	2,5	2,2	2,3	-0,3	89	91	92	+2,0	204	233	238	+1,3
♀Луч × ♂ICC-8621	2,6	3,2	2,9	0,0	96	93	98	+2,3	269	249	270	+1,1
♀Краснокут.123 ×♂ICC-14799	2,3	3,2	2,3	-1,0	92	93	98	+11,0	246	250	255	+3,5
♀Луч× ♂ICC-1923	2,3	1,8	2,3	1,0	119	97	97	-1,0	289	146	280	+0,9
♀Краснок. 123×♂ICC-1194	1,9	1,6	1,8	0,3	103	97	101	+0,3	270	146	140	-1,1
* - степень доминирования, ** - гибриды полученные в 2017 году												

Климатические условия 2019 года оказались засушливыми в период формирования и налива зерна (ГТК составил 0,1), следовательно, данные по продуктивности полученных гибридов наглядно указывают на их потенциальные возможности в селекции на устойчивость к засухе.

Таким образом, из гибридных комбинаций F₁, полученных в 2017 году, наиболее значимыми оказались гибриды, имеющие признаки элементов продуктивности выше, чем у родительских форм. Гибридная комбинация ♀Тассай × ♂ICC-1052 показала сверхдоминирование по числу ветвей с растения. Все гибриды показали сверхдоминирование над родительскими формами по признаку масса 1000 семян, исключение составила комбинация ♀Приво × ♂ICC-1098, у которой характер наследования был промежуточным.

Среди гибридов F₁, полученных в 2018 году, лучшую степень доминирования над родительскими формами показали следующие комбинации: ♀Краснокутский 123 × ♂ICC-14799, ♀Юбилейный × ♂ICC-9872, ♀Юбилейный × ♂ICC-2593, ♀Икарда 1 × ♂ICC-1356, ♀Дуэт Азии × ♂ICC-95, ♀Луч × ♂ICC-8621. У данных гибридов имело место проявление полного сверхдоминирования по числу семян с растения и массе 1000 семян, за исключением комбинации ♀Икарда 1 × ♂ICC-1356 с неполным (0,5%) доминированием (таблица 16).

В гибридном питомнике нута 2019 года испытывали восемь гибридов второго поколения (таблица 17).

Таблица 17 - Элементы продуктивности родительских форм и гибридов нута поколения F₂, 2019 г.

Номер гибридной комбинации	Родитель, гибрид	Число растений, шт./м ²	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число ветвей, шт.	Число бобов на растении, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожай зерна с делянки, г/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11/1	♀ ICC-5613	12	37,0	13,2	3,2	149,4	150,6	23,6	178,7	283,2
	♀ ICC-5613 × ♂ Камила 1255	9	39,4	16,7	2,6	149,8	158,2	41,5	295,4	373,5
	♂ Камила 1255	10	48,3	18,3	3,3	92,4	103,4	25,5	292,1	255,0
18/3	♀ Юбилейный	9	47,1	22,8	2,7	127,6	126,6	32,9	260,6	296,1
	♀ Юбилейный × ♂ ICC-7272	8	37,6	17,6	2,6	155,6	149,5	40,7	273,6	325,6
	ICC-7272	13	35,7	16,8	2,4	134,3	140,8	21,8	155,3	283,4
23/2	♀ Тассай	11	44,6	16,6	2,9	153,6	143,2	37,3	260,6	410,3
	♀ Тассай × ♂ ICC-1052	8	38,0	17,7	3,9	152,6	163,5	41,5	248,6	332,0
	♂ ICC-1052	15	38,2	14,6	2,8	119,1	128,3	18,9	147,9	283,5
30/2	♀ Икарда 1	12	35,1	15,8	2,0	81,5	95,8	22,4	158,8	268,8
	♀ Икарда 1 × ♂ ICC-15614	11	33,2	14,6	4,0	142,3	155,2	32,2	277,8	354,2
	♂ ICC-15614	9	42,2	16,2	2,0	81,9	94,5	26,6	245,6	239,4
35/1	♀ Краснокут. 123	15	34,2	19,4	3,9	96,1	102,6	17,9	174,5	268,5
	♀ Краснокут. 123 × ♂ ICC-12654	11	33,7	16,3	3,1	114,2	126,7	34,2	298,1	376,2
	♂ ICC-12654	12	50,1	18,8	2,4	118,6	124,1	31,2	270,4	374,4
36/2	♀ Приво	16	41,7	17,4	3,3	83,2	95,6	25,6	245,4	409,6
	♀ Приво × ♂ ICC-1098	8	35,9	12,0	2,1	90,6	96,3	21,4	202,1	171,2
	♂ ICC-1098	13	33,5	15,6	3,2	115,1	129,3	20,6	158,5	267,8
40/1	♀ Приво	15	47,7	15,2	2,6	100,5	104,3	24,3	245,2	364,5
	♀ Приво × ♂ ICC-11121	11	27,1	10,3	3,1	185,5	192,3	31,5	164,2	346,5
	♂ ICC-11121	16	31,2	14,2	2,5	136,8	143,0	22,4	153,4	358,4
8	♀ ICC-1098	11	28,1	11,4	3,2	120,5	135,9	21,5	158,9	236,5
	♀ ICC-1098 × ♂ Приво	10	43,8	16,9	2,2	130,2	138,9	31,5	276,3	315,0
	♂ Приво	13	48,1	14,8	3,1	92,6	95,3	23,4	245,5	304,2
Коэффиц. корреляции (r)		0,26	0,19	0,20	0,20	0,40	0,36	0,56	0,43	

Селекция на устойчивость к засухе предполагает высокую продуктивность в засушливый период. Корреляционный анализ гибридов F_2 показал достоверную положительную связь урожайности семян с деланки с массой семян с растения ($r = 0,56$); среднюю связь с массой 1000 семян ($r = 0,43$), с массой бобов с растения ($r = 0,40$) и с числом семян на растении ($r = 0,36$). Высокой массой семян с растения (41,5 г) отличились гибриды ♀ICC-5613 × ♂Камила 1255 и ♀Тассай × ♂ICC-1052. В неблагоприятных засушливых условиях по крупности семян (298,1 г.) выделился гибрид ♀Краснокутский 123 × ♂ICC-12654.

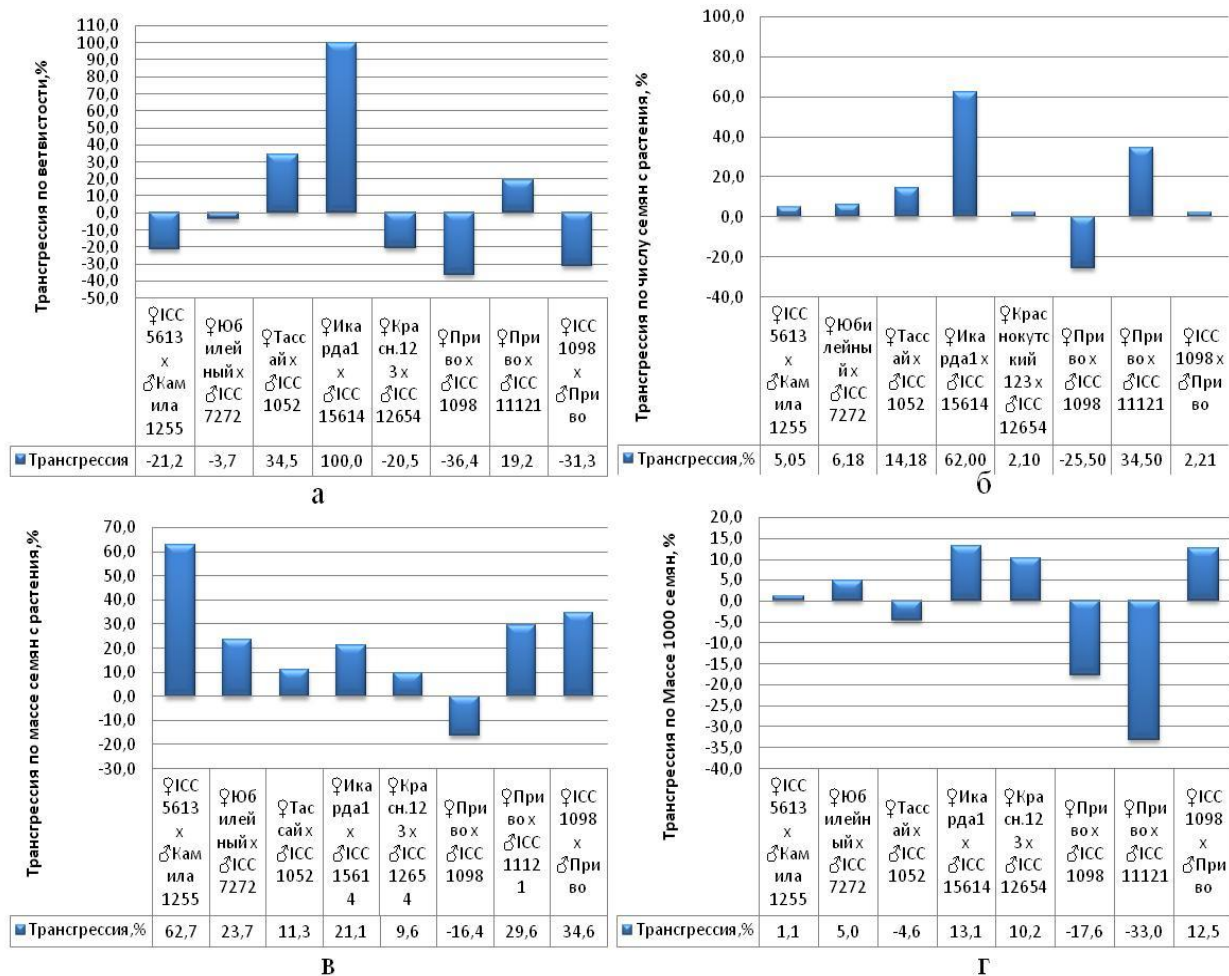
Во втором поколении гибридов происходит расщепление. По мнению выдающегося шведского селекционера Нильсона-Эле [249], впервые описавшего термин «трангрессия» (рекомбинация), процесс расщепления приводит к перераспределению генов материнской и отцовской форм, результатом которой является формирование новых групп, с трангрессивными (рекомбинантными) генотипами по отношению к родителям. Таким образом, в комбинациях скрещиваний в поколении F_2 происходит формирование трангрессий (рекомбинаций), в которых участвуют две различные группы генов, обуславливающих какой-либо фенотип признака (например, в одной группе - наличие или отсутствие окраски семян, а во второй – форма пигмента) [249].

Изучение трангрессии (рекомбинации) у гибридов F_2 выявило наследования хозяйственно важных признаков различной степени проявления. Показатель уровня трангрессии (рекомбинации) по признаку ветвистости варьировал от -36,4 до +100%.

Положительное значение трангрессии показали только три из восьми гибридных комбинаций поколения F_2 . Высокий показатель трангрессивного (рекомбинантного) расщепления проявил гибрид ♀Икарда 1 × ♂ICC-15614. Трангрессия гибрида ♀Приво 1 × ♂ICC-11121 составила 19,2%, а у гибрида ♀Тассай × ♂ICC-1052 – 34,5%. Пять комбинаций проявили отрицательное значение трангрессии (рекомбинации) по признаку ветвистости, и это позволяет заключить, что данный признак имеет более сложное наследование (рисунок 7а).

Рекомбинация генов (трангрессия), контролирующая признаки массы и числа семян с растения показала их стабильное наследование, и только в одной гибридной комбинации (♀Приво × ♂ICC-1098) она имело отрицательное значение.

По числу семян с растения максимальное значение проявил гибрид ♀Икарда 1 × ♂ICC-15614 с трангрессией в 62%, а по массе семян с растения - комбинация ♀ICC-5613 × ♂Камила 1255, со сходным уровнем трангрессии в 62,7% (рисунки 7б, в).



Трансгрессия по: а – ветвистости; б – числу семян с растения; в – массе семян с растения; г – массе 1000 семян

Рисунок 7 – Процент рекомбинация генов при расщеплении гибридов F₂ нута

Положительную степень рекомбинации (трансгрессии) по массе 1000 семян проявили следующие комбинации: ♀ICC-5613 × ♂Камила 1255, ♀Юбилейный × ♂ICC-7272, ♀Краснокутский 123 × ♂ICC-12654. При этом гибриды (♀Икарда 1 × ♂ICC-15614) и (♀ICC-1098 × ♂Приво) проявили максимальную массу 1000 семян со степенью трансгрессии в 13,1% и 12,5%, соответственно (рисунок 7г). Рассмотренные гибридные комбинации показали высокий уровень наследуемости признаков в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана.

5 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ SNP МАРКЕРОВ

Геном нута содержит большое число генов, которые контролируют строение и развитие растений. Изучение потенциально важных генов у нута дает возможность подбирать генотипы для проведения исследований по устойчивости к абиотическим стрессам. В лаборатории при создании перспективных форм из сотен тысяч различных генов исследователь выбирает те или иные наиболее перспективные гены-кандидаты. Не существует универсальных правил для выбора таких генов и ученый опирается на собственные знания, используя опубликованные данные других исследователей и доступные Базы данных.

Теоретически, любой ген можно изучить на предмет устойчивости растений нута к абиотическим стрессам или другим факторам. Однако, обоснованный выбор гена предполагает наличие генетического разнообразия и особенно SNP для каждого изучаемого гена-кандидата. При анализе генотипов нута по SNP можно использовать собственные результаты секвенирования или генотипирования на основе других современных технологий, например с использованием секвенирования нового поколения NGS (Next generation sequencing). При работе с нутом использовали информацию о наличии SNP, полученную из различных Баз данных [231], включая 'GenomeNet' [250].

На начальном этапе анализа данных молекулярных исследований провели работа по отбору фрагментов генома нута. Исходя из практической значимости генов, осуществили отбор генов-кандидатов, регулирующих защитные механизмы растений в ответ на стресс. В результате выделили группу перспективных генов у *Cicer arietinum* L, наиболее важных для контроля устойчивости растений нута к засухе и засолению. Разработали 16 Amplifluor-like SNP маркеров, которые были основаны на сиквенсах таких важных генов, как: *CaREB2*, *CaMYB-TF*, ген Цинкового пальца *CaZnF* с доменом CCHC, протеиновой киназы *CaWEE1*, вакуолярной пирофосфатазы *CaVP* и др. Лучше всех проявили себя три разработанные Amplifluor-like SNP маркера и соответственно с помощью них изучали генетический полиморфизм генотипов нута. Выбранные маркеры применяли и в изучении родственных молекулярно-генетических связей у изучаемых образцов, гибридов и их родителей.

5.1 Разработка и применение молекулярного SNP маркера KATY-C22 для анализа гена *CaRabC*

5.1.1 Разработка праймеров и создание SNP маркера KATY-C22

Первым для анализа устойчивости растений нута к засухе и засолению выбрали большое семейство генов *CaRab*. Для этого впервые методом биоинформационного анализа в Базах данных SNP провели поиск и выделили нуклеотидные последовательности всех *Rab*-генов, составив полный список всех членов этого семейства генов у нута. В ходе работы идентифицировали восемь подсемейств генов *CaRab* с 54 изоформами и построили молекулярное филогенетическое дерево, включая: 24 гена *CaRabA*, 3 гена *CaRabB*, 5 генов

CaRabC, 4 гена *CaRabD*, 5 генов *CaRabE*, 2 гена *CaRabF*, 7 генов *CaRabG* и 4 гена *CaRabH* [197, p.5].

В представленной работе, у нута вначале идентифицировали и изучили гены группы *CaRab*, которые показывали высокую экспрессию в ответ на засуху, засоление и обезвоживание, а также по литературным источникам выяснили, что данный ген был полиморфным у растений нута. По результатам проведенного секвенирования амплифицированных фрагментов гена *CaRabC* у образцов нута сорта Юбилейный и селекционной линии ICC-7255 удалось выявить 11 новых SNP, которые не были описаны ранее и не представлены в Базах данных. Положения выделенных SNP, отмечены на рисунке 7 красными и синими буквами при сравнении с двумя референтными образцами с полностью расшифрованным геномом (сорт Frontier и селекционная линия ICC-4958) (рисунок 8).

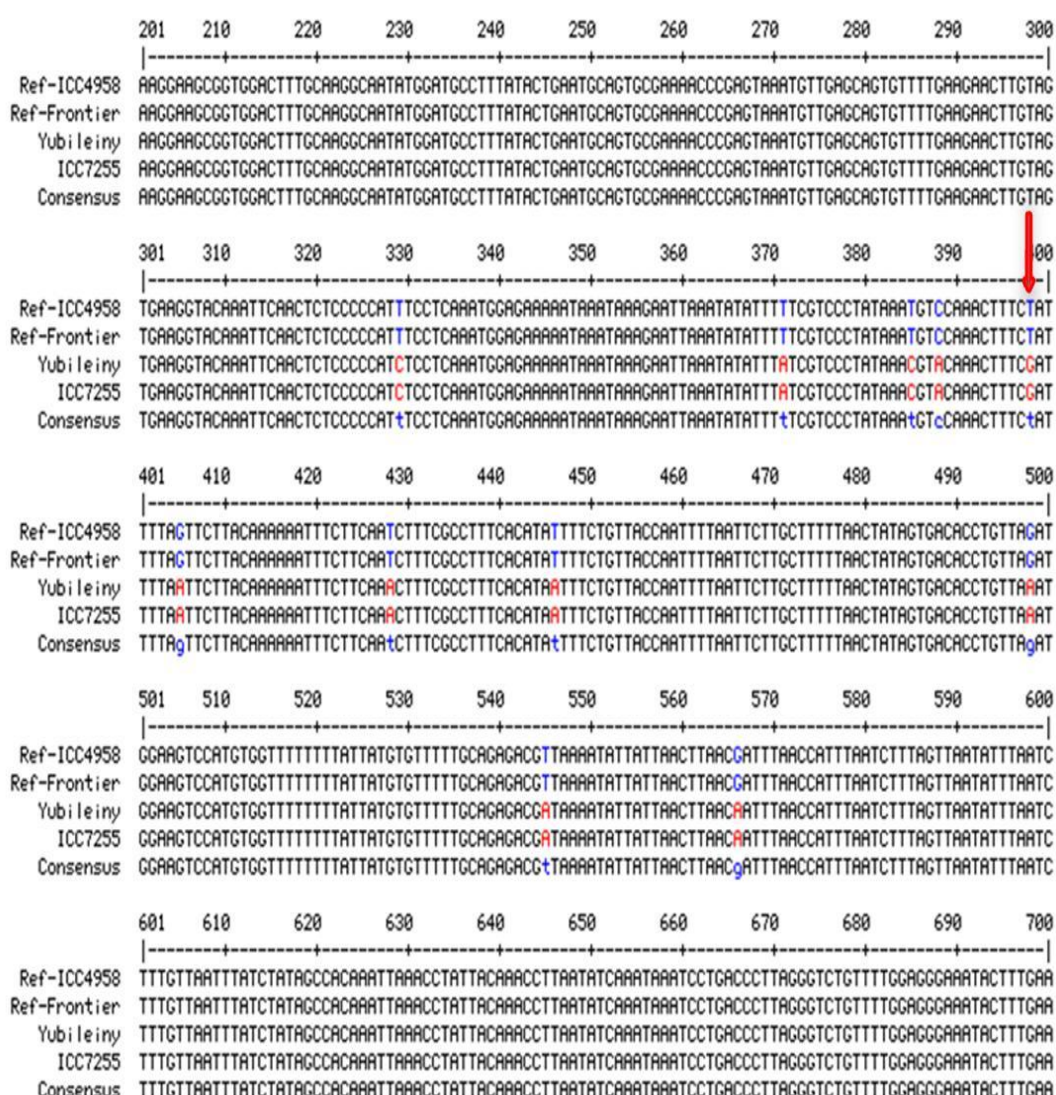


Рисунок 8 – CLUSTAL-W анализ образцов нута по маркеру KATU-C22 с 11 SNP у образцов Юбилейный и ICC-7255, красной стрелкой указан SNP-5

Примечание - Составлено по источнику [197, p.9]

На основе идентифицированного в SNP-5 генетического полиморфизма разработали праймеры для Amplifluor-like SNP маркера KATU-C22 по гену интереса *CaRabC* (рисунок 9), связанного с устойчивостью растений нута к засухе и засолению [197, р.12].

KATU22

Cicer arietinum ras-related protein
RABC1-like (LOC101496214), transcript
variant X2, mRNA

AAAAATAAATAAAGAATTAAATATATTTTTCGTCCTATAAAATGTC CAAACTTTCTATTT
TAGTTCTTACAAAAAATTTCTTCAATCTTTCGCCTTTCACATATTTTCTGTTACCAATTT
TAATTCTTGCTTTTAACTATAGTGACACCTGTTAGATGGAAGTCCATGTGGTTTTTTTT

AAAAATAAATAAAGAATTAAATATATTTTTCGTCCTATAAAACGTAC CAAACTTTCTGATTT
TAGTTCTTACAAAAAATTTCTTCAATCTTTCGCCTTTCACATATTTTCTGTTACCAATTT
TAATTCTTGCTTTTAACTATAGTGACACCTGTTAGATGGAAGTCCATGTGGTTTTTTTT

M = TCGTCCTATAAA[T/C]GT[C/A]CAAACTTTC[T/G]

Primer designed:

KATU-C22-F7: TCCCTATAAAATGTC CAAACTTTCT T_m = 50.6⁰C

RevCom: AGAAAGTTTGGACATTTATAGGGA

KATU-C22-F8: TCCCTATAAAACGTAC CAAACTTTCTG T_m = 52.3⁰C

RevCom: CGAAAGTTTGTACGTTTATAGGGA

KATU-C22-R2: AGGTGTCACTATAGTTAAAAAGC T_m = 49.9⁰C

RevCom: GCTTTTAACTATAGTGACACCT

Рисунок 9 – Дизайн праймеров для маркера KATU-C22 для анализа гена *CaRabC* на основе положения SNP-5

Для амплификации и анализа продукта приготовили систему их трех праймеров: два прямых праймера с 3'-концами, точно совпадающими с положением SNP и один общий обратный праймер [197, р.7]. Генотипирование

проводили с использованием ранее опубликованных универсальных зондов [160, p.165], которые были специально адаптированы для проведения генотипирования. При этом в универсальных зондах и аллель-специфических праймерах проводили оптимизацию длины специальной метки, а также отработку протокола с использованием флуорофоров на приборе qPCR – количественной ПЦР в реальном времени.

5.1.2 Генотипирование коллекции нута различного эколого-географического происхождения с применением КАТУ-C22

Rab контролируют различные процессы внутриклеточной транспортировки веществ между органеллами и кодируют небольшие GTP-(гуанидин трифосфат) - связывающие белки [251], которые ответственны за хранение и передачу сигналов при экспрессии генов [195]. Внутриклеточные транспортные процессы, регулируемые белками *Rab*-GTP, жизненно важны для роста и развития растений и контролируют устойчивость растений к различным абиотическим стрессам, в том числе к засухе и засолению [252]. По данным иностранных источников, гены семейства *Rab* значительно увеличивают свою экспрессию при обезвоживании, но остаются без существенных изменений при солевом стрессе [253]. Однако по данным других исследователей, экспрессия *Rab* генов, наоборот, увеличивалась при солевом стрессе, а при обезвоживании и засухе менялась незначительно [254]. Такие противоречивые мнения могут помочь раскрыть молекулярные механизмы устойчивости растений нута к абиотическим стрессам.

В 2016-2018 годах в коллекционном питомнике нута в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана проводили полевые испытания образцов нута (*Cicer arietinum* L.) из мировой коллекции, растения которых принадлежали к отдаленным друг от друга эколого-географическим формам и были чрезвычайно разнообразны по многим хозяйственно-ценным признакам [255, p.42]. Полевые опыты проводили с целью отбора перспективного исходного материала, устойчивого к засухе и засолению. Однако сортообразцы нута отечественной и зарубежной коллекции проходили не только полевые испытания в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана, но также и скрининг с помощью опубликованного молекулярного маркера КАТУ-C22, разработанного для гена *CaRabC*, входящего в состав большого семейства *CaRab*-GTP. Аллель-специфичный маркер КАТУ-C22 проявил высокую степень эффективности при проведении генотипирования выбранных контрастных образцов нута. Скрининг показал возможность использования разработанного маркера при обнаружении генетического полиморфизма и идентификации исследуемых образцов нута по признаку засухоустойчивости и солеустойчивости [197, p.8].

Результаты генотипирования коллекции нута, испытанных в полевых условиях, представлены на рисунке 10.

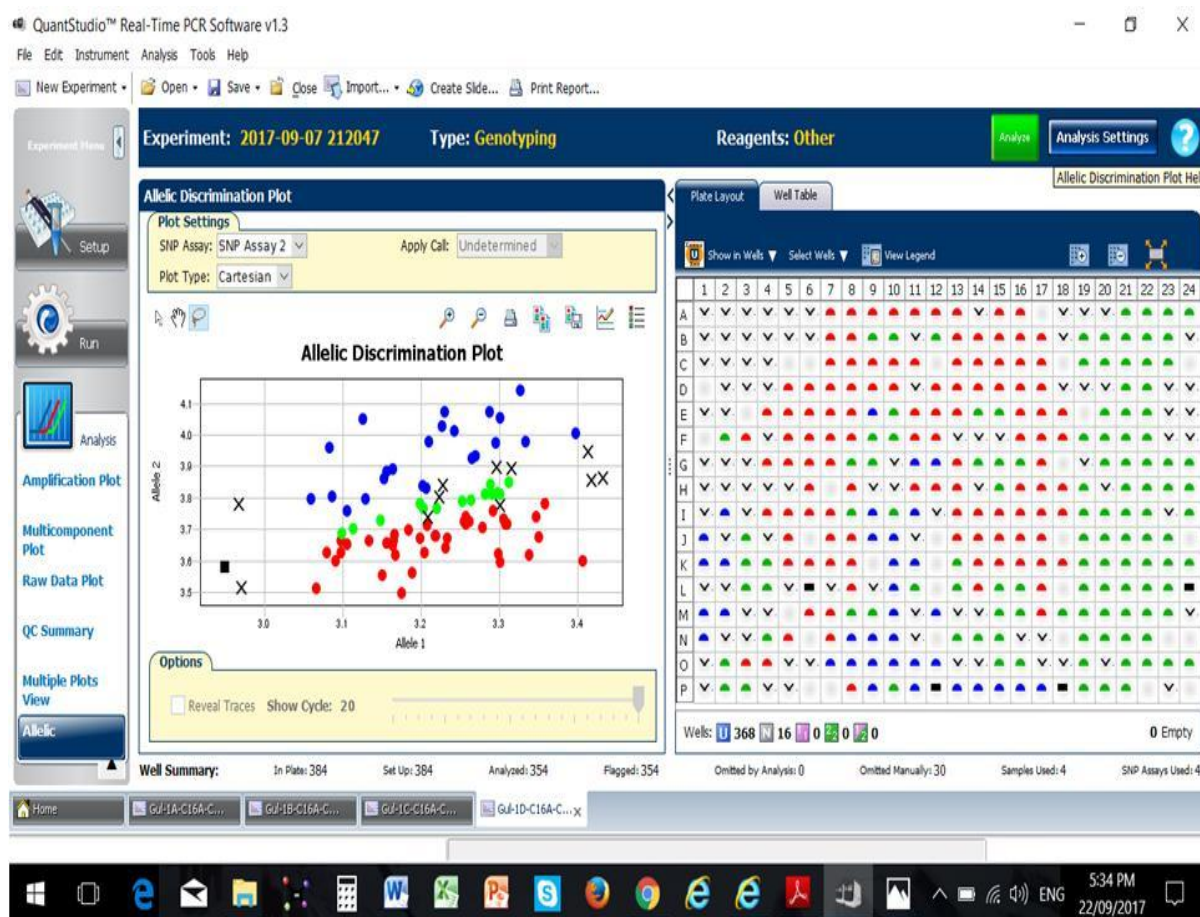


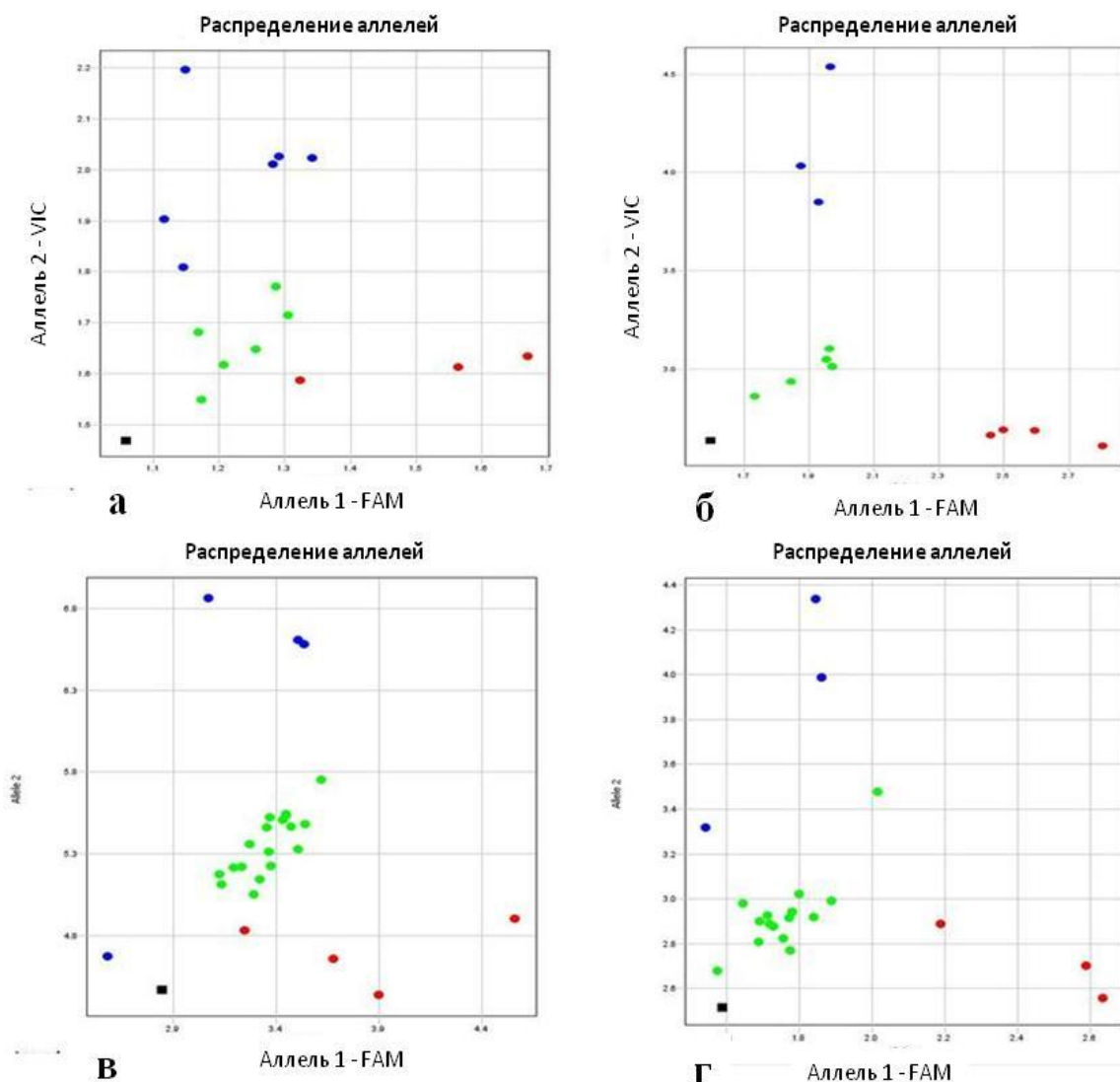
Рисунок 10 - Генотипирование коллекции нута с использованием молекулярного маркера КАТУ-C22

Примечание - Красные точки – генотипы гомозигот (aa) по аллелю 1 (FAM); синие – генотипы гомозигот (bb) по аллелю 2 (VIC); зеленые – гетерозиготы (ab). Черный квадрат – контроль (вода вместо ДНК)

Скрининг образцов нута по гену *CaRabC* с использованием разработанного SNP маркера КАТУ-C22 наглядно продемонстрировал его эффективность, так как среди изучаемых образцов коллекции нута обнаружен полиморфизм. На рисунке 10 видно точное распределение генотипов по аллелям среди образцов нута, что подтверждает возможность применения данного маркера при проведении отбора на уровне генотипа.

В связи с этим, гибриды второго поколения, описанные ранее в разделе 4, также проходили скрининг с использованием молекулярного маркера КАТУ-C22.

Генотипирование продемонстрировало четкое расщепление в следующих гибридных комбинациях: ICC-5613 × Камила 1255, Икарда 1 × ICC-15614, Юбилейный × ICC-7272, Краснокутский 123 × ICC-12654 (рисунок 11).



а - гибрид ICC-5613 × Камила 1255; б - гибрид Икарда 1 × ICC-15614; в - гибрид Юбилейный × ICC-7272; г - гибрид Краснокутский 123 × ICC-12654

Рисунок 11 - Генотипирование гибридного поколения F_2 с помощью маркера KATY-C22

Примечание - Красные точки – генотипы гомозигот (aa) по аллелю 1 (FAM); синие – генотипы гомозигот (bb) по аллелю 2 (VIC); зеленые – гетерозиготы (ab). Черный квадрат – контроль (вода вместо ДНК)

В результате генотипирования гибридов второго поколения по маркеру KATY-C22 отобрали гомозиготные образцы с четким распределением по разным аллелям для их изучения на следующих этапах селекционного процесса.

Таким образом, с применением селекционного и гибридологического анализов, а также молекулярно-генетических исследований получили ценный гибрид Икарда 1 × ICC-15614 с положительной рекомбинацией по хозяйственно ценным признакам (рисунок 7, 11).

5.1.3 Анализ экспрессии генов *CaRabC* на образцах нута

Физиологические процессы, происходящие внутри растений под влиянием стрессовых факторов, регулируются многочисленными молекулярными механизмами. Проведенный после генотипирования эксперимент по изучению изменения экспрессии гена-кандидата в ответ на абиотические стрессы позволяет выявить его связь с хозяйственно ценными признаками изучаемых растений.

Для определения взаимосвязи работы праймера КАТУ-С22 с урожайностью нута провели анализ экспрессии гена *CaRabC* на шести коллекционных сортообразцах нута. Эксперимент проводили при воздействии засухи, засоления и обезвоживания.

По данным полевых испытаний 2016 года в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана, контрастные по продуктивности коллекционные образцы нута ICC-1392, ICC-4918, Юбилейный проявили повышенную продуктивность в отличие от менее продуктивных образцов ICC-4841, ICC-12726, ICC-7255 (таблица 18), (Приложение Б).

Таблица 18 – Показатели продуктивности образцов нута в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана, 2016-2018 гг.

Название образца	Происхождение	Экотип	Вегетационный период, дней	Средняя урожайность, г/м ²
Высокоурожайные				
Юбилейный	Россия	Кабули	88	248
ICC-1392	Эфиопия	Дези	94	251
ICC-4918	Индия	Дези	91	287
Среднее по группе			90,5	261,8
Низкоурожайные				
ICC-4841	Марокко	Кабули	96	196
ICC-12726	Индия	Дези	81	168
ICC-7255	Индия	Кабули	101	120
Среднее по группе			92,7	161,3

Урожайности продуктивных образцов была в пределах от 248 до 287 г/м², а урожайность менее продуктивных варьировала от 120 до 196 г/м².

Эксперименты с данными образцами проводили в контролируемых условиях лабораторного комплекса «Фитотрон», расположенного в агрономическом факультете КАТУ им. С.Сейфуллина (рисунок 12), по методике, описанной ранее в разделе 2.5.

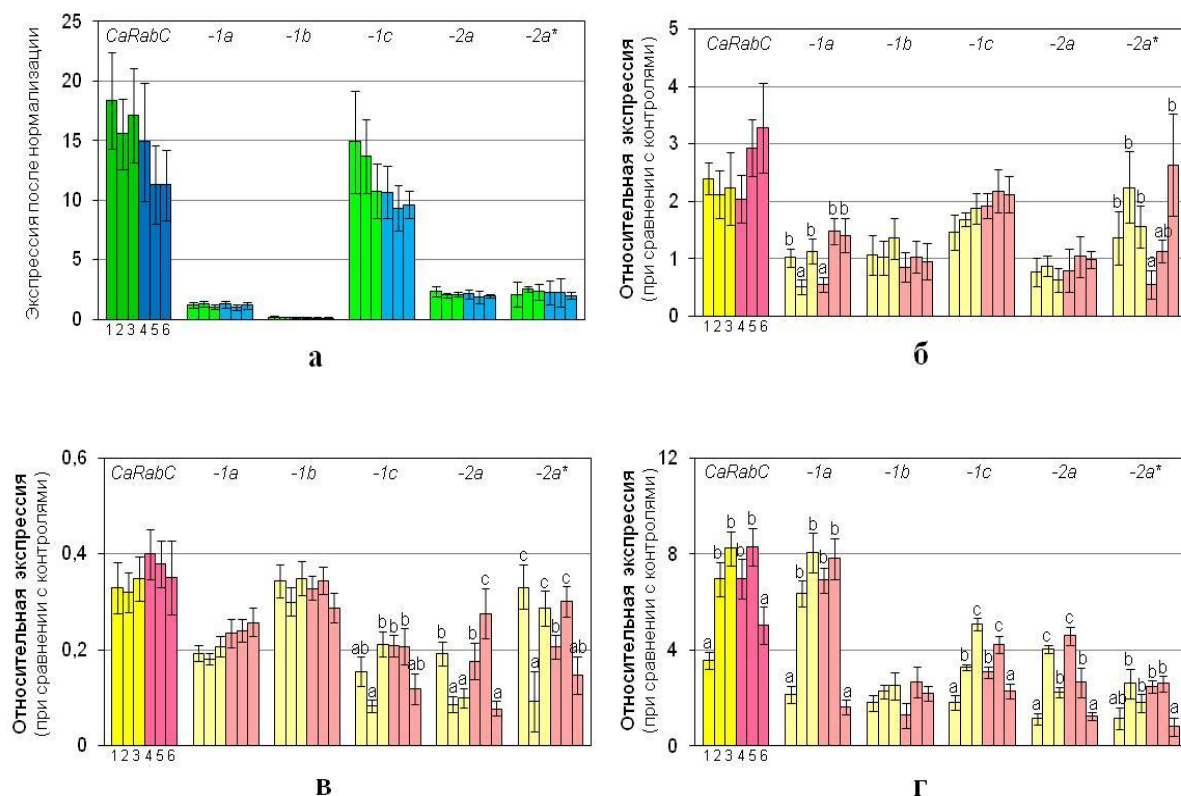


Рисунок 12 – Растения нута, выращенные в контролируемых условиях, для проведения эксперимента по изучению влияния засухи, засоления и обезвоживания на уровень экспрессии гена *CaRabC*

На рисунке 13 приведена экспрессия гена как суммарной, так и отдельных генов из группы *CaRabC* у шести сортообразцов нута экотипов Дези и Кабули после воздействия засоления, засухи и обезвоживания. Количественную ПЦР проводили в режиме реального времени (qPCR) с нормализацией по двум референтным генам *CaCAC* и *CaGAPDH* [197, p.4].

В контролях (без стрессов) все гены из группы *CaRabC* показали различный уровень экспрессии у растений нута. Дисперсионный анализ результатов выявил достоверные различия между экотипами, при этом изоформа *CaRabC-1c* внесла наибольший вклад в суммарную экспрессию генов (была в 1,5-2 раза выше остальных). Высокая степень экспрессии – 48,4 относительных единиц - у сорта Юбилейный (рисунок 13а).

Экспрессия гена *CaRab-1c* при засолении была также высокой (2-3,3), а максимума в 2,2 единицы достиг высокопродуктивный образец ICC-4918. В свою очередь на изоформе *CaRabC-2a**, другой высокоурожайный образец ICC-12726 показал более высокий уровень экспрессии в 2,6 единиц (рисунок 13б). В эксперименте с засухой обнаружили общее снижение экспрессии в 0,3-0,4 раза по сравнению с контролями. При этом, наибольший вклад в общую экспрессию внесла изоформа *CaRabC-1b* (рисунок 13в). При обезвоживании изолированных листьев наблюдали повышение уровня экспрессии генов у всех изоформ семейства *CaRabC* до 8 раз [256, p.100], и особенно это заметно на изоформе *CaRabC-1a*. Исключение составила изоформа *CaRab-1b*, где наоборот наблюдается репрессия гена в 1,5-3 раза по сравнению с контролем (рисунок 13г).



1 – Юбилейный, 2 – ICC-7255, 3 – ICC-4841, 4 – ICC-1392, 5 – ICC-4918, 6 – ICC-12726

Рисунок 13 – Экспрессия генов *CaRabC-1a*, *-1b*, *-1c*, *-2a*, *-2a** в контролях без стресса (а) и в ответ на: засоление (б), засуху (в), обезвоживание (г)

Примечания:

1. Достоверные различия ($p > 0,95$) показаны разными буквами (а, б и с). рассчитаны в соответствии с дисперсионным анализом ANOVA и *t*-тестом Стьюдента;
2. Составлено по источнику [197, р. 8].

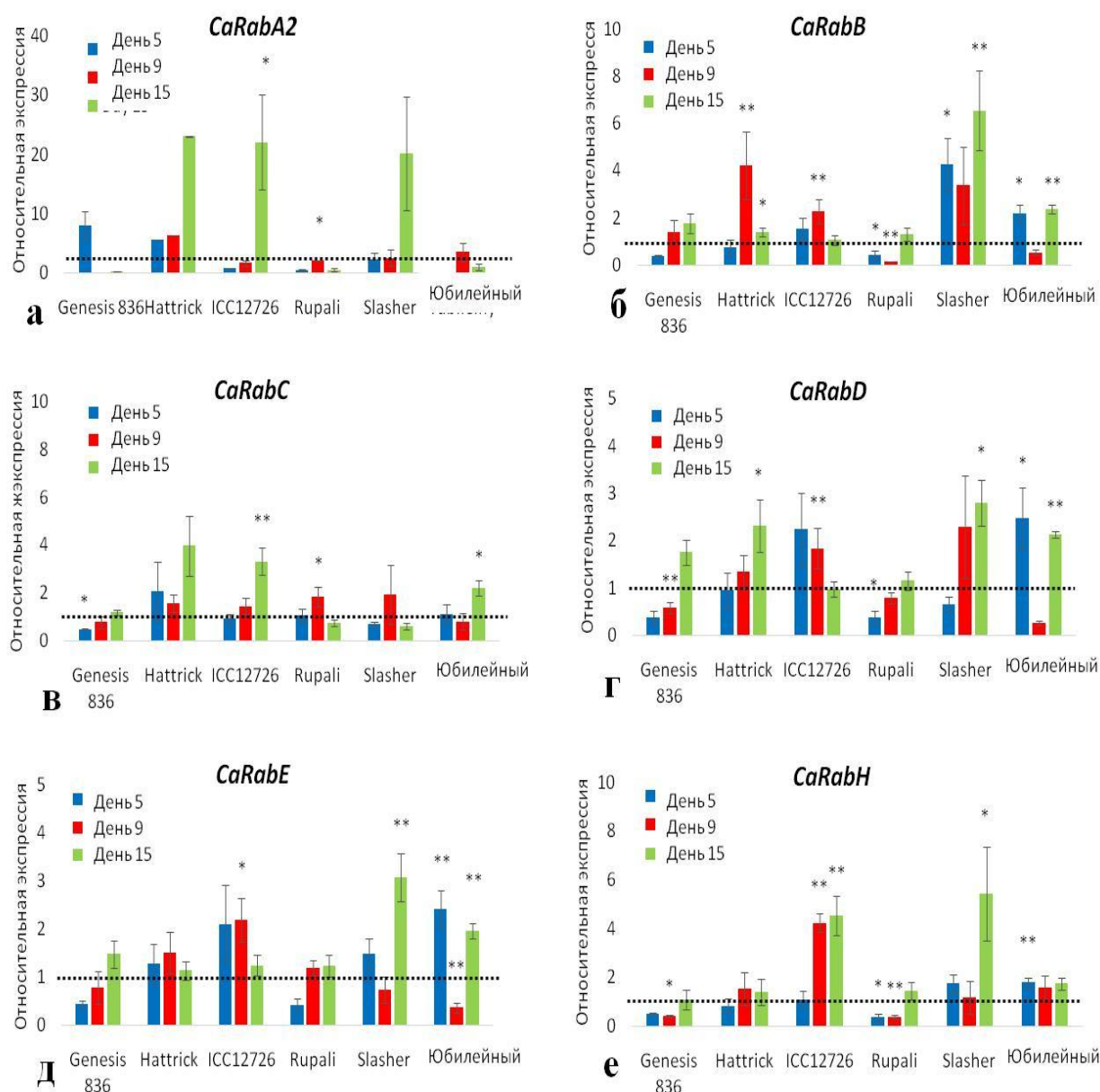
В итоге, применение маркера KATY-C22 на образцах нута в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана оказалось эффективным. Различная регуляция изоформ гена *CaRabC* при сложном генетическом взаимодействии и реакция внутри клеток в ответ на засуху, засоление и обезвоживание указывает на наличие полиморфизма среди изучаемых образцов нута.

5.2 Экспрессия генов нута семейства *CaRab-GTP* в ответ на засоление и изучение накопления ионов Na^+

В данном эксперименте изучали экспрессию шести выделенных генов из семейства *CaRab-GTP* в ответ на засоление. Эксперимент проводили в трех временных точках: 5, 9 и 15 дней с начала солевого стресса (рисунок 14). Экспрессия генов в контролях обозначена уровнем 1 при нормализации экспрессии по двум референтным генам: белок теплового шока (GR406804) и *CaElf*, фактор элонгации (AJ004960) [257, р.9].

Объектом исследований стали три австралийские сортообразца нута

(Hattrick, Slasher, Rupali), образец из ICARDA (Genesis 836), образец из международной коллекции ICRISAT (ICC-12726), стандарт Юбилейный. Образцы Юбилейный и ICC-12726 были выбраны на основании проведенной комплексной оценки в разделе 3.3, где они проявили себя как солеустойчивые.



* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – вероятности стандартных ошибок, рассчитанные на основе стат.программы ANOVA с применением Тукей теста ($n=4-8$)

а - ген *CaRabA2*; б - ген *CaRabB*; в - ген *CaRabC*; г - ген *CaRabD*; д - ген *CaRabE*; е - ген *CaRabH*

Рисунок 14 – Экспрессия шести выделенных генов *CaRab*-GTP у шести генотипов нута в ответ на засоление (100 mM NaCl, 14 дней):

Примечание - Составлено по источнику [257, р. 8].

Все изученные гены в той или иной степени показали повышение экспрессии на разных этапах обработки NaCl. Однако экспрессия гена *CaRabA2* оказалась значительно выше (примерно в 20 раз) на 15 день обработки у образцов Hattrick, ICC-12726 и Slasher. Положительные, но менее выраженные, изменения у других образцов наблюдали на более ранних этапах в условиях солевого стресса (рисунок 14а).

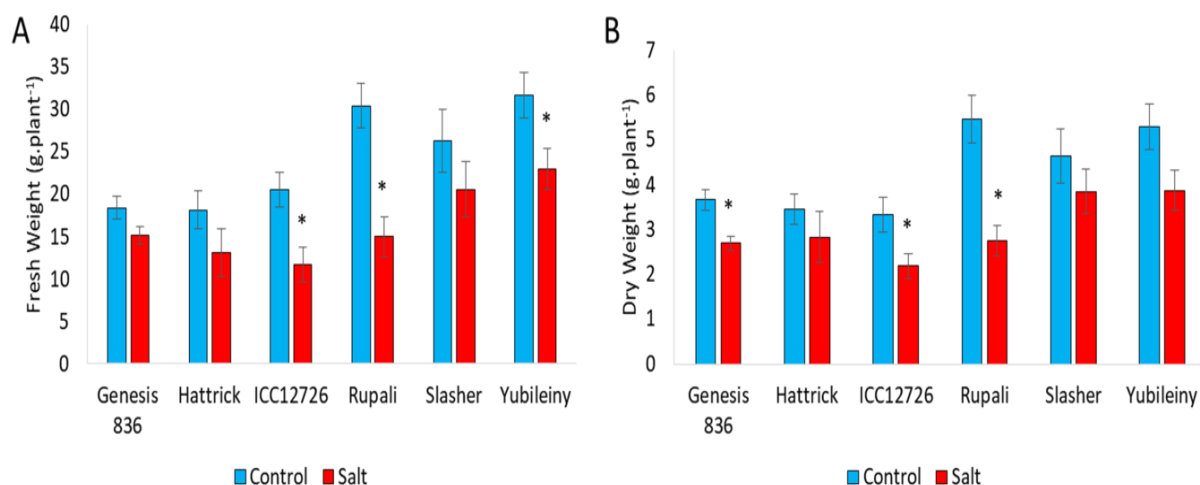
Экспрессия генов *CaRab -B*, *-D* и *-E* во всех временных отрезках была одинаковой у большинства образцов (рисунки 14 б, г, д). У образцов Genesis 836 и Rupali экспрессия этих трех генов была низкой в ранние отрезки времени, в то время как у сорта Юбилейный наблюдали «двойной пик» экспрессии на ранних и поздних этапах, но значительное снижение произошло на 9 день. Образцы Hattrick, ICC-12726 и Slasher в разное время показали более вариабельную, но тем не менее активную экспрессию генов *CaRab -B*, *-D* и *-E* (рисунки 14 б, г, д).

Экспрессия гена *CaRabC* была одинаковой во всех исследованных образцах нута, демонстрируя значительное, но переменное увеличение в разные отрезки времени, особенно в 2-4 раза на 15 день для Hattrick, ICC-12726 и Юбилейный. Исключение составил образец Genesis 836 (рисунок 13в). Очень разный уровень экспрессии был обнаружен для гена *CaRabH*, была пониженной в образцах Genesis 836 и Rupali. Однако, генотипы Юбилейный, ICC-12726, Slasher, показали повышенную экспрессию на всех отрезках времени (рисунок 14е). Итак, экспрессия шести генов проходила неодинаково. В то время как экспрессия у отдельных образцов была схожа, у остальных – сильно отличалась друг от друга.

Гены из группы *CaRab* трудно переоценить, так как кодирующие ими белки имеют огромный потенциал. Внутриклеточные транспортные процессы, регулируемые белками *Rab-GTP*, важны для развития растений. В ходе проведенных исследований обнаружили, что существует взаимосвязь между экспрессией генов *CaRab*, ростом и накоплением ионов Na^+ в листьях и устойчивостью к засолению.

В эксперименте с длительным засолением участвовали шесть генотипов нута, которые различаются по уровню экспрессии генов *CaRab-GTP*. Через 1 месяц после начала обработки NaCl все растения показали признаки угнетения, о чем свидетельствуют снижение сырой биомассы (FW) и сухого веса (DW) (рисунок 15), а также завядание и прекращение роста растений (рисунок 16).

В соответствии с рисунком 16, в результате одного месяца воздействия NaCl наиболее сильно пострадал образец Rupali, сохранив только 50% сырого и сухого веса, по сравнению с контролем. Образец ICC-12726 и сорт Юбилейный показали умеренную чувствительность к засолению, сохранив 30% сухого и сырого веса относительно контролей. Образцы Genesis 836 и Slasher оказались солеустойчивыми, оставаясь относительно незатронутыми воздействием соли. Растения Hattrick не демонстрировали нарушения в весе, но визуально у них проявлялись явные признаки токсичности натрия.



* - $p < 0,05$ - достоверные различия между контрольными и испытываемыми образцами

Рисунок 15 - Влияние кратковременного засоления на биомассу растений нута с концентрацией 90mM NaCl: А - свежая биомасса, В - сухой вес

Примечание - Составлено по источнику [257, р. 3]



А – Genesis 836; В –Hattrick; С –ICC-12726; D –Rupali; E –Slasher; F – Юбилейный

Рисунок 16 - Внешний вид растений нута в контроле и после 1 месяца обработки 90 mM NaCl в 4-х повторностях (80% от ПВ)

Примечание - Составлено по источнику [257, р. 9]

При длительном воздействии NaCl в концентрации 100 mM растения сорта Юбилейный проявили высокую устойчивость с минимальными симптомами угнетения (рисунок 17). Наиболее сильно пострадали образцы Genesis 836, Hattrick и ICC-12726. У образцов Rupali и Slasher осталось только 50% сухого веса по сравнению с растениями в контроле.



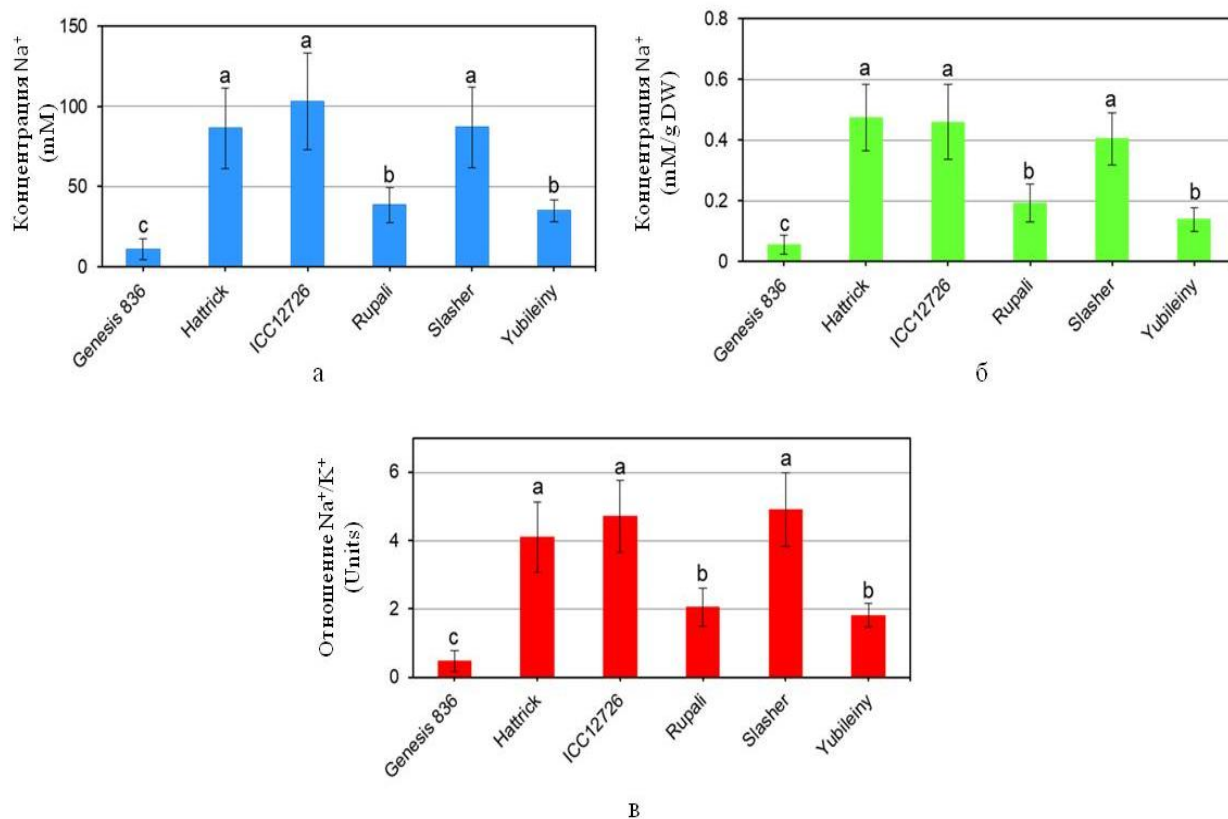
1 - Genesis 836; 2 – Hattrick; 3 – ICC-12726; 4 – Rupali; 5 – Slasher; 6 – Юбилейный

Рисунок 17 - Внешний вид растений нута в контроле и после длительной обработки 100 mMNaCl в 4-х повторностях

Примечание - Составлено по источнику [257, p. 9].

Измерения концентраций ионов Na^+ и K^+ проводили на молодых и полностью развитых растениях нута после 15-дневной обработки 100 mM NaCl. В результате эксперимента три образца нута (Hattrick, ICC-12726 и Slasher) показали 75-100 mM NaCl в листьях (рисунок 18a) или 0,40-0,58 mM/г сухого веса (рисунок 18б). Данные образцы имели также высокое значение по соотношению натрия к калию – 4,1; 4,7 и 4,9, соответственно (рисунок 18в).

Стандартный сорт Юбилейный среди остальных образцов содержал 35 mM Na^+ в листьях и оказался в группе генотипов, способных эффективно поддерживать низкую концентрацию ионов натрия в листьях, хотя и уступал сорту Genesis 836 (15 mM Na^+). Образец Rupali также содержал низкий уровень Na^+ (40 mM Na^+) (рисунок 18a).



а - свежая биомасса; б - сухой вес; в - отношение Na⁺/K⁺

Рисунок 18 – Накопление ионов натрия в листьях растений нута при обработке 100 mM NaCl

Примечания:

1 Рассчитаны на основе стат. программы ANOVA;

2 Достоверные различия ($p < 0,05$) между образцами отмечены разными буквами;

3 Составлено по источнику [257, p. 4].

Для комплексной оценки влияния шести изученных генов *CaRab*-GTP на накопление ионов натрия в листьях изучаемых генотипов провели сравнение этих двух экспериментов. При анализе экспрессии генов (рисунок 14) и содержания Na⁺ в листьях (рисунок 18) выяснили тесную взаимосвязь. Однако, данные корреляции указывают на несомненную роль только одного из изученных генов – *CaRabA2*. Коэффициент корреляции между накоплением натрия в листьях и соответствующей экспрессией гена *CaRabA2* у растений шести изученных образцов нута оказался очень высоким ($R^2=0.905$), в то время как корреляция с экспрессией других генов была несущественной. В соответствии с рисунком 19, повышенная концентрация Na⁺ в листьях обнаружена у трех образцов нута (Hattrick, ICC-12726 и Slasher). А также у них выявлен достоверно высокий уровень экспрессии гена *CaRabA2* по сравнению с остальными изученными генотипами.

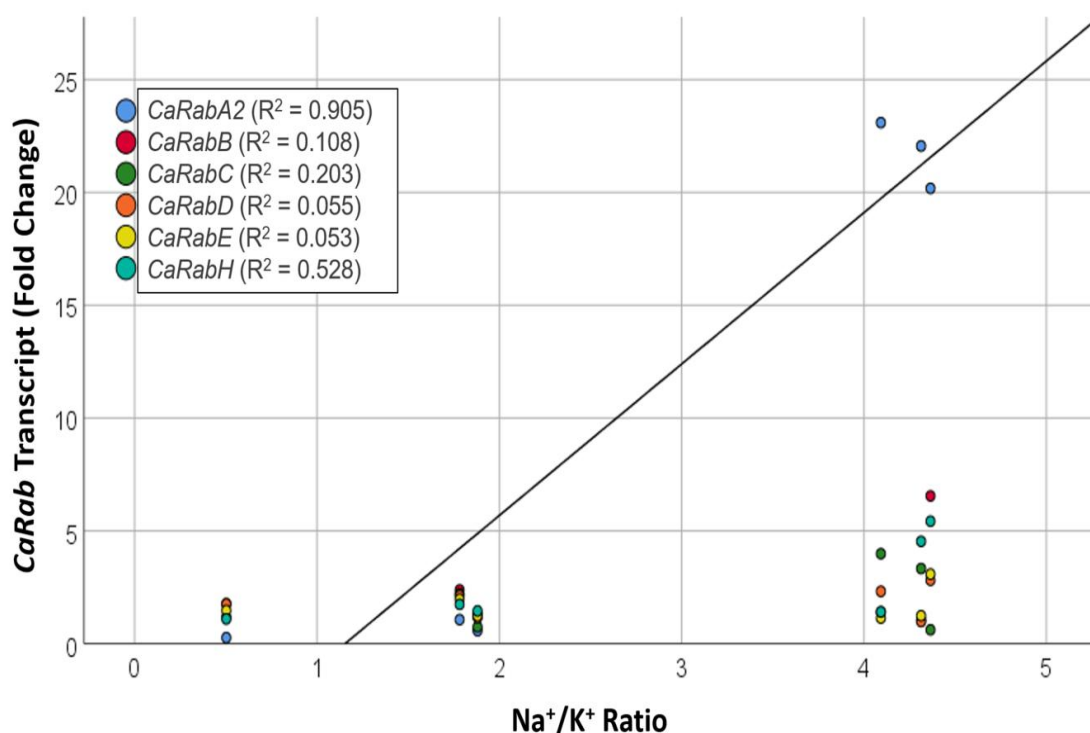


Рисунок 19 – Линейная регрессия между накоплением натрия (соотношение Na^+/K^+), экспрессии (уровень продукта транскрипции) генов *CaRab* у шести образцов нута

Примечание - Составлено по источнику [257, р. 7].

Полученные результаты не противоречат работам других исследователей [218, 219]. Причем некоторые из них подтверждаются иностранными учеными, которые опытным путем выяснили устойчивость к засолению генотипа Genesis 836 по сравнению Rupali [221, 258].

Таким образом, по результатам эксперимента можно сделать вывод, что выделенный ген *CaRabA2* относится к группе регуляторных генов, принимающих участие в адаптации растений к засолению. Растения нута по-разному реагировали на накопление Na^+ в листьях и экспрессию генов семейства *CaRab*, что говорит о сложной природе реакции растений на стресс и их регуляции различными генами. Однако, экспрессия одного гена *CaRabA2* с высокой степенью вероятности ($P > 0,99$) коррелировала с низким накоплением Na^+ в листьях, что является одним из ключевых признаков у солеустойчивых образцов нута. В результате эксперимента выделились образцы Genesis 836, Rupali, а стандарт Юбилейный подтвердил высокую солеустойчивость.

5.3 Разработка и применение молекулярного SNP маркера КАТУ-C19 для анализа гена *CaMYB1*

5.3.1 Разработка праймеров для SNP маркера КАТУ-C19

Транскрипционные факторы (ТФ) играют огромную функциональную роль в процессе внутриклеточной регуляции огромного числа генов в ответ на засуху, засоление и обезвоживание и участвуют в их адаптации на воздействие

абиотических стрессов [259-260]. Согласно литературным данным, гены транскрипционных факторов семейства *MYB* участвуют в растительном метаболизме, а также регулируют засухоустойчивость растений [261].

На рисунке 20 приведен дизайн Amplifluor-like SNP маркера КАТУ-С19 основанный на полиморфизме гена ТФ *CaMYB1*, связанного с признаком урожайности растений нута в условиях засухи [262].

KATU C19

CHICKPEA. XM_004508882.2: *Cicer*
arietinum transcription factor MYB1R1

CTATAGGCAACGCCGGCCCCCTCGACTCAATATTTTGTAATTAAGGACCTTCACGACAGTCG
GCTTTTCAAGCAACTCCAGCATGTGGGAGTTCAGATGTGAATGGAAATGCCATCCATGCAGTTTGAAGT
GCCTTGTGTTCCATGGAGCATTAAATTATTATCATATGGTCTTGTTTAATTCATCATATATCTGGTATTGG
GATAACCTTAATAATTTTATATTTTCCATTTTACAATGGTTACCTAGGTTGATTCTTTGC

TCACAACACCATGACCCGACGTTGCTCCCATTTGTAGCCACAATGGGCACAATCAGCAACATGTCCGAAC
CGCGGTGTTAAGCTATTTCGAGTCCGATTAAACCGACGGGTCGATCCGAAAAGTGCTAGTATGGGTAAATC
TTAGTCACTATAACCGGTTCGGGTCTGGACCGCTTCATACCGGGTTAAATAACCCGGGTTCACCCGGTGA
AAACCTGATCAGCTGCTGCGGCTGACGGTTACGCTTCTGAGGATTTTGTGCTGGTTCACTTCTACT
TCAGTGAAAGAAAAAGGGCATTCCGTGGACTGAGGAGGAACATAGAATGTTTTACTCGGATTGCAGA
TATCAATGTTGATGAAGTGGTTGGCATGTCAAACTGAGTTTAGGAGAACTATAGGCGACGCCGGCCCC
TCGACCTATCTCGTAACTACTCGAAGAAGGACCTTCACGACAGTCGGCTTTTCAAGCAACTCCAGCAT
GTGGGAGTTCAGATGTGAATGGAAATGCCATCCATGCAGTTGAGTGTGCCTTGTTTCCATGGAGCATT
AATTATTATCATATGGTCTTGTTTAATTCATCATATATCTGGTATTGGGATAACCTTAATAATTTTAT
TTTCCATTTTACAATGGTTAACCTAGTTTGTCTTTGCTTGTAGGCAGCAGTAGCATCTAGGAATTAC
TTTGGGTCCAAATTAAACATAATGTTGGTTAATAGTTTTATTTGTGAGGGTTATGTAAGTTGATTG
TGCAGTTTGACAATCTACCTAGTTGTGATTCCTATTAAAGTATTGGATAAAAAGGTTATGTATTCAAGTG
TTTAACACCTGAACCTCACCTTGCTAAAATTTTGTATGTAGTTCAAGCAGTTGACTTTTTGTGTTGT
TGAAAGTGGTGTCTTACTTTGGTCAATGAA

Primers:

KATU-C19-SNP-F1:ACGCCGGCCCCCTCGACTCA19bp, 74%, T_m = 59.7C
KATU-C19-SNP-F1 (RevCom):TGAGTCGAGGGGCCGGCGT

KATU-C19-SNP-F2:ACGCCGGCCCCCTCGACTCT19bp, 74%, T_m = 59.7C
KATU-C19-SNP-F1 (RevCom):AGAGTCGAGGGGCCGGCGT

KATU-C19-SNP-R: CACATCTGAACCTCCACATGCTGGA25bp, 52%, T_m = 59.3C
KATU-C19-SNP-R (RevCom):TCCAGCATGTGGGAGTTCAGATGTG

Рисунок 20 – Праймер КАТУ-С19 для анализа гена ТФ *CaMYB1*, контролирующего засухоустойчивость у растений нута

5.3.2. Генотипирование коллекции нута различного эколого-географического происхождения с применением КАТУ-С19

В 2017 году молекулярный анализ коллекционных образцов отечественной и мировой коллекции нута продолжился с помощью маркера КАТУ-С19, разработанного для ТФ *CaMYB1* (рисунок 21а). Работу вели с целью отбора перспективного исходного материала, устойчивого к засухе и засолению.

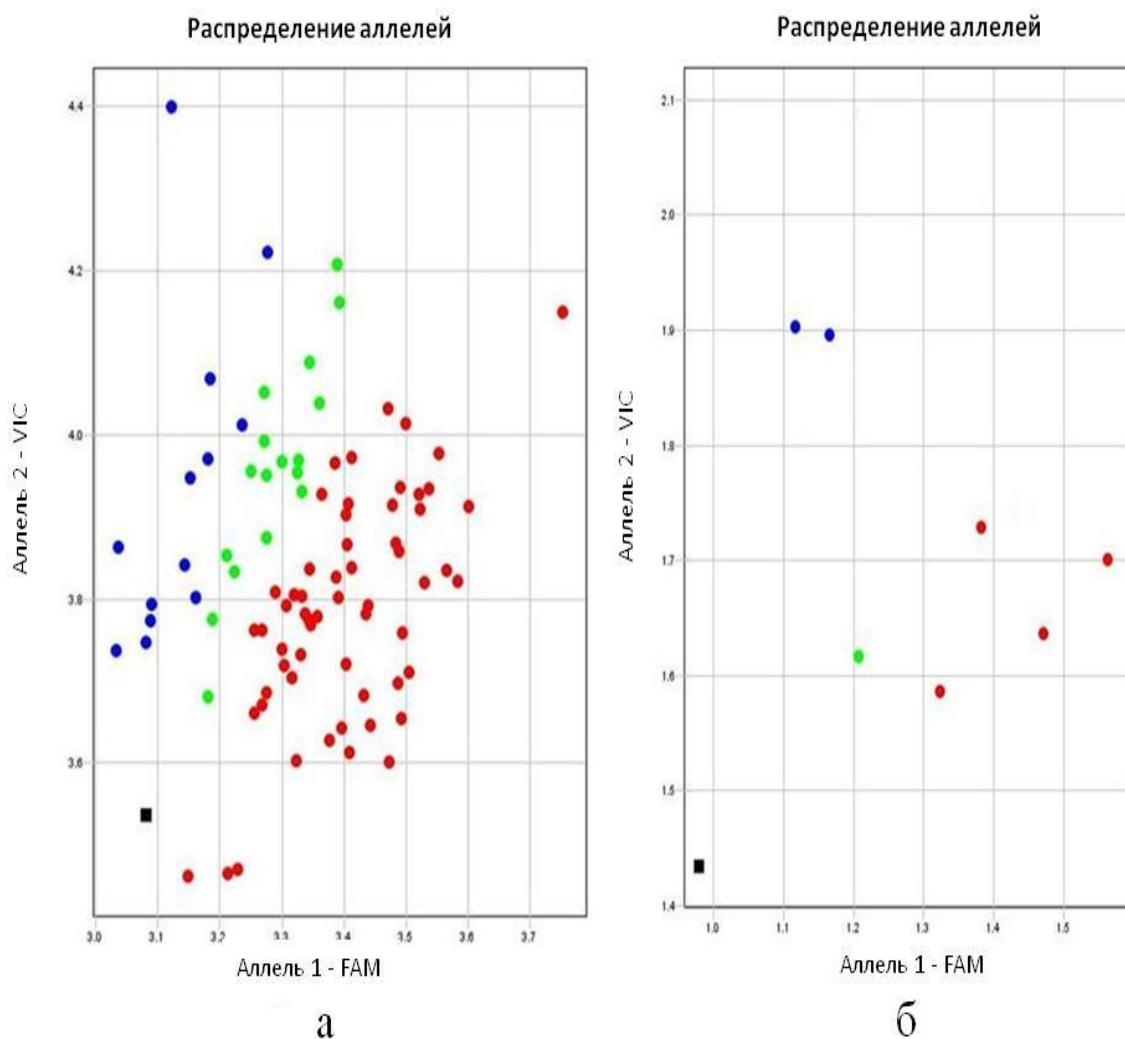
На основе SNP маркера КАТУ-С19 провели также молекулярный скрининг контрастных сортообразцов коллекции нута (рисунок 21б).

Полевые испытания 2017 года в сухостепной зоне Северного Казахстана подтвердили высокую урожайность образцов Юбилейный, ICC-1392, ICC-4918, ICC-14815, а сортообразцы ICC-7255, ICC-4841, ICC-12726 и ICC-13628 составили вторую группу менее урожайных (таблица 19), (Приложение Б).

Таблица 19 – Вегетационный период и продуктивность коллекционных образцов в сухостепной зоне Северного Казахстана 2017 года

Название образца	Всходы - цветение, сут.	Всходы - созревание, сут.	Средняя урожайность, г/м ²
Высокопродуктивные			
Юбилейный	33	74	220
ICC-14815	32	69	268
ICC-1392	32	65	223
ICC-4918	30	65	282
Среднее по группе	31,7	68,2	248,3
Низкопродуктивные			
ICC-4841	35	66	182
ICC-12726	33	65	147
ICC-13628	34	69	108
Среднее по группе	34,0	66,7	145,7

Неблагоприятные климатические условия года вызвали сильную засуху в критический период развития растений нута (формирование и налив семян), в время роста вегетативной массы. Несмотря на это, сортообразец ICC-4918 в 2017 году оказался самым высокоурожайным, благодаря короткому периоду «всходы - цветение» – 30 дней, а период вегетации составил 65 дней. Наоборот, образец ICC-13628 показал низкую урожайность (108 г/м²), фаза «всходы-цветение» растянулась на 4 дня дольше, по сравнению с образцом ICC-4918, хотя период вегетации отличался на 1 день. В целом по коллекционному питомнику высокоурожайные сорта вошли в фазу «всходы - цветение» раньше низкоурожайных образцов на 2,3 суток.



а - сортообразцы отечественной и мировой коллекции нута; б - семь коллекционных образцов нута

Рисунок 21 – Генотипирование образцов мировой коллекции нута по праймеру KATU-C19

Примечание: Красные точки – генотипы гомозигот (*aa*) по аллелю 1 (FAM); синие – генотипы гомозигот (*bb*) по аллелю 2 (VIC); зеленые – гетерозиготы (*ab*). Черный квадрат – контроль (вода вместо ДНК)

Маркер KATU-C19 оказался эффективным для идентификации устойчивых генотипов нута. Генотипирование коллекционных образцов показало четкое распределение образцов нута по аллелям на гомо- и гетерозиготные генотипы по изучаемому гену.

В результате проведенного скрининга контрастных сортообразцов получено четкое распределение генотипов по аллелям. При этом, высокоурожайные - Юбилейный, ICC-4918, ICC-1392, ICC-14815, помеченные флуорофором FAM, проявили себя как гомозиготы по первому аллелю '*aa*'. Менее продуктивные образцы: ICC-4841 и ICC-12726, помеченные флуорофором VIC, оказались гомозиготами по второму аллелю '*bb*'. К

гетерозиготам 'ab', у которых присутствует флуоресценция обоих FAM и VIC относится образец ICC-13628 со смешанным генотипом [197, р.10].

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать заключение, что молекулярный маркер КАТУ-С19 участвует в ответе растений на стрессы и его можно использовать в практических целях для идентификации продуктивных образцов нута по гену ТФ *CaMYB1*.

5.3.3 Анализ экспрессии гена *CaMYB1* на образцах нута

Изучение экспрессии гена в ответ на засуху, засоление и обезвоживание, проведенный на восьми контрастных по продуктивности коллекционных образцах нута, указывает на эффективность праймера КАТУ-С19 использованного при генотипировании. Растения нута для эксперимента выращены в контролируемых условиях "Фитотрона", откуда провели отбор образцов листьев (рисунок 22).



Рисунок 22 – Образцы нута для проведения лабораторного эксперимента по воздействию засоления, засухи и обезвоживания

Достоверные различия указаны при сравнении с уровнем «1», принятый для контролей (без стресса). Для нормализации экспрессии использовали два референтных гена: *CaCAC* (Clathrin adaptor complexes) и *CaGAPDH* (Glyceraldehyde-3-phosphatedehydrogenase). Результаты эксперимента показали совершенно неоднозначный характер экспрессии гена *CaMYB1* в результате воздействия засоления, засухи и обезвоживания (рисунок 23)

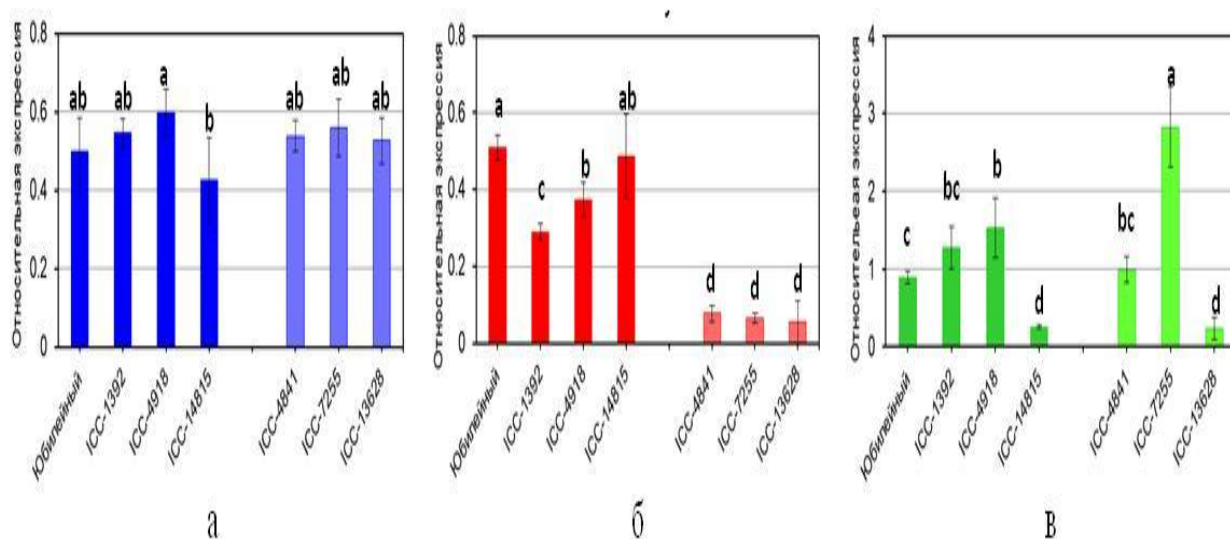


Рисунок 23 – Анализ экспрессия гена *CaMYB1* в ответ на засоление (а), засуху (б) и обезвоживание (в)

Примечания:

1 Достоверные различия обозначены разными буквами, стандартные ошибки рассчитаны по программе ANOVA и *t*-критерию Стьюдента ($p > 0,95$);

2 Четыре высокоурожайных образцов обозначены темным цветом и расположены слева, а три менее урожайных – светлым цветом и расположены справа

При засолении экспрессия *CaMYB1* у всех образцов была одинаковой (рисунок 23а). В условиях засухи четыре высокоурожайных сортообразца показали высокую экспрессию гена *CaMYB1* (рисунок 23б). В соответствии с рисунком 23в, при воздействии обезвоживания все образцы различались по экспрессии без какой-либо закономерности. Это значит, что экспрессия гена *CaMYB1* имеет другое значение в условиях быстрого обезвоживании и не связана с продуктивностью образцов нута, как при засухе.

Полученные данные указывают на эффективную роль маркера КАТУ-С19 на образцах нута, следовательно, его можно применять в практической селекции для отбора перспективных генотипов нута, устойчивых к засухе для сухостепной зоны Северного Казахстана.

5.4 Разработка и применение молекулярного SNP маркера КАТУ-С21 для анализа гена *CaZnf_CCHC*

5.4.1 Разработка праймеров для SNP маркера КАТУ-С21

В 2019 году в процессе скрининга образцов коллекции нута и созданных гибридных популяций выделился маркер КАТУ-С21, который был разработан для гена *CaZnF_CCHC* «Цинковый палец» (ZnF, Zink Finger) с доменом CCHC, регулирующего реакцию растений на засуху и засоление. На рисунке 24 приведена разработка маркера КАТУ-С21, с помощью которого провели генотипирование мировой коллекции нута.

KATY-C21: 012716319.1

mRNA

AGAATATCTGAGAGGTGTGTGTATGATTAGGGCTTGCAAGTGTGAACTCTTTGCGGCATAGGAAGGCGAA
TCGATGGCTAGAGATCACGAACAAGTCGCCGAAATTAACGACAATCTCGATGGCGCTTCAACTCCAT
CGCTCGTTTTTCAGCAGCGACGATGACGACGAGGAGCGGAATCAAGATCTGAGCCCAAGATCGTGGAAAA
AGCCATGCGAACGCGAGAGGCCAAACCTCTCCCCAAACGACGACGTA TCGGATGAACCCAGCGGTCCCGCT
GCTTTTGAAGTAATGGAAGAGTCCCTGAATCGAAGTGTTATTATAGCTGCAGAACAAGAGGTGGAAGAGA
TAATCAAAACCCTGAGAAGGATGAATCTGTGGAAGCAAGTGCTGTTTCAAGATAGGTGACAACGCTGTTCT
GCGAAAGCTGCTTCGGGGTCCAAGGTATTTTGACCCACCAGATAGTAGTTGGGGAGCATGCTATAATTGT
GGCGAGGAAGGTTCATGCTGCTGTAACTGTACAGCAGCAAAGCGCATGAAACCATGCTATGTATGTGGTG
GTTTGGGACACGGTGCTAAGCAATGTACTAAGGCCAGAGTTGCTTTATCTGTAAGAAAGGTGGCCACCG
GGCCAAAGACTGTCTGAGAAGCTCATGACTGCACGTGTTTCTAAAAGCCTGACAATTTGCTTAAAGTGT
GGAAATTCGGGGCATGATATGTTTTTATGCAAGAAATGATTATTCACGGGATGATCTCAAGGAGATTCAAT
GTTATCTCTGCAAGACATTTGGACACTTGTGTTGTGTCAATACTGTTGATGCAATACCGGAGAAATTTCT
TTGTTACAAATGTGGTCAGATGGGTCATACCGGTTTGGCATGCTCAAGGTTGCAAAGCGAGACTACTGGT
GCTGCTTCACCTAGTTTGTGCTATAGGTGTGGTGAAGTAGGACATTTTGCCGAGAATGCACAAGCTCAA
CCAAGGCTGGGAAAAAGAATAGTGAATTTCAAATACAAAAAAGAAGATCTATAAAGAAAAATGATTT
CAGGGGACATTTGGTCTGCACCTCATGATGCGGGTAAGATGCATAAAAAAGAAGCGACCTCTTCCAGACGAA
AGAGGCTTTACAACCCCCAAGAAATCAAAGAGTAGAGGTGGCTGGACAATGGAGCACCTGCAGATGAAA
GAGACTTTAATTCTCCTAAAAAATTCAGAGCAGAGGTGGCTGGACGGCTGAGTATGCGGAGAAATTTCTC
TTCTTCAAAGTCCAAAAGGAGCAGTTGGAGGTCTCCAGGGACACCATCTGCTAGAAGCACTAAAATTCAC
TCGCGAAGTAGTGGAAGTCAAACCTCCAGGTGGAGTTATAAATCTTCTCAGGGGTGGCAGGGTCAACAAC
CTGGAGCCTCAAATTACCAAGGATTAGCCATGGATTTCCATCATAGATATTCAGCATCAAGGTTTGGCAA
CTCTAGCAGTGATGGATATAGGAGAAGTCATTGGCAGTAGCTTTTCGCCTTCGTGTTCTTTACAATGTCAT
CTGTAAACTACTTGTAAATGACACCTAGTTGCATGTTTTTTATTTCTTCAAAATAATAATATTTATTTT
CCCTTCAGTTATTCATTCAATACAGCTGTCAATAATTTCAATTCCATCTATCCTTTGGCTTGGGTGG
CGGCATAAAA

Y = T/C

KATU-C21-SNP-F1: AAGCGAATCAAGATCTGAGCCT 22bp, . 45%, Tm = 53C
(RevCom): AGGCTCAGATCTTGATTGCTT

KATU-C21-SNP-F2: AAGCGAATCAAGATCTGAGCC 22bp, . 50%, Tm = 54.8C
(RevCom): GGGCTCAGATCTTGATTGCTT

KATU-C21-SNP-R: TACGTCGTCGTTTGGGGAGA 22bp, 55%, Tm = 53.8C
(RevCom): TCTCCCCAAACGACGACGTA

PCR product size: 83 bp

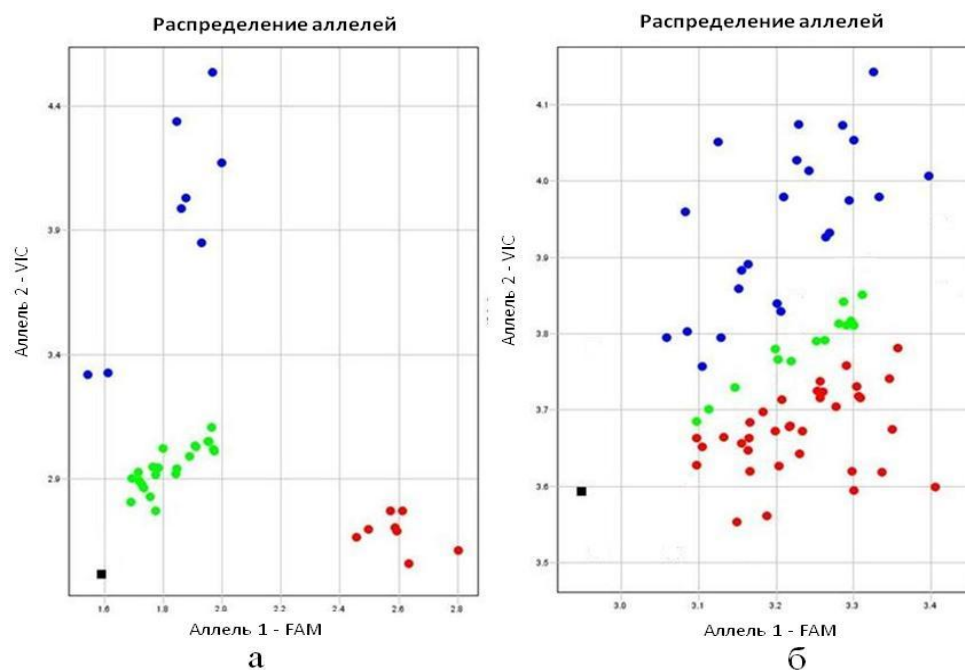
Рисунок 24 – Разработка дизайна праймеров KATY-C21 для анализа гена *CaZnF_CCHC*, контролирующего засухо- и солеустойчивость у нута

Гены *Znf_CCHC* являются регуляторами роста растений, участвуют в формировании веток, семян, длины стеблей и междоузлий [263]. Белки *ZnF_CCHC* широко распространены в геномах растений и их роль в стрессовых ситуациях хорошо известна. Они участвуют в распознавании ДНК, активации транскрипции, упаковке РНК, регуляции клеточного распада и связывание липидов [264]. Кодированные белки *ZnF_CCHC* встречаются у всех видов эукариот и регулируют реакцию и адаптацию растений к абиотическим стрессам [265].

5.4.2 Генотипирование коллекции нута различного эколого-географического происхождения с применением КАТУ-С21

Генотипирование с помощью маркера КАТУ-С21 провели у гибридов и их родительских форм. Скрининг позволил оценить поколения F_2 и F_3 перспективных гибридных комбинаций (ICC-1083 $\times$ Камила 1255) и (Луч $\times$ ICC-10945) созданные для улучшения нута по показателям качества и устойчивости к засухе и засолению. Сорта Луч, Камила 1255 из степной экологической группы и высокопродуктивные образцы зарубежной коллекции ICC-1083 (Иран) и ICC-10945 (Индия), участвовавшие в исходном скрещивании, обладали повышенной устойчивостью к засухе по результатам полевой оценки в условиях сухой степи Северного Казахстана (Приложение Ж). В Государственном реестре селекционных достижений, рекомендуемых в Республике Казахстан, сорт Камила 1255, наряду со стандартным сортом Юбилейный, входит в список наиболее ценных по качеству сортов [266, 191]. Из данных комбинаций гибридов выделили перспективные селекционные линии, которые содержали ряд ценных признаков, таких, как: высокорослость, высокобелковость, ветвистость, озерненность, наибольшая масса семян с растения и масса 1000 семян.

Генотипирование с помощью маркера КАТУ-С21 в F_2 показало четкое распределение на гомо- и гетерозиготы по аллелям гена *CaZnf_CCHC*, контролирующего устойчивость растений к абиотическим стрессам (Рисунок 25).



а - ICC-1083 $\times$ Камила 1255; б - Луч $\times$ ICC-10945

Рисунок 25 – Генотипирование по SNP маркеру КАТУ- С21 в гибридных популяциях поколения F_3

Примечание - Красные точки – генотипы гомозигот (*aa*) по аллелю 1 (FAM); синие – генотипы гомозигот (*bb*) по аллелю 2 (VIC); зеленые – гетерозиготы (*ab*). Черный квадрат – контроль (вода вместо ДНК)

В результате проведения генотипирования удалось отобрать гомозиготные потомства из гибридных популяций ICC-1083 × Камила 1255 и ICC-10945 × Луч по генотипам родительских форм, посеянных в селекционном питомнике нута 2019 года.

5.4.3 Анализ экспрессии гена *CaZnf_CCHC* на образцах нута

Изучение экспрессии гена *CaZnf_CCHC* в ответ на засуху проводили в «Фитотроне» по ранее описанному методу в разделе 2.5. На рисунке 26 показан процесс сбора материала в «Фитотроне» у семи контрастных образцов нута после воздействия на них засухи, засоления и обезвоживания.



Рисунок 26 – Сбор образцов в эксперименте по изучению влияния засухи на растения нута в условиях «Фитотрона»

Выделенную РНК использовали для синтеза комплиментарной ДНК и проведения количественной ПЦР. Уровень экспрессии в контролях приняли за «1». Нормализацию экспрессии генов проводили по двум референтным генам *CaCAC* и *CaGAPDH*. Эксперимент с участием семи образцов нута показал различную регуляцию гена *CaZnf_CCHC* в ответ на абиотические стрессы – засоление, засуху и обезвоживание (рисунок 27).

В результате проведенного эксперимента, ген *CaZnf_CCHC* проявил себя одинаково в условиях засоления и обезвоживания (рисунок 27 а, в). При этом, обнаружили строгую положительную корреляцию репрессированной экспрессии у высокопродуктивных образцов с признаком урожайности и устойчивости к засолению и к обезвоживанию, в то время как на засухе никаких различий между образцами не было (рисунок 27б).

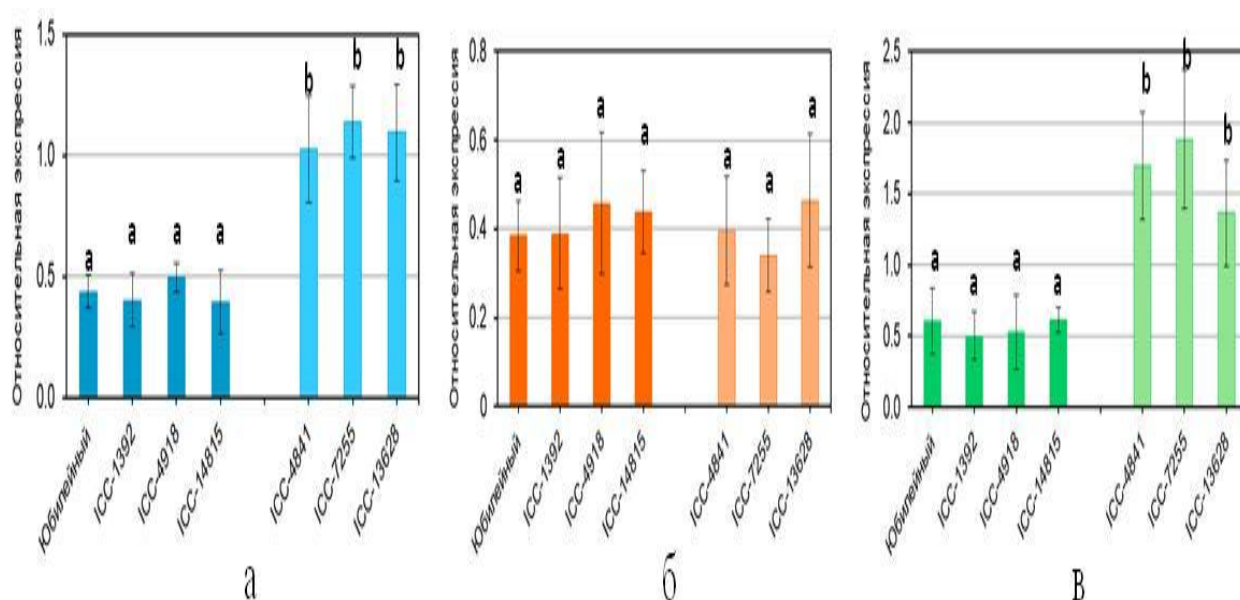


Рисунок 27 – Анализ экспрессии гена-кандидата *CaZnf_CCHC* в ответ на засоление (а), засуху (б) и обезвоживание (в)

Примечания:

1 Достоверные различия обозначены разными буквами, стандарт. ошибки рассчитаны по программе ANOVA и *t*-критерию Стьюдента ($p > 0,95$);

2 Четыре высокоурожайных образцов обозначены темным цветом и расположены слева, а три менее урожайных – светлым цветом и расположены справа

Это говорит о том, что ген *CaZnf_CCHC* контролирует реакцию растений именно на осмотический стресс, так как при засолении и обезвоживании теряется влага при увеличении осмотического давления. Таким образом, SNP маркер КАТУ-С21, разработанный для ТФ *CaZnf_CCHC*, участвующий в ответах растений на абиотические стрессы, может быть использован на практике для выведения сортов, устойчивых к засолению и обезвоживанию.

5.5 МОС - Маркер-опосредованная селекция с применением SNP маркера КАТУ-С21 на гибридных популяциях (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945)

В селекционной работе для создания гибридов, устойчивых к абиотическим стрессам, необходимо проводить тщательный подбор исходного материала. В качестве родительских форм отбирают образцы с наибольшим количеством хозяйственно ценных признаков, источниками которых могут выступать отдаленные эколого-географические формы. При этом учитывается происхождение родителей, условия их роста и развития, а также большое внимание уделяется засухоустойчивости и качеству семян [267].

В наших исследованиях родительские формы подбирали после их всесторонней оценки. Скрещивания отечественных сортов с коллекционными образцами различного происхождения позволили получить наиболее перспективные гибриды с удачной рекомбинацией генов. В связи с этим, наиболее удачными в F_2 оказались гибридные популяции, результаты

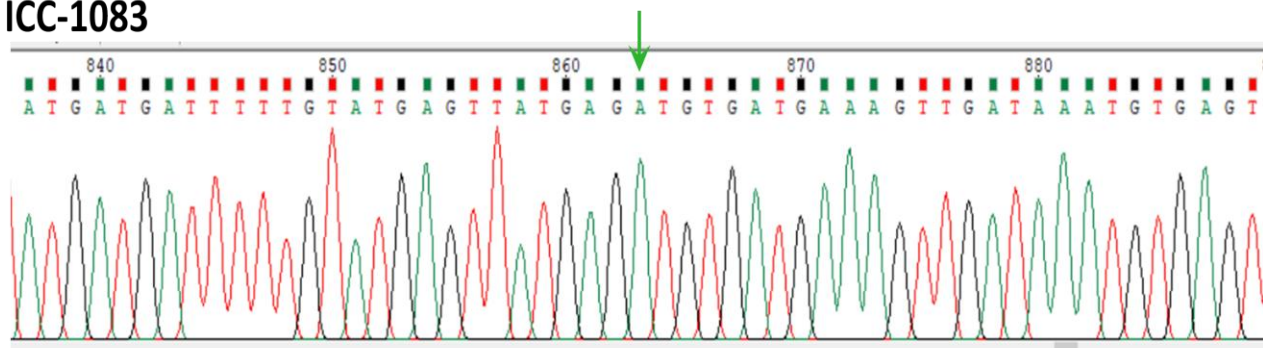
генотипирования которых представлены в подразделе 5.4.3 при описании маркера КАТ-С21.

Генотипирование с помощью SNP маркеров позволяет отобрать перспективные формы растений на основе их генотипа. Этот метод известен как МОС (Маркер-опосредованная селекция). Применение МОС намного сокращает период создания нового селекционного материала, делает возможным проводить скрининг и идентифицировать сорта, использовать маркеры, тесно сцепленные с важными генами, картировать гены количественных признаков с помощью SNP маркеров, изучать наследование признаков в гибридных линиях. Таким образом, появляется возможность делать отбор необходимого генотипа с максимальной эффективностью уже на начальных стадиях формирования нового сорта, и это намного облегчает работу селекционера.

Для проведения МОС провели секвенирование среди родителей гибридных популяций нута с помощью SNP маркер КАТУ-С21, выделенного на основе сиквенса целевого гена *CaZnF_CCHC*, который является одним из ключевых регуляторов ответных реакций растений на такие абиотические стрессы, как засуха и засоление (рисунок 28, 29).

ПраймерКАТУ-С21-Ф5R5 [А/Г] в генеZnf_CCHC

ICC-1083



Камила 1255

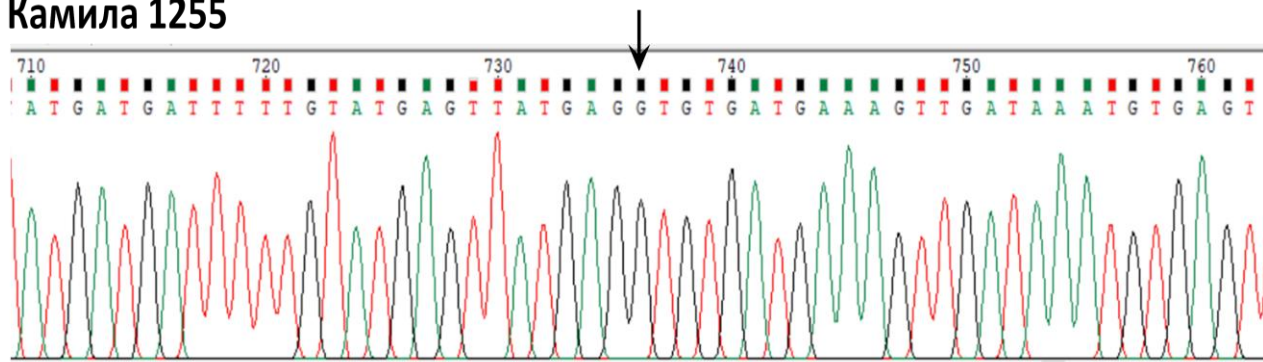


Рисунок 28 – Фрагмент секвенирования родительских форм гибридной популяции ICC-1083 × Камила 1255 с использованием SNP маркера КАТУ-С21

Праймер KATU-C21-F5R5 [G/A] в гене Znf CCHC

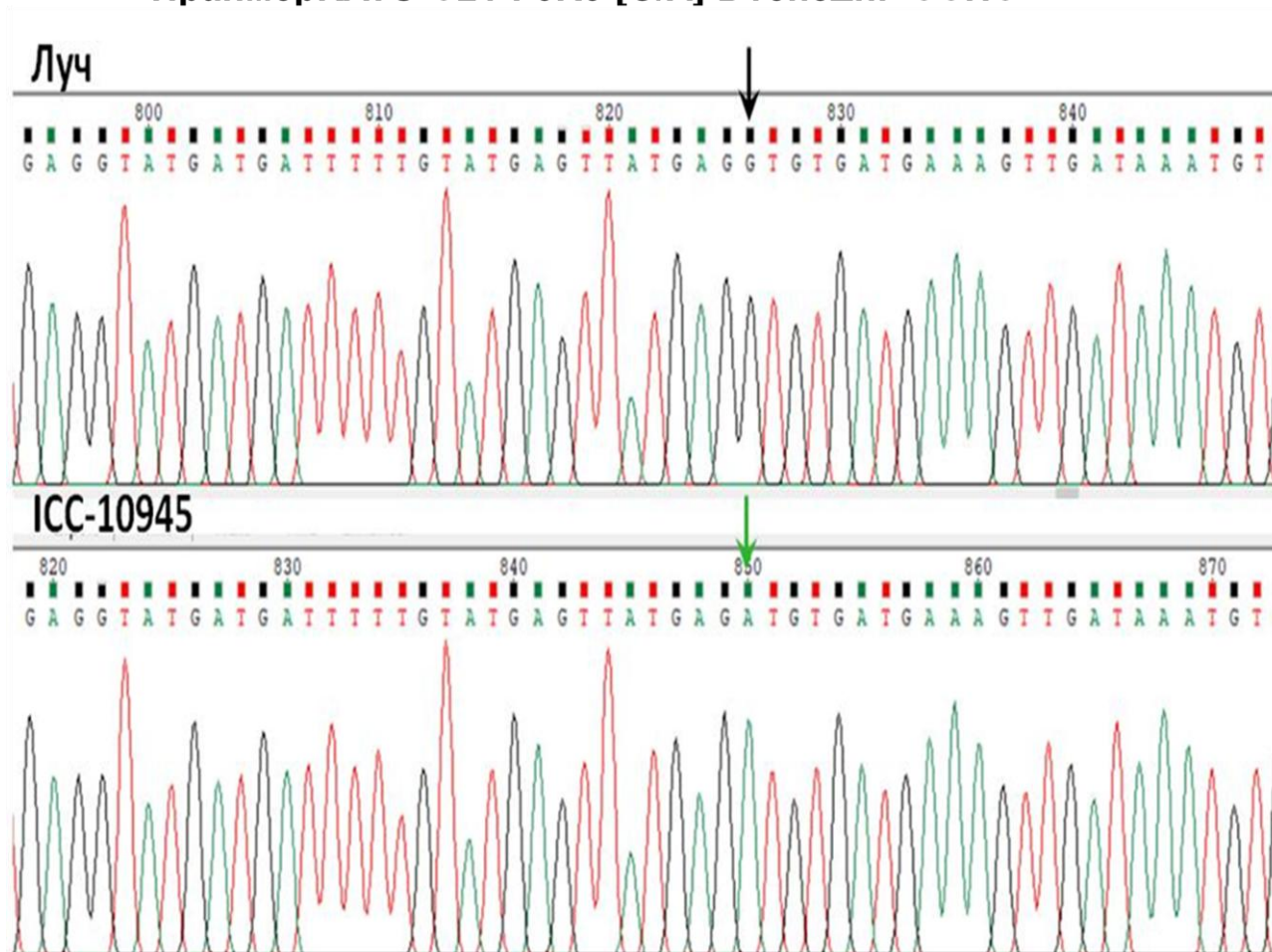


Рисунок 29 – Фрагмент секвенирования родительских форм гибридной популяции Луч × ICC-10945 с использованием SNP маркера KATU-C21

В результате секвенирования родительских форм ICC-108, Камила 1255, Луч, ICC-10945 были обнаружены новые SNP. Положения SNP, полученных при амплификации фрагментов в области маркера KATU-C21, с различиями по гуанину и аденину отмечены черной и зелеными стрелками.

При секвенировании образцов ДНК родительских форм удалось обнаружить гетерозиготные формы, что дало возможность использовать генетическую изменчивость и комбинации SNP в *CaZnF_CCHC*, чтобы провести генетический анализ разных гибридов.

После завершения секвенирования родительских форм популяций (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945) с использованием маркера KATU-C21, провели сравнительный CLUSTAL-W анализ сиквенсов. В результате обнаружили два новых SNP между родительскими формами в нуклеотидной последовательности гена *CaZnF_CCHC* (рисунок 30).

На основе обнаруженного генетического полиморфизма у родительских форм двух гибридов разработали праймеры, дизайн праймеров KATU-C21-7 и KATU-C21-8 представлен на рисунке 31.

ICC-12654	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTACGCAATATGAGTTTACGTATAT
<u>Looch</u>	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTACGCAATATGAGTTTACGTATAT
ICC-1083	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTACGCAATATGAGTTTACGTATAT
<u>Tassai</u>	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTACGCAATATGAGTTTACGTATAT
ICC-10945	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTACGCAATATGAGTTTACGTATAT
<u>Camila</u>	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTACGCAATATGAGTTTACGTATAT
Frontier	TACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTATGCAATATGAGTTTACGTATAT

ICC-12654	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA
<u>Looch</u>	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA
ICC-1083	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA
<u>Tassai</u>	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA
ICC-10945	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA
<u>Camila</u>	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA
Frontier	GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTAAACATACGTGAA

ICC-12654	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG
<u>Looch</u>	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG
ICC-1083	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG
<u>Tassai</u>	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG
ICC-10945	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG
<u>Camila</u>	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG
Frontier	TTATGAGATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTG

Рисунок 30 – Сравнительный CLUSTAL-W анализ секвенированных фрагментов гена *CaZnF_CCHC* в области маркера KATY-C21, с выделенными двумя SNP у генотипов родительских форм нута (Камила 1255, ICC-10945, Луч, ICC-1083 и Тассай), отмеченные зеленым и розовым цветами. Для сравнения использованы два референтных генотипа (ICC-12654 и Frontier) с полностью секвенированным геномом

ACATTCTTCATCTTCTCCATTCTATTCAACCTTAACCAATCATTATCATTAAACCATCTTCATAAATC
 ATCATCAATCATCATTAATTATCATCAATCACCATCAATCCCATCAATCATCATTAATTCAATAT
 TTTGCTAACATTTACGTGAATTCATTTACGTAAGTTTACGTGAACTAAGTTCACGTAGGTTTAC
 GTAACTGAATTCTAGAAAAGATACGTGAACTCAGTTCACGTACACCTACGTGAATTCACCTCACG
 TAACTTACGTGAAATTGAGTTCACGTATGTTTGATTTTCAATCTTCAATTATTTCAAAATCTTAA
 TTCACACATACGTGAATTAAGATTGCGTATAGACTGAGATGTTTACGCAATTTCTCAGTTCACGTA
 CATGGCTTATTATTCAACATTCAATGATTACGCAATCTTAGTTCACGTAGGTGTACGTGAATTCAG
 ATTGCGTACACTATGAGGATTCAAGTTTCAAACCTCCATTGATTAAGCAATATGAGTTTACGTATAT
 GTACGTGAATTCAAATTGCGTACAGTCTGAGATTTTAAATTTTTTTTAAACATACGTGAACTAAGT
 TCACGTAACTTCAGAACGTACGTGAACGTAGTTTACGTAAAATACCCAGATTTAAAAATAAAATAA
 AATAAACACACCTTTTTGTTGGTGAGGTATGATGATTTTTGTATGAGTTATGAGGTGTGATGAAA
 GTTGATAAATGTGAGTTATGAGATAATAAATGTGTAACATTGATGGCAGGGGCATTTTGGGTATTT
 TGATTTTTTTTAAATTTTGGGGGTGTGAATAGCAATTTGGGGGTGTGGTAGCAATATTGTTAT
 TATTATTATTTTAAACTGAAAAACACAAAAAAGAAAAAACTTAGAATATCTGAGAGGTGTGTG
 TATGA

Primers:

KATU-C21-SNP-F7: CTCACATTTATCAACTTTTCATCACAC26bp, GC=35%, Tm=53.2C

KATU-C21-SNP-F7 (RevCom): GTGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAG

KATU-C21-SNP-F8: CTCACATTTATCAACTTTTCATCACAT26bp, GC=31%, Tm=51.7C

KATU-C21-SNP-F8 (RevCom): ATGTGATGAAAGTTGATAAATGTGAG

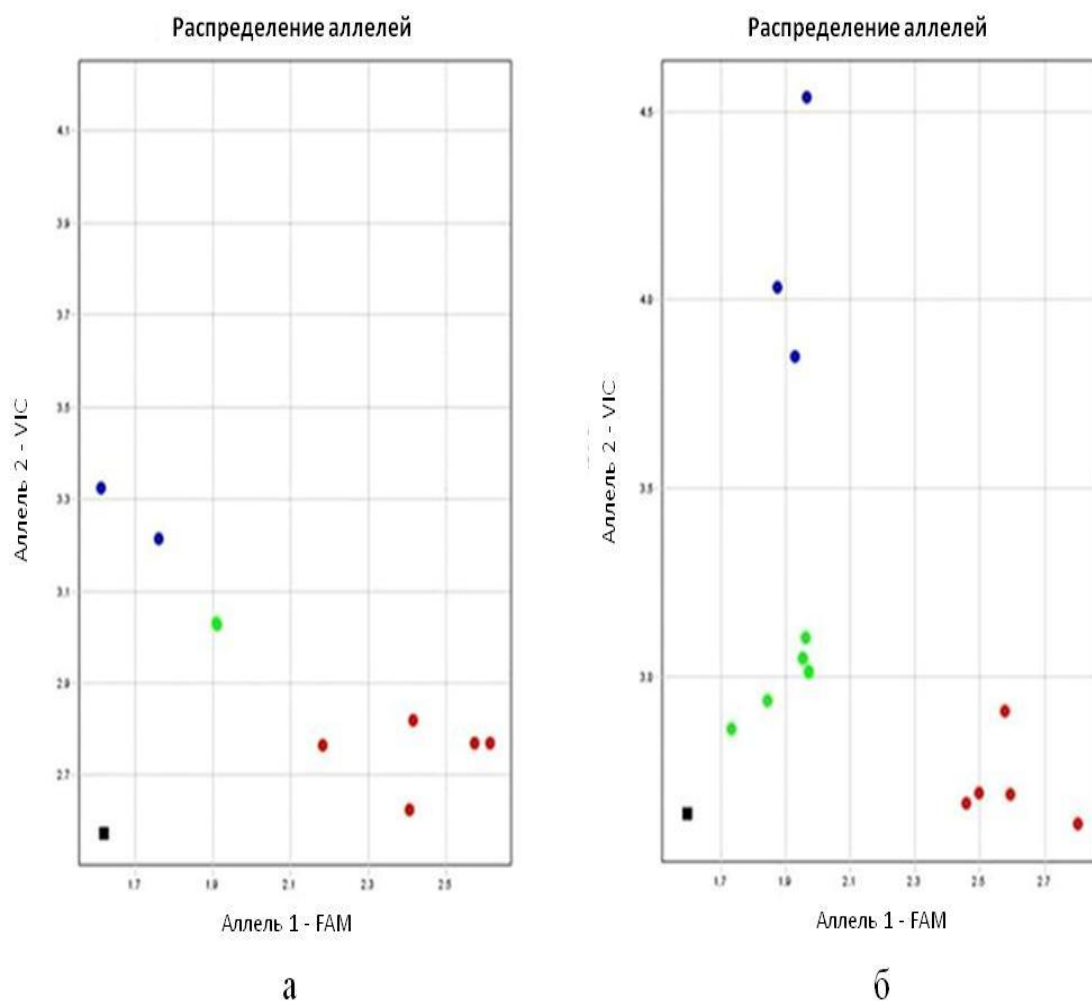
KATU-C21-SNP-R7: TGAGTTCACGTAAAATACCCAGAT24bp, 38%, 52.3C

PCRfragmentsize: 120 bp

Рисунок 31 – Разработка праймеров KATU-C21-7 и KATU-C21-8 для SNP 1 и SNP 2 у родителей популяций (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945) для анализа перспективного гена *CaZnf_CCHC*

Генотипирование гибридных популяций ICC-1083 × Камила 1255 (рисунок 32а) и Луч × ICC-10945 (рисунок 32б) с помощью маркеров KATU-C21-SNP7-8, разработанных на основе обнаруженных новых SNP для гена *CaZnf_CCHC*, позволил у гибридов поколения F₄ в 2019 году выделить линии с устойчивые к засухе и засолению.

В результате генотипирования по маркеру KATU-C21-SNP7-8 среди каждой из двух гибридных популяций отобрали по 5 линий, которые отмечены красными точками на рисунке 32. Таким образом, применение МОС позволило провести скрининг поколения F₄, выявить ценные генотипы и установить гомозиготные или гетерозиготные линии по отбираемому признаку, что позволяет значительно сократить время выведения нового сорта.



а - ICC-1083 × Камила 1255; б - Луч × ICC-10945

Рисунок 32 - Результаты генотипирования с определением аллелей по маркеру KATY-C21-SNP7-8 в гибридных популяциях поколения F₄

Примечание - Красные точки – генотипы гомозигот (*aa*) по аллелю 1 (FAM); синие – генотипы гомозигот (*bb*) по аллелю 2 (VIC); зеленые – гетерозиготы (*ab*). Черный квадрат – контроль (вода вместо ДНК)

Испытания выделенных гибридных популяций проводили в полевых условиях сухостепной зоны Северного Казахстана (Приложение И). В 2018 году вегетационный период варьировал от 82 до 86 дней, из-за недостатка теплых дней и обилия осадков в августе, период цветения-созревание растянулся до 47 дней. Отклонение от средне-многолетних данных по количеству выпавших осадков за май составило 23,9 мм, а в июле этот показатель составлял -28,7 мм, что в целом по популяции отразилось на урожайности (145,6-231,1 г/м²). В 2019 году период всходы-цветение в популяциях нута составил 37-43 дней, период цветения-созревание был в целом непродолжительным и составил 32-40 дней. Этому способствовала «жесткая» засуха в июле (ГТК 0,1) и августе (ГТК 0,2) (таблица 20), [242, с.390].

Таблица 20 - Вегетационный период и урожайность гибридных популяций (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945), 2018-2020 гг.

Генотип (линия)	Вегетационный период, суток									Урожайность, г/м ²			
	2018 год			2019 год			2020 год			2018	2019	2020	Среднее
	Всходы - цветение	цветение-созревание	Вегетационный период	Всходы - цветение	цветение-созревание	Вегетационный период	Всходы - цветение	цветение-созревание	Вегетационный период				
ICC-1083	38	45	83	39	40	79	39	43	82	197,8	216,6	205,4	206,6
Камила 1255	38	47	85	38	40	78	38	42	80	183,7	212,2	210,6	202,2
I1083×K-5 (30/2-12)	38	45	83	37	37	74	36	41	77	168,4	172,2	323,8	221,5
I1083×K-51 (18-3-1)	40	44	84	40	37	77	40	42	82	193,8	244,7	349,5	262,7
I1083×K-64 (30/2-15)	39	45	84	39	36	75	39	40	79	145,6	141,6	166,2	151,1
I1083×K-95 (30/2-26)	41	43	84	40	38	78	40	39	79	161,7	111,8	136,8	136,8
I1083×K-103 (18-3-34)	40	43	83	37	33	70	39	37	76	169,2	121,4	175,3	155,3
*НСР _{0,5}										0,2	0,4	0,2	
Луч	40	46	86	41	37	78	41	39	80	198,3	246,6	225,2	223,4
ICC-10945	40	42	82	37	32	69	37	35	72	191,2	243,2	263,2	232,5
L×I10945-24 (11-1-21)	39	43	82	39	38	77	39	41	80	181,5	278,6	339,4	266,5
L×I10945-45 (11-1-26)	40	43	83	37	33	70	38	34	72	186,4	221,3	87,3	165,0
L×I10945-68 (35-15)	38	45	83	40	36	76	39	40	79	223,4	256,3	311,6	263,8
L×I10945-112 (35-1)	41	44	85	41	37	78	41	39	80	231,1	221,5	332,8	261,8
L×I10945-129 (35-46)	40	45	85	43	33	76	40	37	77	192,5	251,4	139,4	194,4
НСР _{0,5}										0,3	0,1	0,4	

В 2020 году наблюдался недостаток влаги в мае и августе, отклонение от средне-многолетних данных составило -27,8 и -30,3 мм, соответственно, хотя в июне наблюдалось превышение нормы на +44,9 мм. Весенняя засуха отразилась на всходах гибридов, растянув период их появления. Однако, глубокое проникновение корневой системы и осадки в июне (ГТК=1,5), июле (ГТК=0,9) способствовали формированию урожая гибридов от 130,9 до 291,6 г/м². Вегетационный период в среднем длился 72-82 дней. В засушливых условиях года превышение над урожаем родительских форм смогли

сформировать линии I1083×K-51, I1083×K-5, L×I10945-24, L×I10945-68, причем линия I1083×K-51 достоверно превысила родительскую форму ИСС-1083 на +58,1 г/м², а превышение над сортом Камила 1255 составило + 26,5 г/м² (таблица 20).

По результатам структурного анализа за три года изучения гибридных популяций выявили наиболее продуктивные генотипы. В гибридной популяции (ИСС-1083 ×Камила 1255) по всем параметрам выделяется линия I1083×K-51, а также I1083×K-5 (+0,1 г.) и I1083×K-103 (+1,0 г.). По популяции (Луч × ИСС-10945) линия L×I10945-24 проявила высокорослость с высотой растения в 55,2 см. Крупнозерностью отличилась линия L×I10945-129 (235,8 г), а по остальным параметрам превосходит линия L×I10945-112 (таблица 21), (Приложение К).

Таблица 21 – Элементы продуктивности гибридных популяций ИСС-1083 ×Камила 1255 и Луч × ИСС-10945, 2018-2020 гг.

Генотип	Высота растения, см	Высота прикрепления нижн. боба, см	Число ветвей I пр, шт	Число бобов с растения, шт	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
ИСС-1083	37,5	14,5	3,1	105,8	27,5	114,1	25,6	168,7
Камила 1255	48,6	16,6	2,5	131,2	29,6	134,5	22,3	215,1
I1083×K-5	42,9	16,8	2,6	101,2	27,6	111,6	25,5	195,8
I1083×K-51	49,2	18,5	3,5	126,5	34,2	135,4	29,6	221,6
I1083×K-64	39,5	17,2	2,5	102,4	25,6	91,8	21,9	167,2
I1083×K-95	36,5	15,9	2,5	99,3	30,4	99,5	24,5	179,4
I1083×K-103	48,9	17,5	2,5	120,3	31,6	115,6	26,6	218,5
Луч	49,4	21,8	3,7	99,6	105,2	102,1	25,7	227,6
ИСС-10945	37,9	12,5	2,7	105,2	99,6	113,3	19,5	159,7
L×I10945-24	55,2	22,5	2,9	97,8	121,7	134,6	26,4	229,7
L×I10945-45	41,3	18,6	2,2	96,4	96,4	96,3	19,2	149,5
L×I10945-68	54,3	18,6	2,6	121,7	119,9	99,8	24,9	231,3
L×I10945-112	46,3	23,3	3,9	127,1	127,1	139,5	27,4	192,5
L×I10945-129	42,8	16,6	2,5	119,9	117,1	116,2	22,2	235,8

Корреляционный анализ элементов продуктивности гибридной популяции ИСС-1083 × Камила 1255 показал значительную корреляцию урожайности (таблица 22) с озерненностью ($r=0,75$) и ветвистостью ($r=0,78$). Средний уровень корреляции выявили между урожайностью и следующими признаками: высотой растения ($r=0,46$), числом бобов (0,45), массой бобов с растения ($r=0,36$) и с массой 1000 семян ($r=0,45$). Высокорослые растения имели высокую корреляцию с массой 1000 семян (0,95), с числом бобов ($r=0,89$), числом семян с растения (0,78) и высотой прикрепления нижнего боба ($r=0,72$). Число бобов также существенно скоррелировала с числом семян с растения (0,88).

Таблица 22 – Коэффициенты корреляции элементов урожайности гибридной популяции ICC-1083 × Камила 1255, 2018-2020 гг.

Признак	Высота растения, см	Высота прикр-я нижн. боба, шт	Число ветвей, шт	Число бобов с растения, шт	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
Урожайность	0,46	0,27	0,78	0,45	0,36	0,75	0,65	0,45
Высота растения, см.		0,72	0,18	0,89	0,63	0,78	0,38	0,95
Высота прикр. нижн. боба, см.			0,15	0,48	0,53	0,31	0,37	0,67
Число ветвей, шт.				0,28	0,48	0,52	0,76	0,19
Число бобов с растения, шт.					0,64	0,88	0,26	0,84
Масса бобов с растения, г.						0,65	0,75	0,78
Число семян с растения, шт.							0,47	0,80
Масса семян с растения, г.								0,49

Проведенный корреляционный анализ (таблица 23) среди линий гибридной популяции Луч × ICC-10945 показал сильную связь урожайности с массой семян с растения ($r=0,75$). Довольно высокую корреляционную связь наблюдали между урожайностью и числом ветвей ($r=0,51$), высотой растений ($r=0,66$), числом бобов ($r=0,70$), массой бобов ($r=0,55$) и числом семян с растения ($r=0,56$). Масса семян с растения существенно зависела от массы бобов с растения ($r=0,95$).

Таблица 23 – Коэффициенты корреляции элементов урожайности гибридной популяции Луч × ICC-10945, 2018-2020 гг.

Признак	Высота растения, см	Высота прикр-я нижн. боба, шт	Число ветвей, шт	Число бобов с растения, шт	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
Урожайность	0,66	0,37	0,51	0,70	0,55	0,56	0,75	0,43
Высота растения, см		0,67	0,26	0,62	0,66	0,18	0,79	0,73
Высота прикр. нижн. боба, шт			0,63	0,55	0,92	0,41	0,83	0,39
Число ветвей, шт				0,41	0,83	0,49	0,75	0,24
Число бобов с растения, шт					0,68	0,70	0,81	0,65
Масса бобов с растения, г						0,50	0,95	0,55
Число семян с растения, шт.							0,56	0,17
Масса семян с растения, г								0,67

В 2020 году провели анализ на содержание белка в семенах изучаемых линий (таблица 24). Известно, что содержание белка подвержено большой

изменчивости [268]. Однако, засушливые условия в августе (ГТК=0,2) во время налива зерна, положительно влияли на пищевую и кормовую ценность семян. Особенно отличились изучаемые линии, они отличались повышенным содержанием белка в обеих гибридных комбинациях. Превышение над родительскими формами составило +3,08+5,23. Высокий процент содержания белка у родительских форм показал образец ИСС-10945 с содержанием белка в 24,41%. Превышение над этим образцом показали только три линии: L×I10945-24 (+3,08), L×I10945-68 (+5,23) и L×I10945-112 (+1,32).

По превышению над стандартными сортами Икарда 1 и Краснокутский 123, лучшей оказалась линия L×I10945-68 (4,31-5,16%). Превышение над стандартным сортом Юбилейный проявили родительские формы с высоким содержанием белка: ИСС-1083 (+1,25%) и ИСС-10945 (+3,06%). Так, в гибридной комбинации ИСС-1083 × Камила 1255 превышение над стандартом Юбилейный варьировало от 1,88 до 6,40%, а в гибридной комбинации Луч × ИСС-10945 этот показатель составил от 1,56 до 8,29%.

Таблица 24 - Содержание белка в линиях нута поколения F₅ гибридных популяций ИСС-1083 × Камила 1255 и Луч × ИСС-10945, 2018-2020 гг.

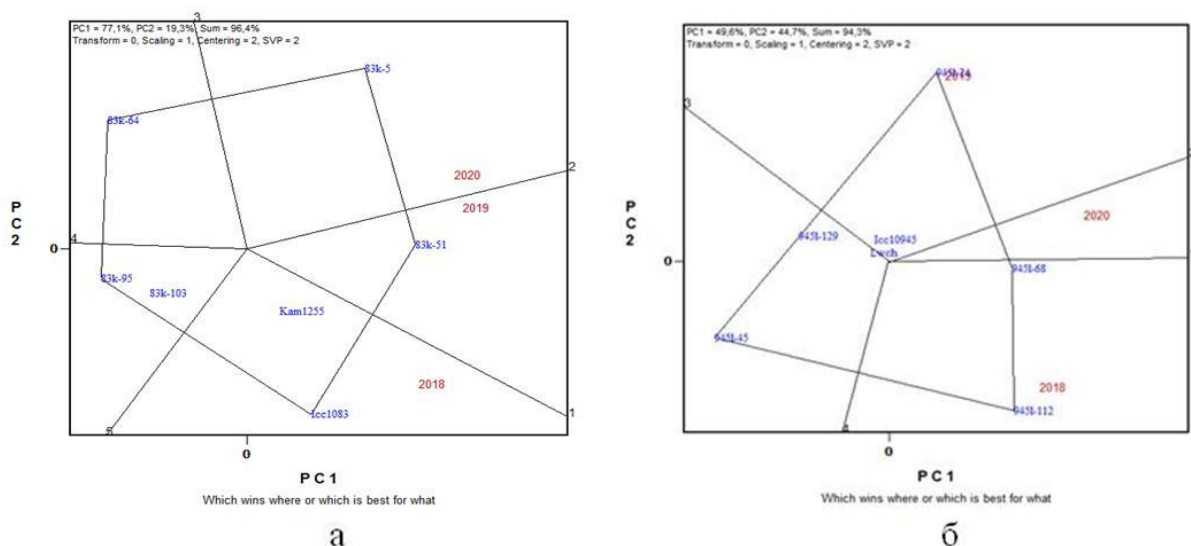
Генотип	Массовая доля белка, %	Превышение над ст. 1, %	Превышение над ст. 2, %	Превышение над ст. 3, %	Превышение над родит-ми формами, %
Икарда 1, ст.1	25,33	-	-	-	
Юбилейный, ст.2	21,35	-	-	-	
Краснокутский 123, ст.3	24,48	-	-	-	
ИСС-1083	22,60	-2,73	1,25	-1,88	
Камила 1255	19,64	-5,69	-1,71	-4,84	
I1083×K-5 (30/2-12)	27,37	2,04	6,02	2,89	4,77
I1083×K-51 (18-3-1)	27,75	2,42	6,40	3,27	5,15
I1083×K-64(30/2-15)	23,23	-2,10	1,88	-1,25	0,63
I1083×K-95 (30/2-26)	25,08	-0,25	3,73	0,60	2,48
I1083×K-103 (18-3-11)	25,44	0,11	4,09	0,96	2,84
Луч	19,27	-6,06	-2,08	-5,21	
ИСС-10945	24,41	-0,92	3,06	-0,07	
L×I10945-24 (11-1-21)	27,49	2,16	6,14	3,01	3,08
L×I10945-45 (11-1-26)	23,79	-1,54	2,44	-0,69	-0,62
L×I10945-68 (35-15)	29,64	4,31	8,29	5,16	5,23
L×I10945-112 (35-1)	25,73	0,40	4,38	1,25	1,32
L×I10945-129 (35-46)	22,91	-2,42	1,56	-1,57	-1,50
Примечание - Результаты получены в лаборатории биохимии и технологии качества растений ТОО "НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева"					

Таким образом, согласно ГОСТа СТ РК 1564-2006, высоким содержанием белка в зерне обладают линии 30/2-12, 18-3-1, 11-1-21, 35-15 с массовой долей белка 27,37; 27,75; 27,49; 29,64% соответственно. Следовательно, данные линии относятся к высокобелковым формам нута и, следовательно, они могут быть использованы в пищевых и кормовых целях.

5.6 Изучение взаимодействия "генотип × среда" (Г×С) в гибридных популяциях скрещиваний (ICC-1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945)

Взаимодействие «Генотип-среда» позволяет селекционерам получить важную информацию о перспективных селекционных линиях. В настоящее время существует несколько статистических методов для прогнозирования реакции растений на различные условия среды. Программа 'GGE biplot' – «генотип (G)» плюс «генотип-среда (GE)» – активно применяется в селекции растений как методика графического анализа данных. С помощью GGE биplot модели с использованием графических изображений можно определить относительную продуктивность генотипов в исследуемых условиях, что позволяет провести отбор лучших генотипов, приближенных к «идеальным» [269].

Биplot моделирования GGE «генотип-среда» выявило более пластичные селекционные линии, полученные из гибридных популяций по признаку продуктивности. Фактор «среда» тесно связан с показателем гидротермических условий в годы проведения исследований [189]. Многоугольник «Which-won-where» («Какой из генотипов и где победил») визуально показывает закономерности взаимодействия генотипа и окружающей среды. На горизонтальной и вертикальной осях двухмерного графика отображены два главных компонента: PC1 – эффект генотипа и PC2 – взаимодействие генотипа со средой. В популяции (ICC-1083 × Камила 1255) общая изменчивость компонентов составляет 95,7%, включая: PC1 – 77,1% и PC2 – 19,3%. В гибридной популяции (Луч × ICC-10945) доля компонентов: PC1 – 49,6%; PC2 – 44,7%; общая дисперсия – 94,3% (рисунок 33).



а - ICC-1083 × Камила 1255 (83k); б - Луч × ICC-10945 (945l)

Рисунок 33 – Двухмерный график GGE для шаблона «Which-won-where» ("Какой из генотипов где победил")

Линии внутри многоугольника делят его на сектора, представляющие собой среду, в которой проводили данные исследования. Вершины многоугольника каждого сектора занимают наиболее продуктивные генотипы в

среде, попадающие в данный сектор.

По данным рисунка 33а, на вершине угла многоугольника оказались линии 18-3-1 (83k51) и 30/2-12 (83K-5). Соответственно, эти образцы были лучшими для условий окружающей среды 2019 и 2020 гг. На рисунке 33б по популяции (Луч × ICC-10945) выделились три линии: 30/2-12 (945l-24) для условий 2019 года, 35-15 (945l-68) и 10-3-1(945l-112) для условий 2020 года. Лучшим генотипом для всех условий окружающей среды выступила линия 35-15 (945l-68) (рисунок 32б). Генотипы 83k64, 83k95, 83k103, 945l-45 и 945l-129 не вошли в представленные результаты, что говорит об их отрицательном взаимодействии с условиями окружающей среды и что они содержат более низкие показатели адаптивности.

На рисунке 34 представлена биplot-модель «Mean against stability» («Сочетание среднего значения и стабильности»), которая отображает среднюю урожайность и стабильность генотипа. Ось ординат пересекает ось абсцисс и справа от нее расположены высокоурожайные линии. На вариабельность урожайности, по отношению к ожидаемой ее степени проявления в изучаемых годах, указывает удаленность образцов от оси абсцисс. Образцы наиболее приближенные к ней считаются стабильными по урожайности. Поэтому, на стабильность указывает приближенность к оси абсцисс: чем ближе генотипы расположены к ней, тем они стабильнее.

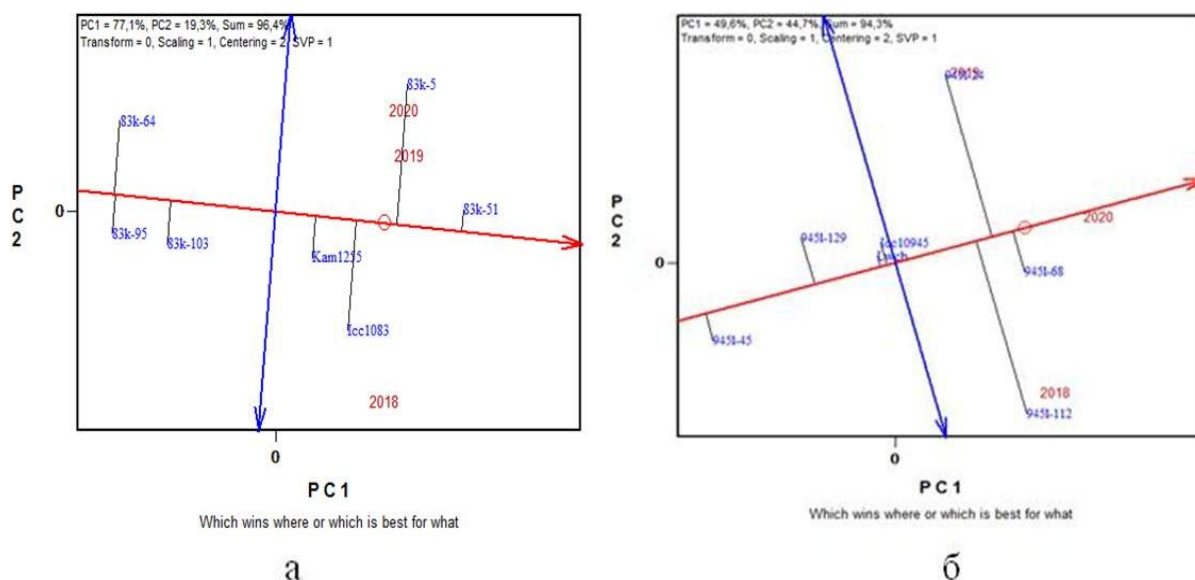
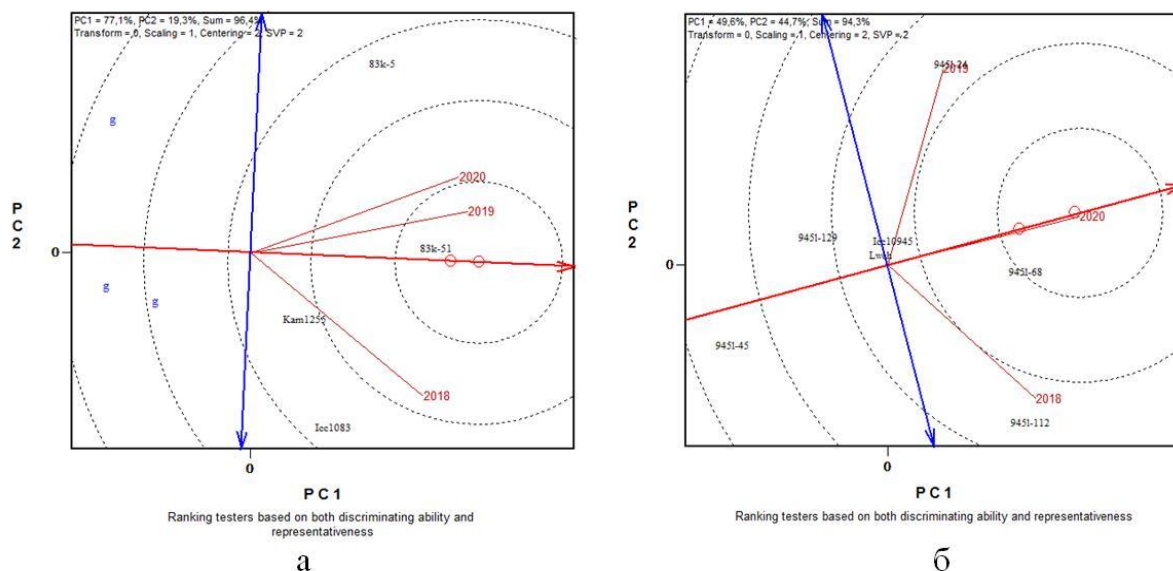


Рисунок 34 – Двухмерный график GGE для оценки средней урожайности и стабильности генотипов в 2018-2020 гг.

Таким образом, по высокой средней урожайности выделилась линия 18-3-1 (83k51), превысившая родительские формы ICC-10945 и Камила 1255, а превысившая среднюю урожайность линия 83k5 (11-1-21), уступила родительским формам. Высокой стабильностью отличилась линия 83k103 (19-8-32), хотя показала урожайность ниже средней (рисунок 34а). Среди генотипов

популяции Луч $\times$ ICC-10945 самая высокая средняя урожайность отмечена у линии 9451-68 (35-15) (рисунок 34б).

Биplot-модель GGE «Rank genotypes with reference to the 'Ideal' genotype» («Распределение генотипа, для сравнения с 'идеальным' генотипом») предназначена для объективного представления перспективных образцов. Направление красной стрелки указывает на расположение идеального генотипа, который условно находится в центре кругов (рисунок 35).



а - ICC-1083 $\times$ Камила 1255 (83k); б - Луч $\times$ ICC-10945 (9451)

Рисунок 35 – Двухмерный график GGE распределения генотипов, для сравнения с 'идеальным' генотипом следующих линий

Следовательно, линии максимально ближе расположенные к центру кругов, можно считать идеальными, по сравнению с остальными генотипами. При сравнении линий между собой и с родительскими формами в популяции (ICC-1083 $\times$ Камила 1255) в качестве перспективного селекционного материала были выделены линии 83k51 (18-3-1) и 83k5 (11-1-21), хотя последняя немного уступила родительским формам по показателям стабильности. Максимальное лидерство проявили линии 9451-24 (30/2-12) и 9451-68 (35-15), максимально близко расположенные к центру кругов и, таким образом, оптимально совместившие потенциал урожайности и адаптивность.

Таким образом, применение GGE биplot-модели позволило наиболее наглядно продемонстрировать взаимодействие «генотип-среда» и выделить перспективные селекционные линии. В результате исследования двух популяций гибридов F_5 выделены четыре селекционные линии 18-3-1, 11-1-21, 30/2-12 и 35-15, которые были переданы в два научных учреждения для включения в селекционный процесс (Приложение Л).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1 В результате изучения коллекции нута различного эколого-географического происхождения выделены шесть перспективных образцов для селекции на скороспелость и продуктивность: ИСС-1356, ИСС-13764, ИСС-2072, ИСС-8621 и ИСС-9590. Данные образцы по урожайности превысили среднеранний стандарт Икарда 1 в пределах от 14 до 119 г/м².

2 Высокий коэффициент адаптации из образцов иностранной селекции проявили: ИСС-1356 (Индия) - 66,3%, Приво 1 (Россия) - 64,8%. В среднеспелой группе ИСС-3218 (Иран) превысил среднеспелый стандарт Юбилейный по коэффициенту адаптации на 31,4%. Из среднепоздних высокий коэффициент адаптации у образца ИСС-2919 (Иран), превышение над среднепоздним стандартом Краснокутский 123 составило 26,5%.

3 В период проведения исследований показатель ветвистости растений среди группы урожайных сортообразцов менялся в пределах от 2,2 до 3,4 шт. Наиболее ценными образцами для селекции по признаку ветвистости можно считать иностранные сортообразцы из групп раннеспелых – ИСС-1431 (Индия), среднеспелых – ИСС-1710 (Индия) и среднепоздних – ИСС-15697 (Сирия). Среди образцов ближнего зарубежья можно отметить российский сорт Приво 1.

4 В качестве исходного материала по числу и массе семян с растения рекомендуется среднеспелый сортообразец ИСС-1161 (Пакистан) с количеством и массой семян с растения 153,7 шт. и 22,2 г, соответственно. Превышение над среднеспелым стандартом Юбилейный составило +69 шт. семян и 2,0 г.

5 На селекцию по крупнозерности в качестве исходного материала рекомендованы раннеспелый ИСС-2072 (Индия) и среднепоздний ИСС-15697 (Сирия) сортообразцы, с массой 1000 семян 251,8 и 311,8 г, соответственно.

6 По засухоустойчивости выделились образцы ИСС-1431 (Индия), ИСС-13764 (Иран), Золотой Юбилей (Россия), К-3500 (Украина), Луч (Казахстан); среднеспелые образцы ИСС-15435 (Марокко), ИСС-2593 (Иран), ИСС-12916 (Индия), Камила 1255 (Казахстан). Из среднепоздних сортообразцов: ИСС-9586, ИСС-2919, ИСС-8318 (Индия), ИСС-15697 (Сирия) и линия 28-Б (Украина). У данных образцов процент всхожести на растворе сахарозы в 9 атм. составлял 84-100% к контролю, это соответствовало высокой степени устойчивости (I группа). Индекс засухоустойчивости был в пределах от 0,01 до 0,94 с показателем полевой устойчивости к засухе в 9 баллов. Образцы нута ИСС-1431 и Луч имели высокую водоудерживающую способность, а образец ИСС-15435 проявил высокую способность при адаптации к засухе, достоверно увеличив количество устьиц на единицу листовой поверхности при дефиците воды.

7 Для селекции на солеустойчивость рекомендуются Тассай (Казахстан); ИСС-1431 (Индия); ИСС-4495 (Турция); из среднеспелых – Камила 1255, Дуэт Азии (Казахстан); ИСС-12155 (Бангладеш); ИСС-12726 (Эфиопия); ИСС-2580, ИСС-13357 (Иран); ИСС-11121 (Индия). Из среднепоздних – ИСС-8950 и ИСС-5337 (Индия), Линия С-303 (Азербайджан), ИСС-3946 (Иран) и ИСС-15518 (Марокко). Данные образцы также выделились по длине проростков,

количеству и длине корней. Всхожесть на растворе NaCl в 11 атм. была в пределах 76,66-95,8% к контролю, что соответствует I группе солеустойчивых образцов.

8 В результате проведенных скрещиваний между выделившимися перспективными генотипами было получено 24 гибридных комбинаций нута. Лучшую степень доминирования над родительскими формами показали следующие комбинации: ♀Краснокутский 123 × ♂ICC-14799, ♀Юбилейный × ♂ICC-9872, ♀Юбилейный × ♂ICC-2593, ♀Икарда 1 × ♂ICC-1356, ♀Дуэт Азии × ♂ICC-95, ♀Луч × ♂ICC-8621. Данные гибриды проявили полное сверхдоминирование по озерненности и массе 1000 семян, за исключением комбинации ♀Икарда 1 × ♂ICC-1356 с неполным доминированием.

Изучение трансгрессии отдельных элементов продуктивности выявило хозяйственно ценные гибриды поколения F₂: ♀Тассай × ♂ICC-1052, ♀ICC-1098 × ♂Приво 1.

9 В результате молекулярных исследований разработаны 16 Amplifluor-like SNP маркеров, регулирующих засухоустойчивость и солеустойчивость у нута. выделена группа перспективных генов, контролирующих устойчивость к засухе и засолению. Лучше всех проявили себя три разработанные Amplifluor-like SNP маркера.

10 Молекулярный SNP маркер КАТУ-C22 разработан на основе сиквенса гена *CaRabC*, который отвечает за устойчивость растений к засухе и засолению. Экспрессионный анализ по гену *CaRabC* подтверждает достоверное превышение уровня эксперессии у продуктивных образцов нута устойчивых к засухе и засолению. Скрининг образцов по маркеру КАТУ-C22 выявил засухоустойчивые и солеустойчивые образцы ICC-1392 и ICC-4918.

Проведенный скрининг коллекционных образцов нута с помощью маркера КАТУ-C22, разработанного для гена *CaRabC*, позволил выделить перспективные гибридные комбинации ICC-5613 × Камила 1255, Икарда 1 × ICC-15614, Юбилейный × ICC-7272.

С применением селекционного и гибридологического анализов, а также молекулярно-генетических исследований получили ценный гибрид Икарда 1 × ICC-15614 с положительной рекомбинацией по хозяйственно ценным признакам.

11 Развернутый анализ взаимодействия экспрессии генов *CaRab*-GTP и запасаения ионов Na⁺ в листьях при засолении позволил выделить ген *CaRabA2*, активно участвующий в реакциях растений на засоление. В результате эксперимента выделили солеустойчивые образцы Genesis 836, Rupali и стандартный сорт Юбилейный.

12 Молекулярный SNP маркер КАТУ-C19 разработан для анализа гена транскрипционного фактора *CaMYB1*, контролирующего устойчивость к засухе и засолению у растений нута. Сравнительный анализ экспрессии гена *CaMYB1* показал его достоверное превышение у сорта Юбилейный и у образцов ICC-1392, ICC-4918 и ICC-14815, что соответствовало их засухоустойчивости и высокой продуктивности в полевых испытаниях. Полученные данные по экспрессии гена *CaMYB1* подтвердили эффективность генотипирования

образцов нута с помощью маркера КАТУ-С19. Таким образом, молекулярный маркер КАТУ-С19 можно применять в практической селекции для анализа и отбора перспективных генотипов нута, устойчивых к засухе для сухостепной зоны Северного Казахстана.

13 Молекулярный маркер КАТУ-С21 разработан для гена *CaZnf_CCHC*, транскрипционного фактора «Цинковый палец с доменом *CCHC*», контролирующего реакцию растений на абиотические стрессы, включая засуху, засоление и обезвоживание. Анализ экспрессии данного гена показал достоверное превышение уровня его экспрессии у высокопродуктивных генотипов, устойчивых к засолению и обезвоживанию. Это говорит о том, что ген *ZnF* контролирует реакцию растений на осмотический и значит маркер КАТУ-С21 можно успешно применять для скрининга высокоурожайных образцов нута устойчивых к засолению и обезвоживанию. В результате статистической обработки полученных данных, выявили образцы с высокой экспрессией - ICC-1392, ICC-4918, ICC-14815.

14 В результате МОС и взаимодействия «генотип-среда» среди гибридных популяций (ICC 1083 × Камила 1255) и (Луч × ICC-10945) выделены ценные засухоустойчивые и солеустойчивые линии поколения F₅: 18-3-1, 11-1-21, 30/2-12 и 35-15. Линии 30/2-12, 11-1-21 и 35-15 превысили родительские формы по урожайности семян в пределах от 31,3 до 56,1 г/м², соответственно. Содержание белка в семенах у выделенных селекционных линий оказалось высоким и составило 27,4-29,6%.

Рекомендации для использования в практической селекции

В селекции на засухоустойчивость и продуктивность в качестве исходного материала рекомендованы следующие выделившиеся образцы ICC-1431 (Индия), ICC-13764 (Иран); сорта и линии Золотой Юбилей (Россия), К-3500 (Украина), Луч (Казахстан); среднеспелые образцы ICC-15435 (Марокко), ICC-2593 (Иран), ICC-12916 (Индия); сорт Камила 1255 (Казахстан). Из группы среднепоздних образцы ICC-9586, ICC-2919, ICC-8318 (Индия); образец ICC-15697 (Сирия); линия 28-Б (Украина).

В качестве исходного материала для селекции на солеустойчивость рекомендованы сорт Тассай (Казахстан); образцы ICC-1431 (Индия), ICC-4495 (Турция); среднеспелые сорта Дуэт Азии, Камила 1255 (Казахстан); образцы ICC-12155 (Бангладеш); ICC-13357, ICC-2580 (Иран); ICC-12726 (Эфиопия); ICC-11121 (Индия). Из группы среднепоздних образцы ICC-15518 (Марокко); ICC-3946 (Иран); ICC-5337, ICC-8950 (Индия); линия С-303 (Азербайджан).

Селекционные линии поколения F₅ – 18-3-1, 11-1-21, 30/2-12 и 35-15 – рекомендованы для последующего изучения в селекции в качестве продуктивного исходного материала с высоким содержанием белка и устойчивых к засухе и засолению.

Для применения в маркер-опосредованной селекции нута по направлению засухоустойчивость и солеустойчивость рекомендованы молекулярные SNP маркеры КАТУ-С19, КАТУ-С21, КАТУ-С22.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Стратегии и программы РК. Стратегия "Казахстан-2050".- 2012 // https://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs. 06.06.2020.
- 2 Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы., утв. Приказом Президента РК от 14 февраля 2017 года, № 420 // www.fao.org > [reu](#) > [europe](#) > [documents](#) > [compnew](#) > [Kaz PDF5](#)
- 3 Константинов П.Н. Нут и его культура в Нижнем Поволжье // Избранные труды. - М., 1963. - 696 с.
- 4 Ливанов К.В. Нут на Юго-Востоке. - Саратов, 1963. - 48 с.
- 5 Балашов В.В. Особенности биологии, селекция и технология возделывания нута в условиях Нижнего Поволжья: дисс. ... док. с.-х. наук: 06.01.05. - Волгоград, 1986. - 307 с.
- 6 Булынецов С.В. Мировая коллекция нута и перспективы ее использования в селекции. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Материалы симпозиума: сб. - М.: Изд-во РУДН, 2003. - Т.11. - С. 19-20.
- 7 Вишнякова М.А. Эколого-географическое разнообразие генофонда зернобобовых ВИР и его значение для селекции // Эколого-географическая генетика культурных растений: матер. школы молодых ученых. - Краснодар: РАСХН ВНИИ риса, 2005. - С. 117-133.
- 8 Малышев С.В., Картель Н.А. Молекулярные маркеры в генетическом картировании растений // Молекулярная биология. - М., 1997. - Т. 31, №62. -С. 197-208.
- 9 Вишнякова М.А., Яньков И.И., Булынецов С.В. и др. Горох, фасоль, бобы, нут. - СПб.: Агропромиздат, 2001. - 224 с.
- 10 Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. - Л.: Колос, 1971. - 752 с.
- 11 Декандоль А. Местопроисхождение возделываемых растений - СПб., 1885. - 285 с.
- 12 Абу Али Ибн Сина (Авиценна). Канон врачебной науки. - Ташкент, 1982. - Т. 2. - С. 271-273.
- 13 Попов М.Г. Род *Cicer* и его виды. К проблеме происхождения средиземноморской флоры // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. - 1929. - Т.21, № 1. - С. 3-240.
- 14 Беднарская И.Г. Бараний горох // М.: Зерновое хозяйство, 1989. - №3. - С. 26-28.
- 15 Койнов Г.М. Нахут. *Cicer arietinum*. - София, 1968. - 191 с.
- 16 Жуковский П.П. Культурные растения и их сородичи. - Л.: Колос, 1971. - 709 с.
- 17 Van Der Maesen L.J.G. Taxonomy, Distribution and Evolution of chickpea. In: Genetic resources and their exploitation – chickpeas, faba beans and lentils //J.R. Witcombe, W. Erskine (eds.). Hague, Netherlands. - 1984 - P. 95-104
- 18 Harlan J.R. Crops and man. American Society of Agronomy-Crop Science

Society // Madison, USA: Crop Science. - 1992. - P. 284

19 Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений // Под ред. Ф.Х. Бахтеева. - Л., 1967. - Т.1.- С. 88-202.

20 Сеферова И.В. Система рода *Cicer* и его культурного вида - *Cicer arietinum*: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.05. – СПб, 1996. - 10 с.

21 Devasirvatham V., Tan D.K.Y., Gaur P.M. et al. High temperature tolerance in chickpea and its implications for plant improvement // Crop and Pasture Science. - 2012. - Vol. 63 (5). - P. 419-428.

22 Varshney R.K., Ribaut J. M., Buckler E.S. et al.. Can genomics boost productivity of orphan crops // Nat. Biotechnol. - 2012. - №30. - P. 1172—1176.

23 Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies // Agronomy.- 2012. - № 2. – P. 199 - 221.

24 Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., Тарануха Г. Зернобобовые культуры. – Минск, 2000. - 264 с.

25 Fred J. Muehlbauer, Ashutosh Sarker. Economic Importance of Chickpea: Production, Value, and World Trade // In 'The Chickpea Genome' / ed. Chittaranjan K. - ICRISAT: Springer International Publishing Switzerland, 2017. - P. 5-13.

26 Statistical Indicators / ed. Smaylov A.A. – Astana, 2012. – № 2. – P. 72.

27 Нугаева З.Ш. Симбиотическая активность, урожайность и белковая продуктивность нута в условиях Западного Казахстана: автореф. ... канд. с.-х. наук. - М., 1992. - 25 с.

28 Винокуров В.А. Формирование урожая нута в зависимости от стимуляции семян, срока посева, площади питания и способов основной обработки почвы в степной зоне Северного Казахстана: автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. - Астана, 2000. - 27 с.

29 Кадырбеков Б.Т. Агротехника нута на зерно в сухостепной зоне северо-востока Казахстана: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.12. - Семипалат.: ГОСХОС НАЦАИ, 1998. - 160 с.

30 Вьюрков В.В. Севообороты, обработка и воспроизводство плодородия в почвозащитном земледелии Приуралья. – Изд. 2-е. - Уральск: ЗКЦНТИ, 2006. – 70 с.

31 Злобина И.В., Ангелюк В.П. Аспекты оценки экономической эффективности использования муки нута на предприятиях общественного питания // Вестник СГТУ. - 2013. - № 2 (70). - С. 253-256.

32 Вишнякова М.А. Зернобобовые культуры – недооцененный кормовой ресурс // Зерно и хлеб России: матер. 11-го Междунар. конгр. - 2006. – С. 114.

33 Ванифатьев А.Г. Нут в Северном Казахстане. - Алма-Ата: Кайнар, 1981. - 53 с.

34 Кривелевич О. П. О химическом составе семян нута // Вопросы питания. - Новосибирск, 1982. - № 2. - С. 69-70.

35 Баранов В.Д., Устименко Г.В. Мир культурных растений // Москва: Мысль, 1994. - С. 61-62.

36 Драганчук М. Нут - это "бомба" для зернового севооборота в засушливом климате // Поле деятельности. - 2012. - №5. - С. 32-33.

37 Мартыанова А.И. Зернобобовые: распространение, закупки,

- химический состав и ценность // Зерновые культуры. - М., 2001. - №1. - С. 24-25
- 38 Столяров О.В., Федотов В.А., Демченко Н.И. Нут (*Cicer arietinum* L.): монография. - Воронеж: Изд-во Воронеж. Гос. Унив., 2004. - 256 с.
- 39 Altaf N., Ahmad M.S. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Biotechnology in Agriculture and Forestry. - Berlin: Springer-Verlag, 1990. - Vol. 10. - P. 100-113.
- 40 Saxena, M.C. Problems and potential of chickpea production in nineties // In Chickpea in the nineties: Proceedings of the second International Workshop on the chickpea Improvement. - India, 1990. - P. 403
- 41 Балашов В.В. Селекция, семеноводство и технология возделывания нута в Нижнем Поволжье: автореф. ... док. с.-х. наук. - Волгоград, 1995. - 46 с.
- 42 Duke J.A. Handbook of legumes of world economic importance // New York: Plenum Press, 1981. - P. 52-57
- 43 Заварзин А.И., Шевцова Л.П., Германцева Н.И. Проблема растительного белка и ее решение в условиях засушливого Поволжья // Вестник Саратовского аграрного университета. - 2001. - № 1. - С. 29-33
- 44 Мещеряков А.Г., Доценко В.А., Агеев И.М. Сравнительная оценка питательности и структуры зерна гороха и нута // Оренбург: Вестник мясного скотоводства. - 2010. - Т. 2, № 63. - С. 118-122
- 45 Кашеваров Н., Бодягин Я. Перспективная зернобобовая культура нут в Хакасии // М.: Главный зоотехник. - 2010. - № 12. - С. 27-32.
- 46 Балашова Н.Н. Мировые тенденции производства и потребления нута // Зерновое хозяйство. - М., 2003. - № 8. - С. 5-8
- 47 Лысенко В. Нут - культура выгодная. Экономика и мы // Чишминский район Республики Башкортостан: Родник плюс. - 2012.
- 48 Паштецкий В.С., Птичник А.П., Дидович С.В. Технология эффективного семеноводства нута в зоне Степи Украины // Корма и кормопроизводство: Межвед. темат. наук. сб. - Киев, 2012. - Вып. 74. - С. 29-35.
- 49 Швидченко В.К., Зотиков В.И., Исенова А.К. Селекция яровой мягкой пшеницы на севере Казахстана. - Астана, 1999. - 156 с.
- 50 Кузьмин В.П. Итоги и перспективы селекции и семеноводства зерновых культур в северных районах Казахстана // Сельскохозяйственная биология, 1966. - Т. 1. - С. 11-17.
- 51 50 лет Научно-производственному центру зернового хозяйства им. А. И. Бараева. - Шортанды, 2006. - 194 с.
- 52 Попова Г.М. Нут. Культурная флора СССР. - М; Л., 1937. - Т. 4. - С. 40-57.
- 53 Arumuganathan K., Earle E.D. Nuclear DNA content of some important plant species // Plant. Mol. Biol. Report. - 1991. - Vol. 9(3). - P. 208-218.
- 54 Пыльнев В.В., Коновалов Ю.Б., Хуцацария Т.И. и др. Из учебн. Частная селекция полевых культур. - М.: Колос, 2005. - 552 с.
- 55 Байтулин И.О. Корневая система сельскохозяйственных культур: научное издание. - Алма-Ата: Наука, 1976. - 244 с.
- 56 Сичкарь В.И., Бушулян О., Толкачев Н. Технология выращивания нута // Главный агроном - 2010. - №12. - С. 20-23.
- 57 Аринов К.К. Из учебн. Растениеводство. - Астана: Изд. КАТУ им.

С.Сейфуллина, 2013. - 507 с.

58 Посыпанов Г.С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. - 1983. - №5. - С. 34-38

59 Сеферова И.В. Типы семян культурного нута (*Cicer arietinum* L.) и их географическое распространение // Науч.-техн. бюл. ВНИИ растениеводства - 1992. - №223. - С. 43-46.

60 Мирошниченко И.И., Павлова А.М. Нут. - М; Л.: Сельхозгиз, 1953. - 110 с.

61 Van Rheeneen H.A. Chickpea breeding progress and prospects // Plant Breeding Abstracts. - 1991. - №61. - P. 997-1009

62 Kassie M., Shiferaw B., Asfaw S. et al. Current situation and future outlooks of the chickpea subsector in Ethiopia. - ICRISAT, 2009. - 43 p.

63 Пылов А. П. Технология возделывания зернобобовых культур и сои. - Москва: Колос, 1977 - 324 с.

64 Германцева Н.И. Нут на полях засушливого Поволжья // Земледелие. - М., 2009. - №5. - С. 13-14.

65 Винокуров В.А. Зернобобовые культуры в сельском хозяйстве Казахстана // Проблемы развития аграрного сектора в XXI веке. - Кокшетау, 1999. - С. 66-69.

66 Ахундова В.А., Туркова Е.В. Биологические особенности бутонизации и цветения нута в связи с плодообразованием // Вестник МГУ. Серия биологическая - 1991. - №1. -С. 54-59.

67 Германцева Н.И., Филатов А.Н., Селезнева Т.В. Некоторые аспекты селекции нута на устойчивость к неблагоприятным факторам среды // Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур Юго-Восточного региона РФ. - Саратов, 1999. - С. 28-29.

68 Можаяев Н.И., Аринов К.К. и др. Из учебн. Растениеводство. - Акмола: Акмолинский аграрный университет, 1996. - 352 с.

69 Зотиков В.И., Кандыков И.В., Сидоренко В.С. Роль зернобобовых культур в решении проблемы белка и основные направления по увеличению их производства // Пути повышения эффективности сельскохозяйственной науки. - Орел, 2003. - С. 413-416.

70 Сичкарь В.И., Бушулян О., Толкачев Н. Технология выращивания нута // Главный агроном. - 2010. - № 12. - С. 20-23.

71 Pande S., Kishore G.K., Bayaa B. Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.) review of biology, pathogenicity and disease management // Australian Journal of Agricultural Research. - 2005. - №56. - P. 317-322

72 Pingali P.L., Heisey P.W. Cereal crop productivity in developing countries // CIMMYT Economics. - Mexico, 1999. - P. 99-03.

73 Mantri N., Patade V. et al. Abiotic stress responses in plants: Present and future // In book: Abiotic Stress Responses in Plants: Metabolism. Productivity and Sustainability / eds. P. Ahmad., M.N.V. Prasad. - Springer, 2012. - P. 1-19.

74 Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата / Министерство

охраны окружающей среды РК. – Астана, 2009. – 192 с.

75 Джаналиева Г.М. Физическая география Казахстана. – Алматы, 1998. – 95 с.

76 Удачин Р.А., Шахмедон И.Ш. Пшеница в Средней Азии. - Ташкент, 1984. - 135 с.

77 Германцева Н.И. Культура нута в условиях меняющегося климата // Аграрный вестник Юго-Востока. - Саратов, 2015. - №1-2. - С. 48-50.

78 Константинов П.Н. Нут и его культура в Заволжье. – Покровск: Немиздат, 1926. – 16 с.

79 Малинина Е.Е. Нут // Науч. Отчет Краснокут. Госселекстанции за 1941–1943 гг. – М., 1947. – С. 84–96.

80 Германцева Н.И. Особенности селекции нута в засушливом Поволжье // Материалы II региональной научно-практической конференции "Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства". - Саратов, 2010. - С. 115-120.

81 Ahmad F., Gaur P.M, Croser J. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) // In book: Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement-grain legumes / eds. R.J. Singh, P.P. Jauhar. - CRC Press, 2005. - Vol. 1. - P. 187–217

82 Kumar J., Abbo S. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semi arid environments // Advances in Agronomy - 2001. -Vol. 72. - P. 107-138.

83 Алпатыев А.М. Характеристика и распределение засух // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. сб. научн. тр. - Красноярск, 1978. - С. 92.

84 Германцева Н.И. Нут-культура засушливого земледелия. – Саратов, 2011. - 199 с.

85 Turner N.C., Begg J.E. Responses of pasture plants to water deficits // In book: Plant relations in pastures / ed.: J.R. Wilson. - CSIRO Melbourne, 1978. - P. 50–66.

86 Boyer J.S. Plant productivity and environment // Science. - 1982. - Vol. 218. - P. 443-448.

87 Pham-Thi A.T., Borrel-Flood C. et al. Effects of drought on [1-14C]-oleic and [1-14C]-linoleic acid desaturation in cotton leaves // Physiol. Plant. - 1987. - № 69. - P. 147-150.

88 Monteiro de Paula F., Pham Thi A.T., Effects of water stress on the molecular species composition of polar lipids from *Vigna unguiculata* L. leaves // Plant Sci. - 1990. – Vol. 66. - P. 185-193.

89 Gigon A., Matos A.R., Laffray D. et al. Effect of drought stress on lipid metabolism in the leaves of *arabidopsis thaliana* (Ecotype Columbia) // Ann. Bot. – 2004. - Vol. 94. - P. 345-351.

90 Harb, A., Krishnan A. et al. Molecular and physiological analysis of drought stress in *arabidopsis* reveals early responses leading to acclimation in plant growth // Plant Physiol. - 2010. - Vol. 154. - P. 1254-1271.

91 Vieira da Silva J., Naylor A.W., Kramer J. Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium* L.) leaves // Proc. Nat. Acad.

Sci. - USA, 1974. - Vol. 71. - P. 3243-3247.

92 Chaves M.M., Pereira J.S., Maroco J. Understanding plant response to drought—from genes to the whole plant // *Functional Plant Biology*. - 2003. - Vol. 30. - P. 239-264.

93 Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell // *Ann. Bot.* - 2009.- Vol. 103. - P. 551-560.

94 Pinheiro C., Chaves M.M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? // *J. Exp. Bot.* - 2011. - Vol. 62 - P. 869-882.

95 Yordanov I., Velikova V., Tsonev T. Plant Responses to drought and stress // *Bulg. J. Plant Physiol. (Special issue)*. - 2003. - P. 187—206.

96 Blum A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential — are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? // *Aust. J. Agric. Res.* - 2005. - Vol. 56. - P. 1159-1168

97 Toker C., Lluch C., Tejera N.A. et al. Abiotic stress // In book: *Chickpea Breeding and Management* / eds. S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen, B. Sharma - UK: CAB International, 2007. - P. 474—496.

98 Chaves M., Maroco J.P., Pereira J.S. Understanding plant responses to drought — from gene to whole plant // *Portugal: Funct. Plant Biol.* - 2003. - V. 30. - P. 239-264

99 Cutler J.M., Rains D.W., Loomis R.S. The importance of cell size in the water relations of plants // *USA: Physiol. Plant.* - 1977. - V. 40. - P. 225-260

100 Nemeskri E., Moinar K., Vigh R. et al. Relationships between stomatal behaviour, spectral traits and water use and productivity of green peas (*Pisum sativum* L.) in dry seasons // *Acta Physiol. Plant* - 2015. - V. 37. - P. 1-16

101 Chaves M.M., Costa J.M., Zarrouk O. Controlling stomatal aperture in semi-arid regions - The dilemma of saving water or being cool? // *Plant Sci.* - 2016. - V. 251. - P. 54–64.

102 Кожушко Н.Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям // Методическое руководство ВИР. - Л., 1988. - С. 10–25.

103 Экологический сайт "Биоэкологические исследования", Россия // <http://nsmelaya.narod.ru/ecopraktika.htm>.

104 Гунес А., Инал А., Адак М.С. и др. Влияние засухи до и после зацветания растений нута на ряд физиологических параметров - возможных критериев засухоустойчивости // *Физиология растений*. - М., 2008. - Т. 55. - №1. - С. 64-72.

105 Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. - М.: Россельхозиздат, 1983. - 255 с.

106 Вавилов Н.И. Полевые культуры Юго-Востока // *Избранные труды*. - М; Л.: Изд-во Академии наук, 1960. - Т. II. - С. 183-340.

107 Amirov L.A., Akparov Z.I., Amirov R.V. et al. Study of drought resistance of chickpea and lentil in Azerbaijan condition // *First Legume Society Conference - "A Legume Odyssey"* - 2013. - P. 188.

- 108 Bakht J, Bano A, Dominy P. The role of abscisic acid and low temperature in chickpea (*Cicer arietinum*) cold tolerance. II. Effects on plasma membrane structure and function // *J Exp. Bot.* - 2006. - Vol. 57. - P. 3707–3715
- 109 Ковригина Л.В., Заушинцева А.В., Петункина Л.О. Сравнительная оценка солеустойчивости сортов ячменя в лабораторных условиях // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* - 2006. - Т. 162. - С. 44-48.
- 110 Flowers T.J., Flowers S.A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? // *Agric. Water Manag.* - 2005. - Vol. 78. - P. 15-24.
- 111 FAO. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils // <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>
- 112 Ghassemi F., Jakeman A.J., Nix H.A. Salinisation of Land and Water Resources: human causes, extent, management and case studies // Wallingford: CAB International, 1995. - P. 544.
- 113 Гарифзянов А.Р., Жуков Н.Н., Иванищев В.В. Образование и физиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений // *Современные проблемы науки и образования.* - 2011. - Т. 2. - 21 с.
- 114 Cuartero J., Bolarín M.C., Asíns M.J., Moreno V. Increasing salt tolerance in the tomato // *J. Exp. Bot.* - 2006. - Vol. 57. - P. 1045-1058.
- 115 Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учебник. - М.: Дрофа, 2010. - 638 с.
- 116 Удовенко Г.В. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство ВИР. – Л., 1988. – 228 с.
- 117 Torabi M. Physiological and biochemical responses of plants to salt stress // *The 1st Intern. conf. - "New Ideas in Agricultural"* - Иран, 2014. - P. 25
- 118 Parida A., Das A. Salt tolerance and salinity effects on plants // *A review. Ecotoxicology and Environmental Safety.* - 2005. - Vol. 60. - P. 324-349.
- 119 Smirnoff N. Plant resistance to environmental stress // *Current Opinion in Biotechnology.* - 1998. - Vol. 9. - P. 214-219.
- 120 Chen W.J., Zhu T. Networks of transcription factors with roles in environmental stress response // *Trends Plant Sci.* - 2004. - Vol. 9 - P. 591–596.
- 121 Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости. – М.: Наука, 1982. - 280 с.
- 122 Acevedo E.H., Silva P.C., Silva H.R., B.R. Solar Wheat production in Mediterranean environments // *In: Wheat. Ecology and Physiology of Yield Determination* / eds. E.H. Sattore, G.A. Slafer - New York: Food Products Press, 1999. – P. 295–331.
- 123 Tuberosa R., Salvi S. Genomic approaches to improve drought tolerance in crops // *Trends Plant Sci.* - 2006. - №117. - P. 405-412.
- 124 Toker C., Lluch C., Tejera N.A., Serraj R., Siddique K.H.M. Abiotic stress // *In: Chickpea Breeding and Management* / eds. S.S. Yadav, R. Redden, W. Chen, B. Sharma. - UK: CAB International, 2007. - P. 474-496.
- 125 Varshney R.K., Ribaut J.M., Buckler E.S. et al. Can genomics boost productivity of orphan crops? // *Nat. Biotechnol.* - 2012. - Vol.30 - P. 1172–1176.
- 126 Upadhyaya H. Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection // *Euphytica.* – 2003.

– Vol. 132. – P. 343-352.

127 Talebi R., Fayaz F., Mardi M. et al. Genetic relation-ships among chickpea (*Cicer arietinum*) elite lines // Int. J. Agri. Biol. – 2008. – Vol. 10, № 3. – P. 301-305.

128 Ortiz, R. Critical role of plant biotechnology for the genetic improvement of food crops: perspectives for the next millennium // El. J. Biotech. - 1998. - Vol. 1, №3. - P. 16-17

129 Ruttan V.W. The transition to agricultural sustainability // Proc. Nat. Acad. Sci. Us. - 1999. - Vol. 96. - P. 5960–5967.

130 Huang J.K., Pray C., Rozelle S. Enhancing the crops to feed the poor // Nature. - 2002. - Vol. 418. - P. 678–684.

131 Бокуть С.Б., Герасимович Н.В., Милютин А.А. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведение и реализации генетической информации: учебное пособие. - Мн.: Выш. шк., 2005. – 463 с.

132 Ahmad F., Gaur P.M., Slinkard A.E. Isozymepolymorphism and phylogenetic interpretations in the genus *Cicer* L. // Theor. Appl. Genet. – 1992. – Vol. 83. – P. 620-627.

133 Ghafoor A., Gulbaaz F.N., Afzal M. et al. Interrelation-ship between SDS-PAGE markers and agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Pak. J. Bot. – 2003. – Vol. 35, № 4. – P. 613-624.

134 Udupa S.M., Sharma A., Sharma R.P., Pai R.A. Narrow genetic variability in *Cicer arietinum* L. as revealed by RFLP analysis // J. Plant Biochem. Biotech. – 1993. – Vol. 2. – P. 83-86.

135 Sant V.J, Patankar A.G, Sarode N.D. et al. Potential of DNA markers in detecting divergence and analysis in heterosis in Indian elite chickpea cultivars // Theor. Appl. Genet. – 1999. – Vol. 98. – P. 1217-1225.

136 Iruela M., Rubio J., Cubero J.I. et al. Phylogenetic analysis in the genus *Cicer* and cultivated chickpea using RAPD and ISSR markers // Theor. Appl. Genet. – 2002. – Vol.104. – P. 643-651.

137 Sethy N., Edwards B., Bhatia S. Development of microsatellite markers and analysis of intraspecific genetic variability in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Theor. Appl. Genet. – 2006. – V. 112. – P. 1416-1428.

138 Рожанская О.А. Соя и нут в Сибири: культура тканей, самоклоны, мутанты. - Новосибирск: Юпитер, 2005. - 155 с.

139 Varshney R.K. Exciting journey of 10 years from genomes to fields and markets: Some success stories of genomics-assisted breeding in chickpea, pigeonpea and groundnut // Plant Sci. - 2016. - Vol. 242. - P. 98–107

140 Collard B.C.Y., Mackill D.J. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century // Philos. Trans. R. Soc. B. Biol. Sci. - 2008. - Vol. 363. - P. 557-572.

141 Francia E., Tacconi G., Crosatti C. et al. Marker assisted selection in crop plants // Plant Cell Tissue Organ Cult. - 2005. - Vol. 82. - P. 317-342.

142 Чесноков Ю.В. Генетические маркеры: сравнительная классификация молекулярных маркеров // Научно-практический журнал "Овощи России". - 2018. - №3(41) - С. 11-15.

143 Bernardo R. Molecular markers and selection for complex traits in plants:

learning from the last 20 years // Crop Science. – 2008. – Vol. 48(5). – P. 1649-1664.

144 Mullis K., Faloona F., Scharf S. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: The polymerase chain reaction // Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. – 1986. – Vol. 51, №2. – P. 263-273.

145 Калмыкова М.С., Калмыков М.В., Белоусова Р.В. Основы полимеразной цепной реакции с разными формами детекции: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2009. – 80 с.

146 Хлесткина Е.К., Салина Е.А. SNP-маркеры: методы анализа, способы разработки и сравнительная характеристика на примере мягкой пшеницы // Генетика. - 2006. - Т. 42. - С. 725–736

147 Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, №4/2. – С. 1044-1054.

148 Litt M., Luty J.A. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat withing the cardiac muscle actin gene // Am. J. Hum. Genet. - 1989. - V. 44(3). - P. 397-401.

149 Tautz D. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers // Nucl. Acids Res. - 1989. - Vol. 17(16). - P. 6463-6471

150 Mohan M., Nair S., Bhagwat A. et al. Genome mapping, molecular markers and marker-assisted selection in crop plants // Molecular Breeding - 1997. - Vol.3, P. 87-103.

151 Gupta P.K., Roy J.K., Prasad M. Single nucleotide polymorphisms: a new paradigm for molecular market technology and DNA polymorphism with emphasis on their use in plants // Current Sci - 2001. - Vol.80. - P. 524-535.

152 Kim S, Misra A. SNP genotyping: Technologies and biomedical applications // Ann Rev Biomed Eng. - 2007. - Vol. 9. - P. 289-320.

153 Crow J.F. Spontaneous mutation as a risk factor // Exp. Clin. Immunogenet. - 1995. - Vol. 12. - P. 121-128.

154 Wang D.G., Fan J.B., Siao C.J. et al. Large - scale identification, mapping, and genotyping of single - nucleotide polymorphisms in the human genome // Science. – 1998. – Vol. 280(5366). – P. 1077-1082.

155 Fors L., Lieder K.W., Vavra S.H., Kwiatkowski R.W. Large-scale SNP scoring from unamplified genomic DNA // Pharmaco genomics. - 2000. - Vol. 1. - P. 219–229.

156 Nazarenko I.A., Bhatnagar S.K., Hohman R.J. A closed tube format for amplification and detection of DNA based on energy transfer // Nucleic Acids Res. - 1997. - Vol. 25(12). - P. 2516–2521.

157 Kreuzer K.A., Bohn A., Lupberger J. et al. Simultaneous absolute quantification of target and control templates by real-time fluorescence reverse transcription-PCR using 4 - (4'-dimethylaminophenylazo) benzoic acid as a dark quencher dye // Clin Chem. - 2001. - Vol. 47(3). - P. 486–490.

158 LGC Group Limited // <http://www.lgcgroup.com/products/kasp-genotyping-chemistry>.

159 Giancola S., McKhann H.I., Bérard A. et al. Utilization of the three high-

throughput SNP genotyping methods, the GOOD assay, Amplifluor and TaqMan, in diploid and polyploid plants // Theor Appl Genet. - 2006. - Vol. 112. - P. 1115–1124.

160 Myakishev M.V., Khripin Y., Hu S., Hamer D.H. High-throughput SNP genotyping by allele-specific PCR with universal energy-transfer-labeled primers // Genome Res. – 2001. – Vol. 11. – P. 163-169.

161 Bengra C., Mifflin T.E., Khripin Y. et al. Genotyping of essential hypertension single-nucleotide polymorphisms by a homogeneous PCR method with universal energy transfer primers // Clin. Chem. – 2002. – Vol. 48. – P. 2131-2140.

162 Chen X., Sullivan P.F. Single nucleotide polymorphism genotyping: biochemistry, protocol, cost and throughput // Pharmacogenomics J. – 2003. – Vol. 3. – P. 77-96.

163 Babiker E.M., Gordon T.C., Chao S. et al. Genetic mapping of resistance to the Ug99 race group of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in a spring wheat landrace CItr 4311 // Theor. Appl. Genet. – 2016. – Vol. 129(11). – P. 2161-2170.

164 Сайт научной платформы компании Merck, Германия // <http://www.merckmillipore.com>.

165 Rickert A.M., Borodina T.A., Kuhn E.J., Lehrach H., Sperling S. Refinement of single-nucleotide polymorphism genotyping methods on human genomic DNA: amplifluor allele-specific polymerase chain reaction versus ligation detection reaction –TaqMan // Anal Biochem. – 2004. – Vol. 330. – P. 288-297.

166 Khripin Y., Didenko V.V. High - throughput genotyping with energy transfer-labeled primers. Methods in molecular biology: fluorescent energy transfer nucleic acid probes: designs and protocols. // Totowa: Humana Press Inc., 2006. – Vol. 335. – P. 215-240.

167 Shavrukov Y., Jatayev S., Kurishbayev A. et al. Application of Amplifluor-like SNP markers in plant genotyping // Fifth intern. scient. conf. - "PlantGen". - Новосибирск, 2019. - P. 180.

168 Jatayev S., Kurishbaev A., Zotova L., Khasanova G. et al. Advantages of Amplifluor-like SNP markers over KASP in plant genotyping // BMC Plant Biol. – 2017. – Vol.17. - P. 84-103.

169 Torres A.M. Application of molecular markers for breeding disease resistant varieties in crop plants. In: Jain SM, Brar DS (eds) molecular techniques in crop improvement // Netherlands: Springer, 2009. - P. 185–205.

170 Безугла О.М., Кобизева Л.Н., Рябчун В.К. Широкий уніфікований класифікатор України роду *Phaseolus* L. - Х: Магда LTD, 2004. – 50 с.

171 Poczai P., Varga I., Laos M., Cseh A., Bell N. Advances in plant gene-targeted and functional markers // A review. Plant Methods. – 2013. – Vol. 9(6). - P. 1-31.

172 Salgotra R.K., Gupta B.B., Stewart J.C.N. From genomics to functional markers in the era of next-generation sequencing // Biotechnology Letters. – 2014. – V. 36, №3. – P. 417-426.

173 Thomson M.J. High-through put SNP genotyping to accelerate crop improvement // Plant Breeding and Biotechnology. – 2014. – Vol. 2, № 3. – P. 195-212.

174 Сиволап Ю.М., Календарь Р.Н. Исследование внутривидового

полиморфизма и идентификация генотипов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // Цитология и генетика. – 1998. – Т. 32, №6. – С. 35-41.

175 Брик А.Ф., Сиволап Ю.М. Молекулярно-генетическая идентификация и паспортизация сортов сои (*Glycine max* L.) // Генетика. – 2001. – Т. 37, № 9. – С. 1266-1273.

176 Чеботарь С.В., Сиволап Ю.М. Дифференциация, идентификация и создание базы данных сортов *T. aestivum* L. украинской селекции на основе STMS-анализа // Цитология и генетика. – 2001. – Т. 35, № 6. – С. 18-27.

177 Кожухова Н.Э., Сиволап Ю.М. Идентификация и регистрация генотипов кукурузы при помощи молекулярных маркеров // Генетика. – 2004. – Т. 40, № 1. – С. 59-66.

178 Хлесткина Е.К. Молекулярные методы анализа структурно-функциональной организации генов и геномов высших растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т. 15, №4. – С. 757-768.

179 Борисенков Е.П. Многокомпонентная природа парникового эффекта и некоторые сопутствующие явления // Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия. – М.: ГЕОС, 2000. – С. 24–39.

180 Утешев А.С. Климат Северного Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 360 с.

181 Утешев А.С. Засуха и уборка хлебов. – Алма-Ата: Кайнар, 1965. – 15 с.

182 Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. – С. 50–57.

183 Федорович Б.А. Природное районирование Северного Казахстана. (Кустанайская, Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Акмолинская и Павлодарская области). – М; Л.: Академия наук СССР, 1960. – 457 с.

184 Бакаев Н.М., Ревенский Л.Е. Северный Казахстан, рельеф, климат, почвы // В кн.: Яровая пшеница в Северном Казахстане. – Алма-Ата: Кайнар, 1976. – 227 с.

185 Утешев А.С. Атмосферные засухи. – Алматы: Наука, 1992. – С. 3-11.

186 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология / под ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу. – Алматы, 2006. – Т. 3. – 518 с..

187 Байшоланов С.С. Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: науч.-приклад. справочник. – Астана, 2017. – 125 с.

188 Чупахин В.М. Страна природных контрастов. – Алма-Ата: Казахстан, 1973. – 133 с.

189 Хасанова Г.Ж., Куришбаев А.К., Джатаев С.А., Турбекова А.С. Влияние гидротермических факторов на продолжительность фаз роста и развитие образцов нута в Акмолинской области // Матер. междунар. конф. посв. 40-летию агр.-техн. образования и юбилею Аграрно-эконом. института им. С. Садвакасова. – Кокшетау: КГУ им. Ш. Уалиханова, 2019. – С. 56-60.

190 Иванников А.В., Шрамко Н.В., Мукажанов К.М. Земледелие Северного Казахстана. – Астана: Аграрный университет им. С.Сейфуллина,

2004. - 296 с.

191 Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан / РГУ "Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур" МСХ РК. - Нур-Султан, 2020 - 101 с

192 Каскарбаев Ж.А., Чуркина Г.Н., Похоруков Ю.А. и др. Минимальная и нулевая технология возделывания нута в Акмолинской области / Рекомендации НПЦ Зернового хозяйства им. А.И. Бараева. – 2010. – 20 с.

193 Paz-Ares J. et al. The regulatory c1 locus of *Zea mays* encodes a protein with homology to myb proto-oncogene products and with structural similarities to transcriptional activators // The EMBO Journal. - 1987. - Vol. 6. - P. 3553–3558.

194 Du H. et al. Biochemical and molecular characterization of plant MYB transcription factor family // Biochemistry (Mosc). - 2009. - Vol. 74. - P. 1–11.

195 Takai Y., Sasaki T., Matozaki T. Small GTP-binding proteins // Physiol Rev. - 2001. - Vol. 81(1). - P. 153-208.

196 Marcote M.J., Gu F., Gruenberg J., Aniento F. Membrane transport in the endocytic pathway: Animal versus plant cells // Protoplasma. - 2000. - Vol. 210 - P.123-132.

197 Khassanova G., Kurishbayev A., Jatayev S. et al. Intracellular vesicle trafficking genes, RabC-GTP, are highly expressed under salinity and rapid dehydration but down-regulated by drought in leaves of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Front. Genet. - 2019. – V.10. – P. 1-14.

198 Armas P., Calcaterra N.B. Retroviral Zinc Knuckles in Eukaryotic Cellular Proteins // Nova Science Publishers Inc, 2012. - P. 51-80

199 Методические указания по пополнению, сохранению и изучению мировой коллекции генетических ресурсов зерновых бобовых культур: методические рекомендации ВИР. - Санкт-Петербург, 2018. - 143 с.

200 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

201 ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

202 ГОСТ СТ РК 1564-2006. Определение основных показателей качества зерна с помощью инфракрасных анализаторов.

203 ГОСТ 10846–91. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка.

204 ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

205 Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений: утв. Приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан 13 августа 2015 года, № 06-2/254. // ИПС Эділет https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premier_ministr_rk/selskoe_hozyaystvo/id-V1500011879/

206 Никитенко Г.Ф. Биологические основы семеноводства зерновых культур. - М.: Колос, 1968. - 233 с.

207 Можаяев Н.И., Серекпаев Н.А., Стыбаев Г.Ж. Практикум по

кормопроизводству: учебное пособие. – Астана: Типография КАТУ им. С.Сейфуллина, 2010. – 234 с.

208 Полевой В.В., Чиркова Т.В., Лутова Л.А.. Практикум по росту и устойчивости растений. - СПб: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2001. - 212 с.

209 Волкова А.М., Кожушко Н.Н., Макаров Б.И. Определение относительной жаростойкости и засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворе сахарозы и после прогревания // Методические указания. - Л., 1984. - С. 17.

210 Shamsi K. The effect of sowing date and row spacing on yield and yield components on Hashem chickpea variety under rainfed condition // Afr. J. Biotechnol. - 2010. - Vol. 9. - P. 7–11.

211 Boominathan P., Shukla R., Kumar A. et al. Long term transcript accumulation during the development of dehydration adaptation in *Cicer arietinum* // Plant Physiol. - 2004. - Vol. 135. - P. 1608-1620.

212 Soares-Cordeiro A.S., Driscoll S.P., Pellny T.K. et al. Variations in the dorso-ventral organization of leaf structure and Kranz anatomy coordinate the control of photosynthesis and associated signalling at the whole leaf level in monocotyledonous species // Plant Cell Environ. - 2009. - Vol. 32. - P. 1833-1844.

213 Nemeskri E., Moinar K., Vigh R., Nagy J., Debos A. Relationships between stomatal behaviour, spectral traits and water use and productivity of green peas (*Pisum sativum* L.) in dry seasons // Acta Physiol. Plant. - 2015. - Vol. 37. - P. 1-16.

214 Fischer R.A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses // Aust. J. Agric. Res. - 1978. - Vol. 29. - P. 897-912.

215 Удовенко Г.В., Семушкина Л.А., Синельникова В.Н. Особенности различных методов оценки солеустойчивости растений // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. - Л.: Колос, 1976. - С. 228-238.

216 Krishnamurthy L., Serraj R., Rai K.N. et al. Identification of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] lines tolerant to soil salinity // Euphytica. - 2007. - Vol. 158. - P. 179-188.

217 Семушкина Л.А., Синельникова В.Н. Методические указания по использованию вегетационного метода при изучении солеустойчивости однолетних сельскохозяйственных растений. - Л., 1977. - 20 с.

218 Khan H.A., Siddique K.H.M., Colmer T. Salt sensitivity in chickpea is determined by sodium toxicity // Planta. - 2016. - Vol. 244(3). - P. 623-637.

219 Turner N.C., Colmer T.D., Quealy J. et al. Salinity tolerance and ion accumulation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) subjected to salt stress // Plant Soil. - 2013. - Vol. 365. - P. 347-361.

220 Vadez V., Krishnamurthy L., Serraj R., Gaur P.M. et al. Large variation in salinity tolerance in chickpea is explained by differences in sensitivity at the reproductive stage // Field Crops Res. - 2007. - V. 104. - P. 123-129.

221 Khan H.A., Siddique K.H., Munir R., Colmer T.D. Salt sensitivity in chickpea: growth, photosynthesis, seed yield components and tissue ion regulation in

- contrasting genotypes // Journal of Plant Physiology. - 2015. - Vol. 182. - P. 1-12.
- 222 Shavrukov Y., Langridge P., Tester M. Salinity tolerance and sodium exclusion in genus *Triticum* // Breed Sci. - 2009. - Vol. 59(5). - P. 671-678.
- 223 Shavrukov Y., Langridge P., Tester M., Nevo E. Wide genetic diversity of salinity tolerance, sodium exclusion and growth in wild emmer wheat *Triticum dicoccoides* // Breed Sci. - 2010. - Vol. 60(4). - P. 426-435.
- 224 Kalve S., Tadege M.A. Comprehensive technique for artificial hybridization in chickpea (*Cicer arietinum*) // Plant Methods. - 2017. - Vol. 13. - P. 1-9.
- 225 Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления // Доклады ВАСХНИЛ. – 1967. – №7. – С. 18-20.
- 226 Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Aust. J. Bio. Sci. - 1956. - Vol. 9. - 463 p.
- 227 Farshadfar E., Zali H., Mohammadi R. Evaluation of phenotypic stability in chickpea genotypes using GGE-Biplot // Annals of Biological. Res. – 2011. - Vol. 2 – P. 282-292.
- 228 Weining S., Langridge P. Identification and mapping of polymorphisms in cereals based on the polymerase chain reaction // Theoretical and Applied Genetics. – 1991. – Vol. 82, №2. – P. 209-216.
- 229 Shavrukov Y., Bovill J., Afzal I. et al. HVP10 encoding V-PPase is a prime candidate for the barley HvNax3 sodium exclusion gene: evidence from fine mapping and expression analysis // Planta. – 2013. – Vol. 237(4). – P. 1111-1122.
- 230 База данных национального центра биотехнологической информации NCBI // <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- 231 База данных Chickpea Portal // <http://www.cicer.info/databases.php>.
- 232 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 295 с.
- 233 Куришбаев А.К., Хасанова Г.Ж., Шавруков Ю.Н. и др. Оценка коллекции нута по основным элементам продуктивности в условиях Северного Казахстана // Вестник науки Казахского Агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2019. – №4(103). – С. 54-64.
- 234 Чаплыгина И.М. Селекция и семеноводство гороха во ВНИИССе // Сб. трудов ВНИИЗБК. - Орел, 1987. - С. 136-138.
- 235 Максимов Н.А. Избранные труды по засухоустойчивости и зимостойкости растений. - М., 1952. - Т. 1. - 575 с.
- 236 Балашов Т.Н., Гужов Ю.Л., Балашова Н.Н. Селекция и семеноводство овощных бобовых культур. – Кишинев, 1989. – 287 с.
- 237 Федин П.Е. Влияние влажности почвы на продуктивность зернобобовых культур // Физиол.-биохим. особенности зернобобовых культур. - Орел, 1973. - С. 82-93.
- 238 Дорофеев В.Ф. Скороспелость зерновых колосовых культур и ее значение для сельского хозяйства страны // Тр. по прикладной бот., ген. и сел. – Л., 1984. – Т. 84. – С. 3-6.
- 239 Оковитая Р.Н., Казанцева Л.Н., Лада Т.В. Результаты изучения вегетативного периода генофонда зерновых и зернофуражных культур в

условиях Северного Казахстана // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути (повышения) устойчивости зернового производства в степных регионах: сб. докладов межд. научно-практической конф. - Шортанды, 2006. - С. 198-203.

240 Овчаров Г.К. Физиология формирования и прорастания семян - М.: Колос, 1966. - 255 с.

241 Прокофьева И.В. Применение гибридизации в селекции яровой вики // Биология и селекция зерновых и зернобобовых культур. - Кишинев, 1976. - С. 29-56

242 Хасанова Г.Ж., Куришбаев А.К., Джатаев С.А., Жанбыршина Н.Ж. Оценка засухоустойчивости образцов нута в сухостепной зоне Северного Казахстана // Ізденістер, нәтижелер - Исследования, результаты. – 2020. – №1(85). – С. 388-394.

243 Куришбаев А.К., Хасанова Г.Ж., Джатаев С.А. Определение засухоустойчивости коллекционных образцов нута по физиологическим и анатомо-морфологическим признакам // 3i: intellect, idea, innovation - intellekt, ideya, innovaciya. – 2020. – №2. – С. 166-176.

244 Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. - Л.: Колос, 1977. - 43 с.

245 Soltani A., Galeshi S., Zeinali E., Latifi N. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size // Seed Sci. Technol. - 2002. - Vol. 30. - P. 51-60.

246 Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). - Кишинев: Штиинца, 1988. - 768 с.

247 Енкен В.Б. Опыт селекции сортов нута // Методы исследований с зернобобовыми культурами. - Орел, 1971. - Т. 1. - С. 238-253.

248 Балюра В.И. Теоретические основы на скороспелость яровых культур // Научные труды НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны. - М., 1974. - вып. 31. - С. 43-71.

249 Нильссон-Эле Г. Полимерия признаков и непрерывное наследственное варьирование // Этапы менделизма: сб. - Одесса, 1923.- С. 56-68.

250 База данных GenomeNet Database Resources// <https://www.genome.jp/>

251 Chang E.H., Gonda M.A., Ellis R.W. et al. Human genome contains four genes homologous to transforming genes of Harvey and Kirsten murine sarcoma viruses // Proc. Natl. Acad. Sci. - USA, 1982. - Vol. 79. - P. 4848-4852.

252 Agarwal P., Reddy M.K., Sopory S.K., Agarwal P.K. Plant Rabs: Characterization, functional diversity, and role in stress tolerance // Plant Mol Biol Rep. - 2009. - Vol. 27. - P. 417-430.

253 Nahm M.Y., Kim S.W., Yun D., Lee S.Y. et al. // Molecular and biochemical analyses of OsRab7, a rice Rab7 homolog. - Plant Cell Physiol. - 2003. - Vol. 44 - P. 1341–1349.

254 Bolte S., Schiene K., Dietz K.J. Characterization of a small GTP binding protein of the Rab5 family in *Mesembryanthemum crystallinum* with increased level of expression during early salt stress // Plant Mol. Biol. - 2000. - Vol. 42. - P. 923–

936.

255 Khassanova G., Zhubatkanov A., Jataev S. et al. Application of bioinformatics for identification of candidate genes conferring tolerance to drought and salinity in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in the environment of Kazakhstan // 11th internat. conf. BGRS\SB - "Integrative Bioinformatics and System Biology". - Novosibirsk, 2018. – P. 42.

256 Khassanova G., Jatayev S., Kurishbayev A. et al. Expression analysis of intracellular vesicle trafficking superfamily genes, CaRab-GTP, in response to drought, dehydration and salinity in leaves of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Fifth intern. scient. conf. - "PlantGen", - Новосибирск, 2019. - P. 100.

257 Sweetman C., Khassanova G., Miller T.K., Booth N.J., Kurishbayev A. et al. Salt-induced expression of intracellular vesicle trafficking genes, CaRab-GTP, and their association with Na⁺ accumulation in leaves of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // BMC Plant Biology. - 2020. - V. 20. - P. 1-12.

258 Kotula L., Clode P.L., Jimenez J.D.L.C., Colmer T.D. Salinity tolerance in chickpea is associated with the ability to 'exclude' Na from leaf mesophyll cells // Journal of Experimental Botany. - 2019. - Vol. 18. - P. 4991-5002.

259 Vaquerizas J.M., Kummerfeld S.K. et al. A census of human transcription factors: function, expression and evolution // Nature. - 2009. - Vol. 10. - P. 252 - 263.

260 White U.A., Stephens J.M. Transcriptional factors that promote formation of white adipose tissue // Mol Cell Endocrinol. - 2010. - Vol. 318, P. 10-14.

261 Lee M.W., Qi M., Yang Y. A novel jasmonic acid-inducible rice MYB gene associates with fungal infection and host cell death // Mol. Plant-Microbe Interact. - 2001. - V. 14. - P. 527–535.

262 Supriya A., Poonam Sh., Neelam R.Y., Ram C.Y. MYB transcription factor genes as regulators for plant responses: an overview // Phisiol Mol Biol Plants. – 2013. – Vol. 19(3). – P. 307-321.

263 Radkova M., Revalska M., Kertikova D. et al. Zinc finger CCHC-type protein related with seed size in model legumespecies *Medicago truncatula* // Biotech. and Biotechnol. Equipment. - 2019. - Vol. 33. - P. 278-285.

264 Laity J.H., Lee B.M., Wright P.E. Zinc finger proteins: new insights into structural and functional diversity // Curr. Opin. Struct. Biol. - 2001. - Vol. 11., Issue 1. - P. 39–46.

265 Qing-jie G., Li-fend W., Qing-yun B. et al. The rice gene OsZFP6 functions in multiple stress tolerance responses in yeast and Arabidopsis // Plant Physiology and Biochemistry. - 2014. - Vol. 82. - P. 1-8.

266 Айтуганов К.К., Купанова Л.К., Баширова З.С. и др. Сборник сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, используемых в Республике Казахстан. – Астана, 2017. – 274 с. - www.mgov.kz, www.goscomsort.kz

267 Kashiwagi J., Krishnamurthy L., Crouch J.H. Variability of root length density its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress // Field Crops Research. - 2006. - Vol. 95. - P. 171-181.

268 Зотиков В.И. Теоретические основы повышения урожайности и содержания белка в надземной массе однолетних кормовых культур в северных областях Казахстана: автореф. ... док. с.-х. наук: 06.01.09. - Кинель, 2002. - 44 с.

269 Balestre M., Von Pinho R.G., Souza J.C., Oliveira R.L. Genotypic stability and adaptability in tropical maize based on AMMI and GGE biplot analysis // Genet. Mol. Res. - 2009. - Vol. 8(4). - P. 1311-1322.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метеорологические данные в период проведения исследования

Таблица А.1 - Метеоданные за период вегетации, 2018г.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С										
		Сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Май	I	7,9	7,0	6,7	15,9	4,5	1,1	7,0	11,0	7,0	10,6	
	II	9,7	9,6	7,0	8,6	9,3	9,2	8,0	9,7	6,3	9,3	
	III	18,0	14,0	7,6	10,0	19,0	19,0	4,3	10,3	14,4	8,8	12,8
Среднее		9,8										
ГТК		0,4										
Июнь	I	16,0	15,7	9,5	14,8	19,7	19,0	21,0	17,0	12,6	15,1	
	II	16,0	15,0	14,3	15,6	17,0	17,5	16,8	17,4	17,2	18,9	
	III	17,0	19,0	17,0	16,0	17,7	17,0	15,8	16,0	17,0	19,0	
Среднее		16,6										
		1,3										
Июль	I	17,0	18,0	17,0	16,4	18,0	17,0	18,0	18,0	19,0	20,0	
	II	19,0	20,0	19,0	19,0	18,0	19,0	18,0	19,0	19,0	18,0	
	III	17,0	13,9	11,1	12,1	17,8	18,2	17,0	18,3	18,0	18,0	17,1
Среднее		17,6										
		0,4										
Август	I	16,5	17,1	28,0	20,6	21,3	20,5	21,1	24,6	25,8	22,9	
	II	16,6	14,9	18,4	22,7	22,8	21,9	19,7	20,1	20,4	18,9	
	III	17,9	20,1	19,6	20,7	13,7	18,6	17,6	15,5	14,7	15,9	13,9
Среднее		19,5										
		0,7										
Месяц	Декада	Суточное количество осадков, мм										
		Сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Май	I	-	-	-	0,9	-	-	-	0,4	-	0,8	
	II	0,4	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	
	III	1,9	-	-	-	1,0	0,9	-	0,7	-	-	-
Сумма												7,1
Июнь	I	4,0	-	6,7	0,1	1,8	-	1,0	-	3,0	-	
	II	4,0	-	-	3,0	-	2,0	3,9	-	-	6,2	
	III	1,1	0,1	2,0	-	-	-	9,1	3,7	6,0	10,3	
Сумма												68,0
Июль	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	
	II	-	-	0,1	-	3,9	-	-	-	-	-	
	III	-	3,1	5,0	5,0	3,0	-	-	0,3	-	-	2,0
Сумма												23,2
Август	I	1,2	0,4	-	-	5,9	-	0,3	-	-	-	
	II	-	2,0	-	-	-	0,8	1,0	-	-	7,1	
	III	6,0	5,0	2,0	2,0	2,0	6,0	-	-	2,0	-	1,0
Сумма												44,7

Таблица А.2 - Метеоданные за период вегетации, 2019г.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С										
		Сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Май	I	3,0	4,0	4,3	8,0	9,5	15,5	18,3	19,0	20,3	21,0	
	II	17,3	13,5	11,0	7,5	3,5	4,5	9,0	10,5	10,5	7,5	
	III	7,0	4,3	9,0	15,0	16,0	12,0	14,8	19,5	21,0	24,5	21,0
Среднее		12,3										
ГТК		0,3										
Июнь	I	22,0	20,8	20,5	20,0	12,0	10,5	14,3	11,3	12,0	15,3	
	II	14,5	16,5	17,5	11,8	8,5	8,8	11,5	14,0	16,5	17,5	
	III	19,5	19,0	15,0	21,0	19,8	26,0	14,5	12,5	16,0	18,8	
Среднее		15,9										
		1,3										
Июль	I	19,0	18,0	17,0	16,3	18,0	22,8	19,0	21,0	21,0	22,8	
	II	22,0	22,0	22,0	21,5	23,0	26,0	24,5	24,0	24,3	24,0	
	III	25,5	24,0	19,3	18,5	20,5	21,3	20,5	24,5	27,5	25,5	28,5
Среднее		22,1										
		0,2										
Август	I	26,0	22,0	19,5	21,5	23,3	28,3	25,5	23,5	22,0	22,0	
	II	24,0	26,5	24,5	21,3	18,0	18,0	18,5	20,5	22,5	19,8	
	III	20,0	18,5	17,5	22,5	23,8	28,5	19,5	16,5	21,0	15,0	12,5
Среднее		21,4										
		0,2										
Месяц	Декада	Суточное количество осадков, мм										
		Сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Май	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	II	-	-	-	1,5	3,4	-	-	1,4	-	3,4	-
	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднее												9,7
Июнь	I	-	-	-	-	2,2	1,4	1,8	1,2	0,5	-	
	II	-	-	4,2	3,5	2,7	3,1	-	-	-	-	
	III	-	-	-	1,2	-	-	41,7	-	-	-	
Среднее												63,5
Июль	I	-	0,6	-	3,6	-	-	-	-	-	-	
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	III	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднее												5,7
Август	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	II	-	-	-	-	-	13,4	-	1,7	-	-	
	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднее												15,1

Таблица А.3 - Метеоданные за период вегетации, 2020г.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С										
		Сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Май	I	13,8	16,5	14,0	6,5	5,5	4,5	9,0	11,0	15,5	18,5	
	II	18,3	21,5	20,5	18,5	12,0	14,5	15,0	12,5	14,0	14,0	
	III	13,0	12,0	20,0	24,5	25,0	22,5	18,0	19,0	22,5	21,5	26,5
Среднее		16,1										
		0,1										
Июнь	I	27,0	23,0	17,3	15,0	12,5	14,5	17,5	22,0	23,5	21,5	
	II	24,0	25,3	23,0	17,5	12,5	9,8	15,0	17,5	12,5	11,5	
	III	20,0	24,3	22,5	20,0	20,5	18,0	11,5	16,8	20,3	25,0	
Среднее		18,7										
		1,6										
Июль	I	23,0	24,5	15,0	17,5	18,5	19,0	22,0	22,0	23,0	24,0	
	II	20,5	25,0	22,0	24,0	25,0	24,0	26,0	26,8	25,0	25,5	
	III	19,0	19,5	21,5	24,5	20,0	21,0	19,0	18,0	18,0	23,0	24,5
Среднее		21,9										
		0,9										
Август	I	24,5	23,0	25,0	23,5	23,5	24,5	25,5	23,0	26,0	24,5	
	II	17,5	17,0	16,0	16,5	20,0	21,0	18,0	17,0	13,5	13,5	
	III	12,0	14,0	14,0	14,0	14,5	18,5	19,0	18,8	21,0	23,0	24,5
Среднее		19,6										
		0,2										
Месяц	Декада	Суточное количество осадков, мм										
		Сутки										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Май	I	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	1,7	
	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Среднее												3,2
Июнь	I	-	-	-	-	5,7	20,2	-	7,8	-	-	
	II	-	-	-	-	-	2,2	50	-	-	-	
	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Среднее												85,9
Июль	I	-	5,6	11,7	3,2	-	-	-	-	-	5,4	
	II	-	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	
	III	-	-	1,4	1,7	24,7	-	3,5	-	-	-	
Среднее												61,0
Август	I	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	
	II	1,8	-	-	-	-	-	-	7,5	-	-	
	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Среднее												10,7

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 - Продолжительность вегетационного периода и показатели структуры урожая сортообразцов мировой коллекции нута, 2016-2017 гг.

Сорт	Вегетационный период, дней		Высота растений, см.		Число ветвей I порядка, шт.		Высота пр-я. нижн. боба, см.		Число семян с растения, шт.		Масса семян с растения, г.		Масса 1000 семян, г.		Урожайность, г/м ²	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Икарда1	78	72	39,9	37,5	2,7	2,5	18,2	18,1	101,1	94,9	16,1	19,0	164,0	157,5	237	231
Юбилейный	88	74	52,8	49,0	2,1	2,0	20,2	20,6	86,5	82,3	18,6	18,8	236,2	234,3	248	220
Красног. 123	96	81	48,4	47,0	2,6	2,4	20,8	20,2	82,5	72,5	17,9	20,7	249,3	242,2	230	205
ICC-10018	92	76	35,8	32,8	2,1	1,9	9,6	9,8	87,9	83,5	14,5	14,2	160,2	167,0	278	273
ICC-10341	91	74	43,7	41,2	3,0	2,8	10,4	10,7	91,0	84,1	12,9	14,1	130,5	128,6	187	172
ICC-10393	105	76	35,0	33,9	2,6	2,5	9,7	10,0	88,0	82,0	14,7	14,6	161,2	174,8	251	249
ICC-10399	90	78	33,0	28,9	3,2	3,3	6,4	6,9	91,3	81,8	15,9	15,7	164,7	151,5	284	255
ICC-1052	100	81	49,5	49,4	3,3	3,2	18,9	17,6	140,9	121,3	17,4	14,3	118,9	117,5	257	235
ICC-10673	108	78	43,8	42,8	4,0	3,1	17,8	16,6	113,5	97,1	9,5	8,9	75,8	61,1	126	113
ICC-10685	89	74	37,3	32,8	2,4	2,4	10,8	11,3	99,0	93,4	13,5	12,6	132,1	134,9	234	248
ICC-10755	90	70	38,0	34,3	2,2	2,4	10,6	11,2	42,1	35,0	14,4	16,0	329,7	340,9	149	152
ICC-1083	92	69	38,5	36,1	2,8	2,9	10,1	10,8	103,5	104,3	24,3	25,3	228,3	234,1	209	237
ICC-10885	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-10945	81	68	38,2	36,9	2,6	2,5	13,0	12,8	66,3	75,4	12,6	14,4	183,3	185,9	200	244
ICC-1098	103	81	36,2	35,1	2,2	2,2	11,7	12,4	93,0	82,5	14,9	14,7	150,9	138,3	263	241
ICC-11121	89	74	46,4	42,0	2,4	2,3	12,7	12,6	126,4	118,5	11,0	9,0	84,5	78,9	220	199
ICC-11198	89	72	42,3	41,3	2,7	2,6	11,9	11,9	152,3	138,5	18,5	17,4	115,1	100,3	253	239
ICC-11279	92	68	37,1	35,4	2,8	3,0	8,8	9,2	115,4	104,8	10,4	8,2	87,2	81,0	171	156
ICC-11284	84	65	53,3	49,7	2,7	2,3	18,5	17,7	124,3	114,0	18,1	18,6	138,8	132,6	256	223

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-11378	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-11498	80	71	40,1	38,0	2,2	2,7	10,6	10,9	116,2	113,4	11,4	12,2	88,6	79,2	160	144
ICC-11584	105	79	37,1	35,2	2,5	2,6	10,7	11,0	97,2	94,6	14,2	13,6	141,4	143,0	258	257
ICC-1161	88	70	38,6	35,1	2,7	2,1	10,9	10,6	155,8	149,5	22,9	24,4	152,6	141,6	288	282
ICC-11627	102	81	35,3	34,3	3,6	3,2	9,9	10,3	102,1	95,7	12,4	10,4	118,5	110,4	224	197
ICC-1164	81	75	43,8	43,1	2,7	3,5	17,4	17,3	115,2	115,7	12,7	15,3	102,8	103,6	171	151
ICC-11664	112	82	36,9	35,1	2,0	2,3	11,6	11,7	81,2	78,0	12,7	13,9	153,1	174,8	215	226
ICC-11764	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-1180	106	80	31,8	31,9	3,6	3,6	10,1	10,7	77,7	85,3	13,2	11,0	191,6	147,0	220	193
ICC-11879	89	75	44,7	42,5	3,0	2,9	12,5	11,6	69,2	57,6	20,0	19,7	279,6	276,0	208	202
ICC-11903	98	79	37,6	36,3	2,6	3,0	18,7	17,3	52,5	41,8	16,9	14,0	305,8	306,3	215	232
ICC-1194	83	68	49,6	47,2	2,7	2,5	18,5	17,5	80,9	87,1	23,2	30,8	278,9	286,4	118	127
ICC-11944	87	70	35,1	32,9	2,4	2,3	13,9	13,4	121,7	109,9	11,8	10,0	93,7	92,6	232	204
ICC-12028	106	82	49,0	45,8	3,6	3,3	14,8	14,0	87,0	84,8	25,2	28,5	286,0	289,2	229	213
ICC-12037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-1205	81	76	54,7	52,0	2,9	2,7	18,9	17,9	99,8	94,6	27,4	30,0	271,2	274,9	230	232
ICC-12155	89	75	35,9	34,0	2,5	2,7	9,4	9,8	135,4	126,2	10,9	8,5	78,7	70,5	216	193
ICC-12299	90	76	44,2	43,9	2,6	2,5	17,0	15,9	125,1	108,2	14,0	14,6	106,6	106,2	208	200
ICC-1230	82	69	41,5	39,2	2,9	2,2	13,5	13,1	93,8	91,6	11,8	9,5	121,6	105,6	195	187
ICC-12307	89	75	36,6	33,5	2,9	2,3	12,8	11,7	132,6	129,2	14,6	16,1	103,3	98,8	229	209
ICC-12328	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC- 12379	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-12492	90	74	42,4	38,1	3,4	2,9	12,5	12,0	98,0	95,5	14,2	14,6	141,2	151,0	203	183
ICC-12537	88	76	34,8	30,8	2,5	2,1	10,3	9,8	97,8	87,5	13,8	13,3	132,4	115,5	218	196
ICC-12654	87	74	35,0	33,6	2,8	2,9	12,4	11,8	87,1	79,8	15,6	13,1	174,6	162,0	272	258
ICC-12726	88	65	34,2	29,9	2,5	2,2	7,9	7,9	127,9	108,9	10,7	10,6	75,4	69,1	168	147
ICC-12824	86	76	35,8	35,0	2,2	2,2	12,1	11,4	127,7	111,8	15,2	13,3	115,9	120,0	270	270

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-12851	88	78	32,8	30,2	2,1	1,8	12,9	12,0	154,3	144,8	12,7	12,8	75,2	65,6	206	192
ICC-12886	88	76	39,7	34,9	2,3	2,3	11,6	10,8	150,4	132,9	15,8	12,7	101,1	95,9	277	251
ICC-12916	87	79	35,7	33,4	3,1	2,7	13,5	12,6	81,2	80,3	15,6	17,2	181,0	170,6	270	277
ICC-12928	81	68	35,0	34,0	2,6	2,9	10,7	11,5	140,5	136,2	11,2	9,5	76,7	72,2	183	168
ICC-12947	101	81	34,8	33,2	4,2	3,6	9,9	10,5	100,8	100,8	27,9	31,4	272,5	271,7	232	242
ICC-12968	102	-	44,6	-	1,9	-	20,3	-	101,3	-	20,2	-	156,3	-	191	-
ICC-13077	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-13124	80	68	39,8	37,9	3,0	2,7	12,4	12,1	105,0	101,2	11,1	8,9	89,1	84,0	152	144
ICC-13187	92	75	42,0	37,4	3,1	2,3	11,8	12,0	95,6	86,5	27,6	27,4	283,9	271,2	113	98
ICC-13219	90	77	33,7	29,8	2,6	2,7	9,3	9,0	102,8	99,5	15,4	13,7	134,4	131,4	224	238
ICC-13283	90	69	42,0	37,9	2,8	2,6	16,8	16,6	99,5	94,5	27,3	29,4	269,9	268,8	215	208
ICC-13357	89	76	43,1	39,2	2,9	2,9	18,4	18,0	82,3	78,4	10,5	9,1	108,1	110,7	139	130
ICC-13441	108	82	43,0	39,0	3,3	2,9	9,1	9,6	102,2	94,4	14,4	15,1	131,2	124,7	166	139
ICC-13461	102	-	52,8	-	2,1	-	10,5	-	104,2	-	62,2	-	229,3	-	170	-
ICC-13523	106	-	50,6	-	2,6	-	9,8	-	97,3	-	61,3	-	228,5	-	111	-
ICC-13524	91	79	52,0	50,3	2,4	2,5	16,8	15,7	117,1	106,1	11,7	9,4	83,8	84,1	185	177
ICC-1356	83	68	43,1	39,6	2,9	2,8	16,8	15,5	84,9	79,8	12,3	12,9	159,2	134,9	268	212
ICC-13599	90	75	48,2	44,6	2,5	2,7	19,6	19,1	60,5	49,0	14,8	12,3	225,5	232,6	208	206
ICC-13628	109	69	39,2	36,3	2,0	2,4	9,8	10,5	91,3	95,9	24,6	30,7	280,5	284,1	120	108
ICC-13764	81	70	38,0	32,9	2,6	2,7	9,6	9,8	125,4	106,7	18,6	18,8	152,3	144,6	281	271
ICC-13816	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-13863	91	76	33,3	31,8	2,6	2,5	8,6	7,9	114,0	104,4	12,7	10,4	95,2	95,1	214	190
ICC-1392	94	65	41,3	37,2	2,0	1,8	10,7	11,0	137,1	116,0	14,8	14,4	116,2	103,3	251	223
ICC-1398	102	85	37,3	35,2	4,2	3,1	10,9	11,6	103,1	100,2	12,5	11,1	104,4	106,1	205	211
ICC-14051	90	79	35,4	31,8	2,5	2,7	12,6	11,9	88,4	80,6	14,1	15,2	171,9	159,3	263	251
ICC-14077	81	68	39,6	40,3	2,8	3,4	13,7	13,4	95,0	90,7	14,6	11,4	146,3	125,5	206	182
ICC-14098	88	72	38,7	36,4	2,9	2,7	11,9	12,1	80,3	66,7	9,8	10,5	133,5	125,0	182	160
ICC-14199	90	75	49,4	45,2	3,0	3,1	13,4	12,6	81,3	78,3	25,8	24,0	304,9	290,0	126	124
ICC-1431	81	75	76,8	44,6	2,1	2,2	9,9	11,5	130,7	118,3	17,8	16,4	141,2	130,2	290	276

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-14402	88	72	37,1	34,4	3,2	3,0	12,9	13,1	117,4	99,5	13,5	10,4	99,5	98,9	215	193
ICC-14595	104	81	35,0	33,1	2,4	2,5	12,6	12,8	89,0	83,8	23,6	25,5	280,8	268,8	197	219
ICC-14669	83	74	50,9	42,7	2,4	3,1	12,1	11,5	87,0	89,6	19,0	16,2	168,6	289,1	248	272
ICC-14778	87	76	33,4	31,7	2,5	2,4	12,7	11,4	187,8	178,0	12,0	11,4	69,3	50,2	239	186
ICC-14799	79	74	50,0	48,1	2,9	3,8	18,4	18,3	120,6	112,8	13,1	10,1	93,3	85,7	196	174
ICC-14815	105	69	39,1	36,6	3,4	3,2	10,2	10,2	112,6	108,1	15,9	16,7	149,8	131,4	277	268
ICC-14831	106	-	60,6	-	2,6	-	13,8	-	20,6	-	17,8	-	153,3	-	84	-
ICC-1510	79	68	38,9	36,7	3,3	2,9	13,4	12,2	113,1	102,8	12,8	10,1	97,4	93,8	186	166
ICC-15248	92	75	49,4	46,9	3,0	3,1	15,8	16,8	92,3	94,1	24,7	28,6	283,9	272,6	184	218
ICC-15294	91	71	44,5	42,7	2,2	2,1	9,8	9,9	65,5	62,4	19,0	18,5	275,5	277,4	204	220
ICC-15406	106	84	45,8	41,3	3,3	2,9	16,3	14,9	73,9	67,6	20,5	23,1	296,9	297,4	127	129
ICC-15435	92	76	44,5	41,2	2,8	2,9	14,1	13,1	50,0	40,8	16,4	14,6	310,6	324,3	90	88
ICC-15510	85	78	36,7	32,4	2,8	2,9	13,0	12,4	139,9	122,8	21,2	20,8	159,3	147,9	207	189
ICC-15518	106	79	49,9	47,3	1,9	2,5	15,1	14,0	67,6	61,4	20,5	19,2	288,3	292,0	82	96
ICC-15567	100	78	39,2	37,7	3,6	3,2	10,9	11,8	114,9	109,9	17,7	19,6	147,4	146,7	285	280
ICC-15606	107	81	36,1	33,7	2,4	2,5	10,7	11,0	132,9	127,3	12,9	13,0	98,8	105,8	219	239
ICC-15610	89	76	31,4	28,8	2,5	2,5	7,0	7,1	105,1	98,6	10,8	11,2	91,9	82,0	150	125
ICC-15612	91	75	45,8	43,2	1,8	1,8	13,2	12,2	91,3	81,6	9,7	8,3	109,9	108,4	189	173
ICC-15614	89	68	40,9	37,4	2,1	1,8	11,4	10,7	74,1	63,3	12,7	12,7	157,4	149,4	204	180
ICC-15618	81	66	40,5	41,5	2,7	2,9	13,2	12,6	162,1	146,5	13,6	10,5	85,8	75,3	230	193
ICC-15697	109	82	42,7	40,5	2,5	2,3	10,9	10,9	110,7	403,7	21,3	19,6	185,3	184,2	284	274
ICC-15762	92	75	45,1	44,4	2,9	2,9	14,9	14,5	73,7	63,5	22,5	20,3	291,8	298,8	205	219
ICC-15785	89	71	37,3	35,0	2,6	2,7	11,3	11,6	92,7	77,3	11,2	11,5	132,4	120,6	207	178
ICC-15802	106	-	48,5	-	2,6	-	15,3	-	63,5	-	15,6	-	220,3	-	43	-
ICC-15868	90	79	29,2	27,7	1,9	1,8	8,8	8,2	150,9	123,4	15,0	11,0	92,7	88,0	219	186
ICC-15888	89	70	39,1	40,9	3,1	3,1	14,9	14,1	112,5	103,4	5,8	6,9	52,1	44,4	104	92
ICC-15996	91	69	39,4	38,0	3,0	3,1	11,0	11,7	101,6	89,6	15,3	12,6	141,2	136,8	232	222
ICC-16207	90	72	37,0	35,4	2,5	2,7	9,0	9,4	77,6	71,1	13,1	15,3	177,3	183,5	246	238
ICC-16261	101	81	41,9	39,8	2,2	2,3	11,9	12,0	121,1	111,3	16,6	14,6	129,9	123,4	272	260

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-16269	102	79	47,2	45,1	2,3	2,1	10,4	11,1	131,8	119,2	18,0	17,4	143,0	129,4	293	278
ICC-16374	105	78	41,2	39,4	2,4	2,3	11,7	11,8	121,6	113,6	17,9	19,2	142,3	138,6	255	264
ICC-16524	89	69	37,4	35,0	2,6	2,8	9,6	9,9	126,7	109,6	11,6	11,4	97,9	83,1	191	165
ICC-16654	106	-	55,9	-	2,1	-	21,5	-	33,6	-	10,2	-	180,2	-	65	-
ICC-16903	92	70	34,9	32,3	2,9	2,9	11,1	11,2	135,7	125,0	14,9	12,0	101,9	94,4	261	225
ICC-16915	89	78	43,2	41,9	2,6	2,8	12,2	12,2	116,7	104,6	16,5	17,3	144,3	138,7	282	277
ICC-1710	90	76	34,9	31,2	2,2	1,8	8,9	8,6	89,4	84,7	13,8	13,8	157,8	165,4	268	243
ICC-1715	83	75	35,3	34,6	2,5	2,1	12,2	11,4	73,3	63,3	15,0	15,5	216,8	202,8	218	206
ICC-1882	96	81	37,4	36,7	3,4	3,7	10,6	10,9	89,9	80,8	8,5	6,5	81,5	79,5	123	120
ICC-1915	91	76	39,2	33,7	2,8	2,8	9,9	10,4	126,0	108,0	19,9	19,1	159,9	148,8	282	277
ICC-1923	83	72	35,3	34,3	2,8	2,5	11,7	11,3	98,6	91,8	10,1	7,8	91,5	84,6	123	105
ICC-2065	103	83	45,8	43,5	2,5	2,8	13,8	12,5	156,7	144,5	14,8	18,2	117,2	110,3	268	231
ICC-2072	79	69	41,4	38,6	2,8	2,3	10,6	10,5	81,2	73,0	21,0	19,4	253,6	252,3	281	268
ICC-2210	77	68	41,1	38,5	2,9	3,4	13,1	12,6	102,5	93,9	14,5	15,4	145,9	136,0	254	227
ICC-2242	79	74	37,9	37,3	2,9	2,7	13,3	12,1	121,0	105,4	16,7	11,4	137,6	108,4	254	203
ICC-2263	90	78	29,0	27,2	2,1	1,8	7,5	7,7	59,1	55,3	8,2	10,3	149,1	143,3	149	159
ICC-2277	106	-	42,3	-	1,6	-	9,2	-	88,6	-	15,9	-	172,6	-	103	-
ICC-2482	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-2507	81	75	49,1	50,8	2,9	2,2	16,7	17,9	144,5	130,8	19,6	14,5	133,3	104,7	248	214
ICC-2580	93	78	38,3	33,7	2,4	2,3	9,7	10,5	89,7	57,9	10,2	8,5	117,2	111,7	116	99
ICC-2593	86	76	37,2	34,6	3,2	3,2	12,6	12,8	75,8	73,3	16,7	16,9	212,7	216,3	260	281
ICC-2629	91	79	38,6	35,7	2,5	2,1	11,2	11,8	137,6	123,6	10,4	10,6	76,9	64,8	175	145
ICC-2720	95	81	33,7	32,5	2,2	1,9	11,7	11,8	133,6	126,8	17,1	16,0	121,6	124,2	269	252
ICC-2737	93	79	43,0	41,9	2,9	3,0	11,3	10,7	55,5	45,5	11,0	12,7	221,5	224,7	208	199
ICC-283	86	76	33,7	30,3	2,3	2,3	9,3	9,5	91,1	87,4	17,0	14,5	173,9	153,9	255	231
ICC-2884	98	81	46,4	43,1	2,7	2,9	17,7	16,6	108,0	103,6	10,1	11,5	102,2	96,0	191	175
ICC-2919	93	82	34,6	32,4	3,0	2,5	12,3	11,8	85,3	81,4	14,6	18,3	179,6	168,3	265	270
ICC-2969	90	76	36,4	35,7	2,4	2,1	12,8	12,1	127,6	112,0	16,8	16,6	139,1	125,6	294	274
ICC-2990	88	78	44,2	41,1	2,7	2,3	10,1	10,2	116,3	110,2	15,1	13,2	121,2	118,0	245	244

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-3218	88	78	42,7	40,4	2,9	2,6	10,5	10,9	154,3	144,8	14,3	16,4	113,1	110,8	238	274
ICC-3230	101	81	41,2	41,6	3,1	3,6	13,4	12,8	121,8	106,2	11,0	8,2	80,8	70,8	168	139
ICC-3239	106	80	48,8	47,2	2,8	2,8	19,5	19,1	123,6	117,3	8,7	10,1	70,9	70,1	165	133
ICC-3325	80	69	39,0	39,1	2,2	2,2	11,9	11,5	91,0	87,3	14,1	12,6	143,5	134,6	228	218
ICC-3362	112	82	35,3	31,6	3,1	3,6	9,6	10,0	117,7	111,1	4,5	5,8	44,3	34,8	78	75
ICC-3391	103	84	46,5	44,8	2,2	2,4	11,3	11,3	123,2	112,9	13,7	12,2	97,7	104,0	199	194
ICC-3410	102	-	42,9	-	2,4	-	11,2	-	73,5	-	17,2	-	195,4	-	104	100
ICC-3421	91	76	46,2	36,5	3,0	3,2	11,5	12,1	145,5	153,2	17,5	17,6	113,9	113,4	216	215
ICC-3512	92	78	46,9	43,8	2,9	2,9	11,4	11,6	87,2	83,1	15,1	17,6	180,3	178,3	220	219
ICC-3582	97	81	48,2	47,2	4,0	4,3	14,7	14,1	104,8	98,8	22,4	21,5	207,1	205,3	233	216
ICC-3631	103	83	46,6	44,3	2,6	2,6	14,3	13,9	157,0	145,1	15,6	17,8	107,9	111,6	274	272
ICC-3761	91	79	43,2	41,8	2,0	2,2	10,9	11,5	160,7	153,1	16,4	14,6	90,2	85,8	265	257
ICC-3776	86	78	46,0	43,5	2,5	2,0	11,3	12,1	100,3	99,5	25,7	30,0	271,4	270,3	186	239
ICC-3946	97	82	44,2	42,7	2,8	3,0	19,4	18,5	125,8	113,4	19,2	16,5	145,3	142,3	268	236
ICC-4093	97	81	37,6	33,4	2,1	1,9	10,3	10,9	105,0	98,4	13,6	15,3	133,4	128,4	252	230
ICC-4182	79	69	46,4	45,7	2,5	3,5	17,9	17,3	108,4	99,2	14,3	12,0	122,8	113,1	204	183
ICC-4363	102	-	50,3	-	2,3	-	8,5	-	86,3	-	19,5	-	139,5	-	190	-
ICC-440	82	72	38,2	35,8	2,3	2,8	11,6	10,9	131,5	119,2	14,5	11,5	103,2	90,1	236	202
ICC-4418	105	85	51,2	48,1	2,3	2,3	21,2	21,1	105,4	95,7	16,0	17,1	156,1	149,9	238	217
ICC-4463	89	79	48,1	45,5	2,5	2,7	15,4	15,8	108,4	100,2	15,8	14,0	136,8	131,2	250	245
ICC-4495	81	75	43,2	42,6	2,0	2,1	12,4	11,8	95,6	84,2	13,4	14,4	151,9	144,0	258	228
ICC-4533	81	74	35,1	34,6	2,2	2,3	11,8	11,7	124,8	111,4	15,7	15,4	137,4	126,7	291	263
ICC-456	102	88	34,6	31,9	2,2	2,2	11,4	11,7	95,3	95,0	24,9	28,9	276,2	272,4	222	231
ICC-4567	87	79	30,9	29,4	2,5	2,4	7,2	7,7	92,0	86,1	15,7	14,0	154,2	148,8	240	262
ICC-4593	109	82	42,1	42,6	2,9	2,7	15,0	14,0	120,4	106,6	13,4	13,3	121,3	104,1	246	210
ICC-4639	90	79	37,0	32,6	3,1	3,3	12,4	11,3	115,6	105,6	15,7	12,9	126,9	114,1	256	224
ICC-4657	108	82	43,0	40,8	3,4	3,7	11,4	11,4	95,4	85,2	10,9	11,6	117,6	106,3	183	174
ICC-4814	90	6	44,1	42,3	2,4	2,6	12,4	11,5	77,2	69,5	8,4	6,1	93,2	81,6	132	112
ICC-4841	96	66	38,0	36,1	1,9	1,7	16,2	14,9	69,8	76,0	17,5	22,5	263,8	256,3	196	182

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-4872	104	-	53,6	-	2,2	-	12,8	-	80,2	-	26,2	-	200,2	-	24	-
ICC-4918	91	65	33,7	30,9	2,3	2,2	8,8	9,2	110,9	112,1	29,3	33,7	278,4	272,7	287	282
ICC-4948	92	79	31,3	28,2	2,5	2,5	8,1	8,1	61,7	43,2	4,5	5,1	77,7	74,0	85	67
ICC-4973	89	76	38,6	35,8	2,8	2,8	12,1	11,6	80,3	72,3	15,3	14,1	179,3	182,3	219	221
ICC-4991	90	79	38,3	36,6	2,0	1,9	9,9	10,3	79,1	72,4	14,0	16,8	192,3	196,9	245	247
ICC-506	92	76	37,9	34,7	2,4	2,4	10,4	10,2	91,0	79,0	15,1	12,0	149,8	138,4	247	216
ICC-5135	105	82	32,5	31,8	2,5	2,4	11,5	11,8	106,1	98,3	10,8	12,0	110,5	99,6	190	187
ICC-5221	104	84	39,3	38,6	3,4	4,0	12,1	12,4	102,1	97,6	10,5	8,3	93,7	80,2	151	145
ICC-5337	107	84	54,7	51,1	2,9	3,0	19,4	18,8	124,5	128,3	33,2	39,0	273,2	275,3	120	122
ICC-5383	91	79	37,6	35,3	2,4	2,1	13,9	13,3	116,5	105,3	17,4	15,3	141,7	136,5	256	233
ICC-5434	105	82	37,4	35,0	2,7	2,8	10,6	11,0	89,7	81,6	16,0	14,3	168,2	164,4	261	255
ICC-5613	81	76	53,7	51,7	2,8	2,6	18,8	17,3	65,4	58,0	11,3	9,5	150,3	147,8	137	141
ICC-5639	85	79	36,4	34,1	2,1	1,9	13,8	13,0	103,2	96,6	10,8	11,9	113,8	100,8	206	198
ICC-5845	100	81	35,3	32,8	3,7	3,1	10,1	10,7	108,5	97,3	12,6	9,9	106,7	94,6	191	168
ICC-5878	105	83	35,9	33,9	2,4	2,6	8,9	9,4	59,5	51,0	9,4	12,1	169,0	187,7	125	114
ICC-5879	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-6263	107	79	48,1	45,3	3,0	2,5	11,5	12,5	74,1	81,2	12,7	18,3	178,6	212,5	156	140
ICC-6279	103	86	32,8	30,8	2,3	2,5	12,8	11,7	94,0	83,8	13,4	14,7	147,5	144,4	220	214
ICC-6293	102	84	45,3	46,5	3,7	3,0	14,3	13,6	182,6	169,0	11,4	8,5	57,7	45,3	175	143
ICC-6294	92	75	42,0	39,0	2,4	2,3	10,8	10,5	99,4	85,9	11,4	12,2	124,3	116,3	208	179
ICC-6306	113	82	49,5	41,6	2,3	3,2	11,4	10,4	86,3	88,6	18,5	19,5	168,9	189,5	234	269
ICC-637	103	85	38,5	35,9	2,6	2,0	9,5	9,8	160,1	130,0	9,3	9,3	57,8	51,9	132	110
ICC-6537	102	85	33,2	32,1	3,3	2,9	11,7	12,0	101,5	95,6	13,1	11,0	118,6	107,2	196	196
ICC-6571	92	76	35,4	33,2	2,6	2,7	12,1	12,5	71,4	64,0	13,3	15,7	203,8	206,6	263	244
ICC-6579	90	74	33,4	31,5	2,9	2,9	11,8	11,8	75,1	67,1	13,2	11,6	162,8	160,4	214	191
ICC-67	96	86	39,0	37,2	3,0	2,8	12,5	12,8	73,4	64,7	14,6	15,0	210,1	190,1	261	235
ICC-6802	103	84	41,7	39,7	2,8	2,6	9,8	9,8	152,7	143,6	16,4	15,7	112,5	111,9	225	255
ICC-6811	92	78	32,2	31,6	2,5	2,7	14,1	13,7	84,1	77,7	10,0	11,7	129,8	122,2	194	185
ICC-6816	92	76	42,0	43,1	2,6	2,7	15,3	16,1	89,9	77,8	15,3	12,8	159,8	153,7	243	225

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-6874	111	85	31,5	30,0	2,2	2,3	11,6	12,5	104,8	100,0	16,3	16,9	168,1	146,3	228	223
ICC-6875	91	79	42,3	38,6	2,9	3,3	10,8	11,3	139,6	120,8	15,9	12,2	106,4	93,5	248	218
ICC-6877	108	83	46,8	43,9	2,2	2,0	11,5	11,3	78,8	71,9	10,1	13,3	142,2	152,6	131	110
ICC-7052	81	69	47,6	47,3	3,1	3,9	17,6	17,9	138,5	131,7	18,3	14,7	125,5	104,3	273	240
ICC-708	102	75	33,5	30,8	2,4	2,7	11,2	11,7	62,2	83,2	7,8	15,0	128,5	140,6	108	99
ICC-7150	78	68	37,6	36,4	2,2	2,0	13,1	12,6	143,7	136,6	18,0	15,2	118,8	104,3	256	243
ICC-7184	89	72	33,6	31,1	2,9	2,8	9,5	9,8	87,5	79,4	7,4	9,1	94,9	89,0	147	136
ICC-7255	101	69	50,4	48,6	3,3	3,7	18,1	18,0	162,3	154,1	10,5	12,2	70,8	64,0	203	189
ICC-7272	88	81	38,7	36,4	2,5	2,5	12,0	12,6	71,4	63,6	23,4	21,9	322,0	320,2	60	38
ICC-7305	80	68	51,6	50,8	2,3	3,2	18,0	17,4	168,3	161,1	17,0	15,6	95,7	90,4	256	257
ICC-7308	106	-	49,3	-	1,5	-	15,3	-	98,4	-	12,5	-	115,6	-	49	-
ICC-7315	103	-	50,1	-	2,2	-	20,2	-	124,5	-	18,3	-	155,7	-	86	-
ICC-7323	106	-	46,7	-	3,1	-	14,7	-	120,2	-	14,2	-	126,3	-	68	-
ICC-7413	98	81	38,1	36,7	2,4	2,4	10,3	10,5	127,6	124,1	13,6	17,2	116,0	119,1	226	228
ICC-7441	100	84	35,9	32,8	2,9	2,6	12,0	12,2	95,2	88,5	14,6	11,3	135,5	116,3	216	194
ICC-7554	91	75	45,8	43,5	2,3	2,7	10,4	10,7	81,4	83,4	7,7	10,6	105,8	101,7	122	101
ICC-7571	91	74	42,6	37,9	3,1	3,1	17,2	16,8	55,3	58,9	14,5	16,4	240,2	250,2	172	175
ICC-762	108	82	35,1	35,2	3,2	2,8	10,1	10,7	120,2	106,9	8,5	8,3	80,9	59,1	145	124
ICC-7668	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-7819	90	75	39,2	36,1	2,6	2,8	11,2	11,8	80,3	94,0	19,0	29,4	253,9	274,3	287	250
ICC-7867	109	79	44,6	42,8	3,8	3,2	11,2	11,9	105,4	97,7	16,7	15,2	143,4	143,3	262	257
ICC-791	105	82	34,4	31,7	2,6	2,7	11,0	11,1	118,8	119,7	17,9	23,6	165,5	175,7	216	198
ICC-8151	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICC-8195	90	76	38,0	35,5	2,6	2,7	10,6	10,7	88,3	79,6	12,4	14,2	152,6	149,5	232	219
ICC-8200	105	85	33,8	34,4	1,6	2,2	9,7	10,6	119,0	112,5	12,1	9,5	85,8	75,0	199	180
ICC-8261	104	-	44,9	-	3,8	-	11,1	-	105,6	-	12,8	-	133,1	-	28	-
ICC-8318	101	82	43,2	41,1	2,8	2,7	11,9	12,2	99,9	96,8	24,6	29,2	262,7	270,1	277	266
ICC-8350	104	-	55,3	-	3,2	-	19,9	-	46,5	-	7,4	-	160,3	-	19	-
ICC-8384	98	83	36,3	32,6	2,2	2,0	9,7	10,2	98,4	97,9	14,5	15,6	166,5	140,5	235	220

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ICC-8515	83	69	44,6	41,3	2,4	2,4	19,7	17,9	134,4	135,5	37,7	37,3	269,9	259,4	162	213
ICC-8522	98	85	45,2	42,5	3,5	3,2	11,2	11,9	82,0	88,7	9,8	10,7	147,4	107,8	159	156
ICC-8621	83	76	33,9	31,5	2,4	2,4	10,5	9,8	103,0	94,1	17,9	15,9	165,8	158,3	258	263
ICC-867	101	89	33,1	31,8	2,4	2,6	9,2	9,6	97,4	90,7	16,8	18,9	178,3	177,0	268	250
ICC-8718	82	75	40,7	38,5	3,2	2,4	11,2	10,7	109,4	99,4	16,2	12,9	140,7	122,2	245	209
ICC-8740	90	79	47,9	45,9	2,7	2,7	15,8	15,8	104,3	97,8	18,0	21,1	186,5	179,7	267	259
ICC-8752	79	68	43,3	43,4	3,0	2,9	12,2	12,9	130,8	122,8	17,8	15,3	122,8	113,5	270	222
ICC-8855	80	69	46,6	40,0	3,0	3,0	11,4	11,1	131,6	124,1	14,4	16,1	117,9	110,7	261	226
ICC-8950	100	85	36,2	35,4	2,5	2,6	11,8	12,0	111,4	104,0	18,0	15,4	153,6	138,7	268	251
ICC-9002	100	87	36,7	33,3	2,2	2,7	11,2	10,6	130,6	122,7	12,0	13,3	93,4	86,8	197	197
ICC-9137	104	-	42,2	-	3,8	-	14,1	-	106,5	-	3,7	-	220,3	-	106	-
ICC-9402	109	88	54,2	50,1	3,6	3,1	22,4	22,8	113,9	106,4	16,0	18,5	150,5	150,4	218	197
ICC-9434	103	89	43,8	41,9	2,7	2,5	11,5	11,7	111,9	104,0	22,5	20,8	187,6	185,6	298	275
ICC-95	90	76	35,0	31,4	2,7	2,9	11,0	10,4	98,6	96,6	12,7	14,4	138,7	125,7	252	231
ICC-9586	96	79	42,8	40,7	2,4	2,6	22,8	13,1	115,3	103,8	15,7	16,4	146,7	138,0	256	268
ICC-9590	77	69	44,7	43,3	3,0	3,3	13,8	13,0	116,0	103,5	17,2	17,3	157,6	143,0	281	255
ICC-9636	90	80	41,8	41,5	2,8	2,7	11,5	12,4	113,1	103,5	17,6	16,2	141,6	144,5	221	211
ICC-9643	79	68	41,1	39,7	2,7	2,5	9,8	10,0	101,3	92,8	14,2	15,5	150,9	141,3	248	234
ICC-9712	80	68	44,5	36,3	3,2	3,6	12,8	12,4	164,0	158,2	13,8	10,9	71,3	60,2	218	194
ICC-9755	87	78	39,6	35,5	2,6	2,6	10,0	10,5	112,1	92,0	14,6	14,3	139,0	129,7	260	241
ICC-9848	104	93	41,1	38,9	2,8	2,7	10,3	10,8	100,2	92,0	24,2	22,1	228,9	223,0	259	260
ICC-9862	97	79	38,4	35,0	2,9	2,8	11,7	10,9	78,5	70,7	11,5	13,3	160,5	154,8	215	209
ICC-9872	87	76	42,9	40,0	2,3	2,2	12,3	12,1	122,4	114,6	18,4	17,7	138,2	141,4	247	271
ICC-9895	102	-	41,3	-	1,7	-	11,5	-	47,5	-	6,9	-	149,3	-	48	-
ICC-9942	91	75	34,9	31,8	2,4	2,7	10,7	11,7	98,0	95,3	11,4	12,6	122,0	107,4	219	201

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Сумма активных температур за вегетационный период образцов нута, 2018-2020 гг.

№ образца	Сорт, линия	Вегетационный период, суток				Сумма активных температур, °С			
		2018	2019	2020	Ср.	2018	2019	2020	Ср.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Икарда 1, st.	76	69	65	70	1397	1355	1383	1378
11	ICC-10945	77	72	70	73	1419	1426	1467	1437
16	ICC-11284	86	69	67	74	1560	1386	1413	1453
18	ICC-11498	77	75	67	73	1420	1488	1408	1439
22	ICC-1164	79	71	68	73	1454	1422	1427	1434
32	ICC-1205	78	74	69	74	1416	1485	1442	1448
35	ICC-1230	85	70	64	73	1560	1404	1366	1443
47	ICC-12928	77	72	69	73	1397	1422	1450	1423
51	ICC-13124	78	69	66	71	1435	1386	1399	1407
60	ICC-1356	88	63	63	71	1590	1238	1319	1382
63	ICC-13764	77	70	69	72	1417	1404	1456	1426
70	ICC-14077	79	72	67	73	1455	1426	1415	1432
73	ICC-1431	79	72	67	73	1453	1443	1415	1437
247	ICC-14799	75	71	68	71	1382	1408	1434	1408
81	ICC-1510	76	73	66	72	1401	1465	1393	1420
93	ICC-15618	79	71	68	73	1434	1406	1423	1421
111	ICC-1715	82	69	69	73	1506	1386	1453	1448
114	ICC-1923	81	70	70	74	1494	1404	1458	1452
116	ICC-2072	77	66	66	70	1420	1322	1398	1380
117	ICC-2210	76	68	62	69	1403	1345	1324	1357
118	ICC-2242	76	72	67	72	1397	1426	1408	1410
122	ICC-2507	77	72	69	73	1417	1443	1456	1439
136	ICC-3325	78	73	66	72	1441	1445	1398	1428
148	ICC-4182	76	68	66	70	1401	1368	1400	1390
150	ICC-440	80	71	68	73	1474	1422	1427	1441
197	ICC-4495	78	71	69	73	1435	1422	1456	1438
154	ICC-4533	77	70	70	72	1417	1404	1474	1432
174	ICC-5613	77	74	70	74	1417	1465	1467	1450
195	ICC-7052	80	71	66	72	1473	1422	1400	1432
153	ICC-7150	76	67	65	69	1403	1347	1383	1378
201	ICC-7305	78	71	67	72	1434	1422	1410	1422
221	ICC-8515	80	72	70	74	1473	1426	1467	1455
223	ICC-8621	82	71	68	74	1500	1408	1435	1448
225	ICC- 8718	81	70	68	73	1483	1404	1435	1441
227	ICC-8752	76	70	66	71	1403	1404	1399	1402
228	ICC-8855	76	71	68	72	1397	1408	1425	1410
236	ICC-9590	74	68	65	69	1363	1331	1351	1348
238	ICC-9643	76	71	66	71	1403	1408	1400	1404
239	ICC-9712	78	69	66	71	1441	1386	1400	1409
78	ICC-14669	88	67	63	73	1604	1311	1348	1421

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
272	Тассай	74	66	68	69	1370	1332	1435	1379
273	Луч	73	65	66	68	1342	1308	1400	1350
267	Лин-С93	77	70	67	71	1419	1408	1415	1414
274	Приво	80	72	69	74	1470	1433	1456	1453
276	Золотой юбилей	85	61	68	71	1556	1213	1435	1401
279	К-3500	81	71	69	74	1486	1429	1456	1457
282	ICC-1194	82	67	69	73	1499	1347	1456	1434
13	ICC-11121	88	76	74	79	1590	1508	1536	1545
29	ICC-11944	86	75	73	78	1513	1488	1522	1508
41	ICC-12654	83	76	76	78	1500	1508	1562	1523
43	ICC-12824	84	73	73	77	1545	1445	1519	1503
46	ICC-12916	85	75	74	78	1513	1488	1536	1512
128	ICC-283	81	76	76	78	1493	1508	1563	1521
152	ICC-4463	88	72	75	78	1590	1426	1549	1522
175	ICC-5639	80	76	74	77	1480	1508	1536	1508
243	ICC-9872	82	76	77	78	1508	1508	1578	1531
15	ICC-11279	95	75	74	81	1631	1505	1536	1557
40	ICC-12537	87	77	74	79	1590	1531	1535	1552
44	ICC-12851	88	75	72	78	1534	1495	1495	1508
52	ICC-13187	95	72	73	80	1646	1443	1523	1537
77	ICC-14778	83	77	75	78	1527	1531	1556	1538
79	ICC-14815	85	73	70	76	1551	1449	1459	1486
109	ICC-16915	90	76	73	80	1572	1513	1512	1532
113	ICC-1915	92	72	74	79	1610	1443	1537	1530
119	ICC-2263	91	76	74	80	1568	1524	1530	1541
158	ICC-4639	90	76	75	80	1604	1524	1549	1559
165	ICC-4973	87	78	75	80	1570	1549	1549	1556
20	ICC-1161	86	77	75	79	1576	1541	1550	1556
26	ICC-11879	83	77	79	80	1508	1541	1603	1551
33	ICC-12155	86	76	76	79	1576	1508	1563	1549
34	ICC-12299	90	77	75	81	1572	1541	1548	1554
36	ICC-12307	91	78	72	80	1565	1546	1505	1539
39	ICC-12492	88	74	77	80	1590	1485	1576	1550
42	ICC-12726	84	76	77	79	1544	1508	1578	1543
45	ICC-12886	85	78	76	80	1560	1546	1563	1556
53	ICC-13219	88	75	77	80	1590	1488	1575	1551
54	ICC-13283	91	76	73	80	1600	1508	1519	1542
55	ICC-13357	85	74	77	79	1542	1485	1578	1535
59	ICC-13524	90	73	77	80	1604	1465	1575	1548
61	ICC-13599	89	75	76	80	1590	1488	1563	1547
65	ICC-13863	89	74	77	80	1604	1485	1575	1555
66	ICC-1392	84	76	77	79	1545	1524	1576	1548
69	ICC-14051	90	76	75	80	1590	1508	1549	1549
71	ICC-14098	82	77	78	79	1508	1527	1595	1543
72	ICC-14199	85	76	79	80	1551	1524	1604	1560
74	ICC-14402	84	78	76	79	1527	1549	1583	1553
76	К-1610	85	75	80	80	1551	1505	1623	1560

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
82	ICC-15248	92	74	76	81	1620	1485	1564	1556
83	ICC-15294	90	75	76	80	1604	1505	1563	1557
85	ICC-15435	92	75	76	81	1610	1505	1562	1559
90	ICC-15610	85	78	77	80	1551	1549	1578	1559
91	ICC-15612	94	76	73	81	1634	1524	1508	1555
92	ICC-15614	90	74	72	79	1604	1485	1496	1528
95	ICC-15762	91	74	78	81	1600	1485	1590	1558
96	ICC-15785	86	76	76	79	1551	1524	1562	1546
98	ICC-15868	87	76	77	80	1590	1508	1578	1559
99	ICC-15888	91	74	72	79	1604	1485	1501	1530
100	ICC-15996	92	77	74	81	1596	1541	1530	1556
101	ICC-16207	89	76	76	80	1590	1508	1562	1553
105	ICC-16524	86	76	77	80	1551	1524	1576	1550
108	ICC-16903	93	75	75	81	1607	1488	1548	1548
110	ICC-1710	91	76	74	80	1620	1513	1533	1555
123	ICC-2580	99	74	72	82	1666	1485	1496	1549
124	ICC-2593	80	75	77	77	1474	1505	1575	1518
125	ICC-2629	88	76	79	81	1551	1524	1604	1560
127	ICC-2737	100	75	71	82	1683	1488	1483	1551
131	ICC-2969	86	77	78	80	1551	1528	1590	1556
132	ICC-2990	83	75	77	78	1527	1488	1578	1531
133	ICC-3218	85	76	76	79	1551	1524	1562	1546
140	ICC-3421	91	74	75	80	1604	1485	1549	1546
141	ICC-3512	94	74	75	81	1634	1485	1550	1556
144	ICC-3761	86	75	80	80	1551	1505	1623	1560
145	ICC-3776	84	75	73	77	1545	1495	1515	1518
156	ICC-4567	85	77	74	79	1551	1541	1536	1543
160	ICC-4814	90	75	75	80	1572	1505	1548	1542
163	ICC-4918	82	77	77	79	1506	1541	1576	1541
164	ICC-4948	92	75	76	81	1596	1488	1564	1549
166	ICC-4991	87	77	77	80	1523	1541	1572	1545
167	ICC-506	93	75	76	81	1622	1488	1563	1558
171	ICC-5383	90	75	77	81	1558	1505	1572	1545
245	ICC-9942	91	76	76	81	1575	1524	1562	1554
267	Лин С 87	93	75	76	81	1622	1496	1562	1560
269	Дуэт Азии	85	77	73	78	1551	1528	1508	1529
272	Камила	92	76	75	81	1610	1516	1548	1558
275	Краснокутский 36	93	73	78	81	1625	1465	1589	1560
279	Линия С-29	90	75	75	80	1590	1496	1548	1545
280	К-272	87	74	75	79	1571	1476	1549	1532
1	ICC-10018	93	77	75	82	1593	1531	1551	1558
2	ICC-10341	92	74	75	80	1596	1485	1548	1543
4	ICC-10399	90	77	75	81	1590	1531	1556	1559
7	ICC-10685	88	74	75	79	1534	1485	1544	1521
8	ICC-10755	90	77	75	81	1572	1541	1548	1554
9	ICC-1083	95	76	73	81	1604	1524	1518	1549
14	ICC-11198	87	75	76	79	1551	1495	1568	1538

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
182	ICC-6294	93	72	76	80	1620	1443	1564	1542
186	ICC-6571	92	73	76	80	1620	1465	1564	1550
187	ICC-6579	89	73	76	79	1561	1445	1568	1525
190	ICC-6811	95	76	74	82	1604	1524	1530	1553
191	ICC-6816	91	75	78	81	1584	1505	1590	1560
193	ICC-6875	92	75	75	81	1604	1488	1549	1547
198	ICC-7184	88	75	75	79	1534	1505	1544	1528
199	ICC-7255	86	77	75	79	1575	1531	1556	1554
207	ICC-7554	91	76	76	81	1565	1524	1550	1546
208	ICC-7571	92	75	75	81	1610	1505	1550	1555
211	ICC-7819	89	76	76	80	1570	1508	1562	1547
215	ICC-8195	91	76	74	80	1604	1524	1536	1555
226	ICC-8740	90	74	75	80	1572	1485	1548	1535
234	ICC-95	88	77	77	81	1551	1528	1576	1552
237	ICC-9636	85	74	79	79	1560	1485	1603	1549
240	ICC-9755	83	80	76	80	1513	1592	1574	1560
242	ICC-9862	82	77	97	85	1510	1531	1505	1515
130	ICC-2919	91	79	80	83	1600	1587	1619	1602
262	К-1285	98	79	83	87	1676	1564	1675	1638
263	Кабули	96	83	79	86	1657	1658	1604	1640
246	К-2389	95	85	78	86	1646	1698	1578	1641
28	ICC-1194	98	84	77	86	1672	1688	1575	1645
235	ICC-9586	93	82	83	86	1622	1652	1675	1650
266	Линия С-303	93	81	86	87	1607	1635	1731	1658
126	ICC-2720	89	86	85	87	1546	1712	1735	1664

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Полевая всхожесть, коэффициент адаптации и сохранность мировой коллекции нута, 2018-2020 гг.

Сорт	Происхождение	Число всходов, шт/м ²			Число растений к уборке, шт/м ²			Всхожесть, %			Коэффициент адаптации, %				Сохранность, %			
		2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	Ст. откл.	2018	2019	2020	Ст. откл.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Икарда 1, st.	Казахстан	20	15	19	18	12	14	79,6	58,4	74,8	71,6	46,4	54,8	12,8	89,9	79,5	73,3	8,4
Юбилейный, st.	Россия	11	13	17	10	9	15	44,4	53,6	68,0	40,0	36,0	60,0	12,9	90,1	67,2	88,2	12,7
Краснокут. 123, st.	Россия	12	13	25	11	9	19	48,0	52,0	100,0	44,0	36,0	76,0	21,2	91,7	69,2	76,0	11,5
ИСС-10018	Индия	23	20	24	20	16	19	90,0	79,2	94,0	78,0	62,8	74,0	7,9	86,7	79,3	78,7	4,4
ИСС-10341	Турция	19	22	19	18	13	17	77,6	86,8	74,0	72,0	50,4	68,0	11,5	92,8	58,1	91,9	19,8
ИСС-10393	Индия	21	19	20	20	14	15	82,4	74,0	79,6	78,4	54,0	59,6	12,8	95,1	73,0	74,9	12,3
ИСС-10399	Индия	22	22	23	20	18	17	88,0	86,4	91,2	79,2	70,4	67,6	6,1	90,0	81,5	74,1	7,9
ИСС-1052	Пакистан	20	18	19	13	15	18	78,8	71,6	75,2	50,8	59,6	71,2	10,2	64,5	83,2	94,7	15,3
ИСС-10673	Турция	20	23	23	16	19	15	78,4	90,4	90,8	62,4	74,4	58,8	8,2	79,6	82,3	64,8	9,4
ИСС-10685	Турция	20	22	24	17	18	16	79,6	89,6	95,2	66,8	72,0	63,2	4,4	83,9	80,4	66,4	9,3
ИСС-10755	Турция	19	16	19	12	11	15	74,4	62,0	74,4	48,0	42,0	58,4	8,3	64,5	67,7	78,5	7,3
ИСС-1083	Иран	24	18	23	7	9	12	94,0	73,6	90,0	28,0	36,0	48,0	10,1	29,8	48,9	53,3	12,5
ИСС-10945	Индия	23	23	25	14	15	17	91,2	90,0	98,4	55,2	58,0	66,4	5,8	60,5	64,4	67,5	3,5
ИСС-1098	Иран	23	24	23	20	19	18	90,0	94,0	90,4	78,0	74,0	70,4	3,8	86,7	78,7	77,9	4,8
ИСС-11121	Индия	23	20	25	19	18	19	90,8	78,8	98,0	75,6	71,2	74,0	2,2	83,3	90,4	75,5	7,4
ИСС-11198	Индия	20	22	18	13	17	17	81,6	87,2	70,0	52,0	67,2	66,0	8,5	63,7	77,1	94,3	15,3
ИСС-11279	Пакистан	19	22	17	15	16	16	75,6	86,4	66,4	59,2	62,4	62,4	1,8	78,3	72,2	94,0	11,2
ИСС-11284	СССР	18	16	19	16	12	15	70,8	62,8	74,0	62,8	46,8	58,0	8,2	88,7	74,5	78,4	7,3
ИСС-11498	Индия	21	24	24	15	13	18	82,4	94,4	95,6	58,4	50,4	71,6	10,7	70,9	53,4	74,9	11,4

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ИСС-11584	Индия	24	22	24	17	16	18	95,6	86,4	95,6	67,6	62,4	71,6	4,6	70,7	72,2	74,9	2,1
ИСС-1161	Пакистан	16	16	18	14	12	14	62,0	63,2	70,4	54,0	47,2	54,4	4,0	87,1	74,7	77,3	6,5
ИСС-11627	Индия	24	22	25	17	15	17	95,2	86,0	99,2	67,2	58,0	67,2	5,3	70,6	67,4	67,7	1,7
ИСС-1164	Нигерия	19	12	17	17	9	14	74,0	46,8	67,2	66,0	34,8	55,2	15,8	89,2	74,4	82,1	7,4
ИСС-11664	Индия	22	24	25	20	13	18	86,8	94,4	98,8	78,8	50,4	70,8	14,6	90,8	53,4	71,7	18,7
ИСС-1180	Индия	20	21	22	15	14	18	78,4	82,0	86,4	58,4	54,0	70,4	8,5	74,5	65,9	81,5	7,8
ИСС-11879	Турция	22	22	24	11	12	15	86,0	87,2	94,4	44,0	48,0	60,0	8,3	51,2	55,0	63,6	6,3
ИСС-11903	Германия	15	20	18	10	18	16	58,0	79,6	70,0	40,0	71,6	62,0	16,2	69,0	89,9	88,6	11,7
ИСС-1194	Индия	9	7	8	6	4	8	34,0	28,0	31,6	22,0	14,8	31,6	8,4	64,7	52,9	100,0	24,5
ИСС-11944	Непал	23	21	23	19	16	19	90,8	82,0	91,6	74,0	62,0	75,2	7,3	81,5	75,6	82,1	3,6
ИСС-12028	Мексика	11	9	10	9	7	8	42,0	34,8	38,0	34,0	26,8	30,0	3,6	81,0	77,0	78,9	2,0
ИСС-1205	Индия	23	22	24	7	8	10	90,8	86,4	94,8	29,2	32,0	40,0	5,6	32,2	37,0	42,2	5,0
ИСС-12155	Бангладеш	22	23	23	18	19	19	87,6	90,8	90,0	71,6	74,8	74,0	1,7	81,7	82,4	82,2	0,3
ИСС-12299	Непал	19	22	20	16	16	17	75,2	86,0	79,6	63,2	62,4	67,6	2,8	84,0	72,6	84,9	6,9
ИСС-1230	Индия	22	23	20	13	18	16	86,4	90,0	78,4	50,4	70,0	62,4	9,9	58,3	77,8	79,6	11,8
ИСС-12307	Мьянма	20	18	23	18	13	19	79,6	70,8	90,0	71,2	50,8	74,4	12,8	89,4	71,8	82,7	8,9
ИСС-12492	Индия	19	12	16	16	9	13	75,2	46,0	62,0	62,4	34,0	50,0	14,2	83,0	73,9	80,6	4,7
ИСС-12537	Эфиопия	20	23	21	17	18	18	79,2	90,0	82,0	66,4	70,0	70,0	2,1	83,8	77,8	85,4	4,0
ИСС-12654	Эфиопия	19	21	24	16	18	18	74,4	82,8	95,2	62,4	71,2	71,6	5,2	83,9	86,0	75,2	5,7
ИСС-12726	Эфиопия	22	20	23	18	17	19	86,8	81,6	91,2	70,0	68,0	75,2	3,7	80,6	83,3	82,5	1,4
ИСС-12824	Эфиопия	22	23	20	16	19	19	87,2	90,4	78,8	62,4	74,0	74,4	6,8	71,6	81,9	94,4	11,4
ИСС-12851	Эфиопия	20	22	23	17	18	19	78,0	89,6	91,2	66,0	72,0	75,2	4,7	84,6	80,4	82,5	2,1
ИСС-12886	Эфиопия	20	19	21	16	18	15	78,8	75,6	83,2	62,8	71,2	59,2	6,2	79,7	94,2	71,2	11,6
ИСС-12916	Индия	23	21	23	21	18	19	90,8	82,0	90,8	82,8	72,0	74,8	5,6	91,2	87,8	82,4	4,4
ИСС-12928	Индия	22	21	22	15	14	16	86,8	83,6	89,6	58,8	55,6	62,8	3,6	67,7	66,5	70,1	1,8
ИСС-12947	Индия	23	22	24	6	8	15	91,6	86,4	95,6	24,0	32,0	59,6	18,7	26,2	37,0	62,3	18,5
ИСС-13124	Индия	23	22	24	15	14	18	90,4	87,2	94,4	58,4	55,2	70,4	8,0	64,6	63,3	74,6	6,2

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ISS-13187	Иран	23	22	24	3	4	5	90,8	87,6	94,8	12,0	16,0	20,0	4,0	13,2	18,3	21,1	4,0
ISS-13219	Иран	22	19	22	15	17	20	86,8	74,4	86,8	58,0	66,4	78,8	10,5	66,8	89,2	90,8	13,4
ISS-13283	Иран	20	10	17	9	7	8	78,4	41,6	66,0	36,0	29,6	32,0	3,2	45,9	71,2	48,5	13,9
ISS-13357	Иран	21	18	19	18	11	16	84,0	71,6	74,4	72,0	44,0	62,4	14,2	85,7	61,5	83,9	13,5
ISS-13441	Иран	16	12	16	14	9	13	63,2	46,8	63,2	55,2	34,8	51,2	10,8	87,3	74,4	81,0	6,5
ISS-13524	Иран	22	21	23	18	17	19	86,0	82,8	91,2	70,0	66,8	75,2	4,2	81,4	80,7	82,5	0,9
ISS-1356	Армения	22	17	18	20	16	15	86,0	66,8	70,0	78,0	62,8	58,0	10,4	90,7	94,0	82,9	5,7
ISS-13599	Иран	23	21	20	15	16	18	90,0	82,4	79,2	60,0	62,4	71,2	5,9	66,7	75,7	89,9	11,7
ISS-13628	Иран	24	21	22	20	15	16	94,8	82,4	86,4	78,8	58,4	62,4	10,8	83,1	70,9	72,2	6,7
ISS-13764	Иран	20	19	20	14	13	15	79,6	74,4	80,8	56,0	52,0	59,6	3,8	70,4	69,9	73,8	2,1
ISS-13863	Эфиопия	24	18	23	19	15	18	96,0	70,0	90,4	75,2	58,0	70,4	8,9	78,3	82,9	77,9	2,8
ISS-1392	Индия	22	21	24	18	17	19	87,6	82,0	94,0	70,8	66,0	74,0	4,0	80,8	80,5	78,7	1,1
ISS-1398	Индия	24	21	24	21	17	20	94,4	82,0	95,6	82,4	66,0	79,6	8,8	87,3	80,5	83,3	3,4
ISS-14051	Эфиопия	19	25	24	17	18	21	74,8	99,6	94,0	66,4	71,2	82,0	8,0	88,8	71,5	87,2	9,6
ISS-14077	Эфиопия	23	21	20	16	14	12	91,2	82,8	78,4	63,2	54,8	46,4	8,4	69,3	66,2	59,2	5,2
ISS-14098	Эфиопия	23	20	23	16	17	19	90,4	79,2	90,0	62,4	66,8	74,0	5,9	69,0	84,3	82,2	8,3
ISS-14199	Мексика	17	15	13	5	5	6	66,0	58,8	50,0	20,0	20,0	24,0	2,3	30,3	34,0	48,0	9,3
ISS-1431	Индия	23	21	21	14	13	14	90,8	84,0	82,0	56,0	50,4	54,0	2,8	61,7	60,0	65,9	3,0
ISS-14402	Индия	21	22	24	16	17	21	84,0	86,8	95,6	63,6	66,4	83,6	10,8	75,7	76,5	87,4	6,6
ISS-14595	Индия	13	17	20	7	10	12	50,8	67,6	78,4	28,8	40,0	48,0	9,6	56,7	59,2	61,2	2,3
ISS-14669	Индия	24	12	14	20	3	8	94,0	46,8	54,0	78,0	10,8	30,0	34,6	83,0	23,1	55,6	30,0
ISS-14778	Индия	22	23	18	18	17	15	86,8	90,4	70,4	70,8	66,4	58,4	6,3	81,6	73,5	83,0	5,1
ISS-14799	Индия	21	23	24	16	15	17	82,4	90,0	95,6	62,4	58,0	67,6	4,8	75,7	64,4	70,7	5,7
ISS-14815	Индия	11	12	14	8	10	12	42,0	46,0	54,0	32,0	38,0	46,0	7,0	76,2	82,6	85,2	4,6
ISS-1510	Индия	22	24	23	17	14	13	86,8	95,6	93,2	66,8	55,6	50,8	8,2	77,0	58,2	54,5	12,0
ISS-15248	Иран	21	19	22	7	9	8	82,4	74,0	86,0	28,0	36,0	32,0	4,0	34,0	48,6	37,2	7,7
ISS-15294	Иран	22	17	21	13	11	18	86,8	66,4	82,4	52,0	44,0	70,0	13,3	59,9	66,3	85,0	13,0

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ISS-15406	Морокко	18	10	16	7	6	5	70,4	39,2	62,4	28,8	24,0	20,0	4,4	40,9	61,2	32,1	15,0
ISS-15435	Морокко	22	19	15	6	5	6	86,0	75,6	58,4	24,0	20,0	24,0	2,3	27,9	26,5	41,1	8,1
ISS-15510	Морокко	21	22	20	14	18	17	82,0	86,8	78,0	54,0	70,8	66,0	8,7	65,9	81,6	84,6	10,1
ISS-15518	Морокко	15	8	12	5	5	6	59,6	30,4	47,6	21,6	18,4	24,0	2,8	36,2	60,5	50,4	12,2
ISS-15567	Индия	23	24	24	18	15	16	91,2	94,8	95,2	71,2	58,8	63,2	6,3	78,1	62,0	66,4	8,3
ISS-15606	Индия	23	22	20	17	16	18	90,8	86,4	78,4	66,8	62,4	70,4	4,0	73,6	72,2	89,8	9,8
ISS-15610	Индия	20	18	20	17	12	18	78,0	70,8	81,6	66,0	46,8	70,0	12,4	84,6	66,1	85,8	11,0
ISS-15612	Танзания	23	22	23	19	16	21	90,0	86,8	91,2	76,0	62,4	83,6	10,7	84,4	71,9	91,7	10,0
ISS-15614	Танзания	21	24	22	18	16	20	84,0	94,4	87,6	71,6	62,4	79,6	8,6	85,2	66,1	90,9	13,0
ISS-15618	Индия	23	23	22	16	15	15	90,4	91,6	86,4	62,4	58,4	58,4	2,3	69,0	63,8	67,6	2,7
ISS-15697	Сирия	20	12	18	10	9	9	78,4	46,0	71,6	40,0	36,4	36,0	2,2	51,0	79,1	50,3	16,4
ISS-15762	Сирия	21	19	16	9	11	10	83,6	75,2	62,4	36,0	44,0	40,0	4,0	43,1	58,5	64,1	10,9
ISS-15785	Сирия	22	21	22	19	17	18	87,2	82,0	89,6	74,4	66,4	70,0	4,0	85,3	81,0	78,1	3,6
ISS-15868	Индия	19	23	22	16	17	19	74,4	90,0	87,6	62,4	66,0	75,2	6,6	83,9	73,3	85,8	6,7
ISS-15888	Индия	21	15	20	17	13	16	83,2	59,2	78,8	66,4	51,6	62,8	7,7	79,8	87,2	79,7	4,3
ISS-15996	Сирия	21	22	23	17	18	16	82,8	86,0	90,4	66,0	70,0	62,8	3,6	79,7	81,4	69,5	6,5
ISS-16207	Мьянма	20	23	21	18	16	19	81,6	90,0	82,4	72,0	64,0	74,4	5,4	88,2	71,1	90,3	10,5
ISS-16261	Малави	20	23	23	18	16	14	78,4	90,4	91,6	70,4	62,4	55,6	7,4	89,8	69,0	60,7	15,0
ISS-16269	Малави	17	25	23	13	19	18	66,0	98,8	91,2	50,0	74,8	71,2	13,4	75,8	75,7	78,1	1,3
ISS-16374	Малави	19	23	24	16	15	18	74,8	90,4	94,8	62,8	58,4	70,8	6,3	84,0	64,6	74,7	9,7
ISS-16524	Пакистан	22	21	20	14	15	19	87,2	83,2	78,0	55,6	59,2	76,0	10,9	63,8	71,2	97,4	17,7
ISS-16903	Индия	21	22	23	18	17	13	82,8	87,6	92,0	70,8	67,6	51,6	10,3	85,5	77,2	56,1	15,2
ISS-16915	Индия	24	22	24	15	17	21	95,6	88,0	96,0	59,6	67,6	83,6	12,2	62,3	76,8	87,1	12,4
ISS-1710	Индия	21	21	24	20	19	18	82,0	82,8	95,2	78,0	74,8	71,2	3,4	95,1	90,3	74,8	10,6
ISS-1715	Индия	23	22	23	14	15	12	90,0	86,0	93,2	54,0	58,0	46,0	6,1	60,0	67,4	49,4	9,1
ISS-1882	Индия	20	25	22	17	16	18	78,4	98,0	86,4	66,4	62,0	70,4	4,2	84,7	63,3	81,5	11,6
ISS-1915	Индия	13	24	21	12	18	16	50,8	94,4	83,6	46,0	70,4	63,2	12,5	90,6	74,6	75,6	8,9

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ИСС-1923	Индия	22	23	24	15	12	13	87,6	91,6	94,0	59,6	47,6	51,6	6,1	68,0	52,0	54,9	8,6
ИСС-2065	Индия	21	23	20	18	17	16	82,8	91,6	78,8	70,8	67,6	62,8	4,0	85,5	73,8	79,7	5,9
ИСС-2072	Индия	23	23	25	15	13	14	90,4	90,8	99,6	58,4	50,8	55,6	3,8	64,6	55,9	55,8	5,0
ИСС-2210	Алжир	22	23	23	17	15	17	86,0	90,4	92,0	66,0	58,4	67,2	4,8	76,7	64,6	73,0	6,2
ИСС-2242	Индия	23	21	22	15	17	16	91,6	83,6	86,8	59,6	66,0	62,8	3,2	65,1	78,9	72,4	6,9
ИСС-2263	Иран	19	24	23	17	18	19	74,4	94,8	91,6	66,4	70,8	75,6	4,6	89,2	74,7	82,5	7,3
ИСС-2507	Иран	22	23	23	12	16	14	86,8	91,6	93,2	46,8	63,6	54,4	8,4	53,9	69,4	58,4	8,0
ИСС-2580	Иран	16	22	18	8	21	17	64,0	86,0	70,8	31,2	82,0	66,8	26,1	48,8	95,3	94,4	26,6
ИСС-2593	Иран	20	17	21	18	16	19	79,6	69,6	82,0	72,0	64,0	74,4	5,4	90,5	92,0	90,7	0,8
ИСС-2629	Иран	20	17	21	16	15	14	78,4	67,6	85,6	62,4	59,6	54,0	4,3	79,6	88,2	63,1	12,7
ИСС-2720	Иран	20	23	23	19	14	17	78,4	91,2	90,4	74,4	55,2	66,4	9,6	94,9	60,5	73,5	17,4
ИСС-2737	Иран	21	22	23	17	17	18	82,8	86,8	90,0	66,0	66,8	70,0	2,1	79,7	77,0	77,8	1,4
ИСС-283	Индия	19	18	18	16	15	14	74,8	71,6	70,8	62,8	59,6	54,8	4,0	84,0	83,2	77,4	3,6
ИСС-2884	Иран	22	22	19	18	16	16	86,0	86,8	74,0	70,0	62,8	62,0	4,4	81,4	72,4	83,8	6,0
ИСС-2919	Иран	22	24	25	19	22	18	87,6	94,4	99,6	76,0	88,0	71,6	8,5	86,8	93,2	71,9	10,9
ИСС-2969	Иран	18	24	22	15	19	20	73,6	94,8	86,0	60,0	74,4	78,0	9,5	81,5	78,5	90,7	6,4
ИСС-2990	Иран	21	22	20	17	18	17	84,0	86,8	79,6	68,0	70,8	67,6	1,7	81,0	81,6	84,9	2,1
ИСС-3218	Иран	20	22	23	19	20	19	78,8	89,6	90,8	75,2	80,0	74,8	2,9	95,4	89,3	82,4	6,5
ИСС-3230	Иран	23	23	22	18	15	16	91,2	90,8	86,4	71,2	58,8	62,4	6,4	78,1	64,8	72,2	6,7
ИСС-3239	Иран	24	22	24	18	12	17	94,8	86,4	94,0	70,8	46,4	66,0	12,9	74,7	53,7	70,2	11,1
ИСС-3325	Кипр	19	22	22	16	16	17	74,4	87,6	86,8	62,4	63,6	66,8	2,3	83,9	72,6	77,0	5,7
ИСС-3362	Иран	20	23	21	13	17	19	78,4	90,0	83,6	50,4	66,0	75,6	12,7	64,3	73,3	90,4	13,3
ИСС-3391	Иран	20	18	22	16	15	16	78,8	71,6	86,8	62,8	59,6	62,8	1,8	79,7	83,2	72,4	5,6
ИСС-3421	Израиль	20	14	18	16	11	14	79,2	54,8	70,4	64,0	44,0	54,4	10,0	80,8	80,3	77,3	1,9
ИСС-3512	Иран	16	17	19	15	13	15	62,0	69,6	75,2	58,0	52,0	59,2	3,9	93,5	74,7	78,7	9,9
ИСС-3582	Иран	16	13	15	12	9	11	62,4	50,4	58,4	46,4	34,4	42,4	6,1	74,4	68,3	72,6	3,1
ИСС-3631	Иран	21	24	24	17	16	17	82,0	94,0	94,0	66,0	62,0	66,0	2,3	80,5	66,0	70,2	7,5

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ISS-3761	Иран	22	21	23	18	17	16	86,4	83,2	90,0	72,0	67,2	62,4	4,8	83,3	80,8	69,3	7,5
ISS-3776	Иран	24	22	22	8	9	7	94,4	86,8	89,6	32,0	36,0	28,0	4,0	33,9	41,5	31,3	5,3
ISS-3946	Иран	20	21	20	14	13	15	79,6	83,6	79,6	55,6	51,6	59,6	4,0	69,8	61,7	74,9	6,6
ISS-4093	Иран	23	20	23	18	15	16	90,4	78,8	91,6	70,4	58,8	63,6	5,8	77,9	74,6	69,4	4,3
ISS-4182	Иран	23	21	24	16	14	15	90,0	83,2	94,4	62,0	55,2	58,4	3,4	68,9	66,3	61,9	3,6
ISS-440	Индия	22	23	23	19	16	12	87,6	90,8	90,4	75,6	62,8	46,0	14,8	86,3	69,2	50,9	17,7
ISS-4418	Иран	22	23	24	14	13	15	86,0	90,4	95,2	54,0	50,4	59,2	4,4	62,8	55,8	62,2	3,9
ISS-4463	Иран	21	22	23	18	17	19	82,0	86,8	90,0	70,0	66,8	74,0	3,6	85,4	77,0	82,2	4,2
ISS-4495	Турция	24	20	24	21	16	12	95,6	78,4	95,6	83,6	62,4	47,6	18,1	87,4	79,6	49,8	19,9
ISS-4533	Индия	21	24	24	16	15	18	83,2	94,8	94,4	63,2	58,8	70,4	5,9	76,0	62,0	74,6	7,7
ISS-456	Индия	23	22	24	7	8	10	91,6	86,0	94,8	26,8	32,4	40,0	6,6	29,3	37,7	42,2	6,6
ISS-4567	Индия	21	23	24	15	20	19	82,4	90,4	95,2	60,0	78,4	75,2	9,8	72,8	86,7	79,0	7,0
ISS-4593	Индия	22	23	24	18	17	16	86,4	91,6	94,8	70,4	67,6	62,8	3,8	81,5	73,8	66,2	7,6
ISS-4639	Индия	21	19	22	17	16	18	83,2	77,6	86,4	67,2	64,0	70,4	3,2	80,8	82,5	81,5	0,9
ISS-4657	Индия	25	21	24	14	18	19	98,8	83,6	94,4	54,8	71,6	74,4	10,6	55,5	85,6	78,8	15,8
ISS-4814	Иран	22	22	23	19	16	20	87,2	86,0	91,2	75,2	62,0	79,2	9,0	86,2	72,1	86,8	8,3
ISS-4841	Морокко	17	9	15	14	7	12	66,0	35,2	58,4	54,0	27,2	46,4	13,8	81,8	77,3	79,5	2,3
ISS-4918	Индия	23	20	25	19	17	18	91,6	78,4	98,8	74,8	66,8	70,8	4,0	81,7	85,2	71,7	7,0
ISS-4948	Индия	20	23	23	17	18	19	78,4	90,0	90,0	66,4	70,0	74,0	3,8	84,7	77,8	82,2	3,5
ISS-4973	Индия	20	18	15	17	15	12	78,8	71,6	58,4	66,8	59,6	46,4	10,3	84,8	83,2	79,5	2,7
ISS-4991	Индия	22	21	19	18	15	17	86,8	82,4	74,0	70,4	58,4	66,0	6,1	81,1	70,9	89,2	9,2
ISS-506	Индия	21	22	23	18	17	19	83,2	88,0	92,0	71,2	68,0	76,0	4,0	85,6	77,3	82,6	4,2
ISS-5135	Индия	23	22	21	16	18	17	91,6	86,8	82,0	63,6	70,8	66,0	3,7	69,4	81,6	80,5	6,7
ISS-5221	Индия	21	23	24	18	17	16	83,6	90,4	95,6	71,6	66,4	63,6	4,1	85,6	73,5	66,5	9,7
ISS-5337	Индия	18	14	13	3	3	4	71,2	54,8	50,4	13,2	12,4	16,0	1,9	18,5	22,6	31,7	6,8
ISS-5383	Индия	22	19	18	16	14	16	86,0	74,4	71,2	62,4	54,4	63,2	4,9	72,6	73,1	88,8	9,2
ISS-5434	Индия	11	10	12	10	8	8	42,8	38,4	46,0	38,8	30,4	30,0	5,0	90,7	79,2	65,2	12,7

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ISS-5613	Индия	18	24	24	13	15	16	71,6	94,4	94,0	50,8	58,4	62,0	5,7	70,9	61,9	66,0	4,6
ISS-5639	Индия	20	23	23	17	19	19	81,6	90,4	93,6	68,0	74,4	76,0	4,2	83,3	82,3	81,2	1,1
ISS-5845	Индия	23	23	25	18	16	16	91,6	91,6	98,0	71,6	63,6	62,0	5,1	78,2	69,4	63,3	7,5
ISS-5878	Индия	21	11	18	17	9	14	82,4	43,2	71,6	66,4	35,2	55,6	15,8	80,6	81,5	77,7	2,0
ISS-6263	СССР	18	9	15	17	5	14	70,0	34,8	59,2	66,0	18,8	55,2	24,7	94,3	54,0	93,2	23,0
ISS-6279	Индия	23	22	23	17	16	16	91,6	86,4	90,8	67,6	62,4	62,8	2,9	73,8	72,2	69,2	2,4
ISS-6293	Италия	20	22	20	18	15	16	79,2	86,0	78,4	71,2	58,0	62,4	6,7	89,9	67,4	79,6	11,2
ISS-6294	Иран	23	20	18	19	15	16	90,4	79,6	70,4	74,8	59,6	62,4	8,1	82,7	74,9	88,6	6,9
ISS-6306	СССР	22	23	24	15	18	18	86,8	91,6	94,0	58,8	71,6	70,0	7,0	67,7	78,2	74,5	5,3
ISS-637	Индия	23	19	18	15	14	12	90,4	75,2	70,4	58,4	55,2	46,4	6,2	64,6	73,4	65,9	4,7
ISS-6537	Иран	20	22	23	15	18	18	78,0	86,8	90,0	58,0	70,8	70,0	7,2	74,4	81,6	77,8	3,6
ISS-6571	Иран	22	20	23	21	15	19	89,6	78,4	90,0	84,0	58,4	76,0	13,1	93,8	74,5	84,4	9,6
ISS-6579	Иран	23	21	21	20	14	19	92,0	82,4	83,6	80,0	54,8	75,6	13,5	87,0	66,5	90,4	12,9
ISS-67	Индия	18	21	17	16	17	12	71,6	82,4	67,6	63,6	66,4	47,6	10,1	88,8	80,6	70,4	9,2
ISS-6802	Иран	21	22	19	12	14	13	83,2	86,0	75,2	47,2	54,0	51,2	3,4	56,7	62,8	68,1	5,7
ISS-6811	Иран	23	22	24	18	17	19	91,2	87,2	95,6	71,6	66,8	75,2	4,2	78,5	76,6	78,7	1,1
ISS-6816	Иран	22	21	18	18	17	15	87,2	82,0	70,4	70,4	66,0	58,4	6,1	80,7	80,5	83,0	1,4
ISS-6874	Иран	19	16	18	14	15	13	74,8	62,4	70,4	54,8	58,4	50,4	4,0	73,3	93,6	71,6	12,2
ISS-6875	Иран	20	21	23	16	18	18	78,0	85,6	91,2	62,0	72,0	71,2	5,6	79,5	84,1	78,1	3,2
ISS-6877	Иран	21	12	14	17	7	11	82,4	46,0	55,6	66,4	26,0	43,6	20,3	80,6	56,5	78,4	13,3
ISS-7052	Иран	20	24	22	14	16	15	78,4	94,0	87,6	54,4	62,0	59,6	3,9	69,4	66,0	68,0	1,7
ISS-708	Индия	24	10	19	23	5	15	94,0	39,6	74,4	90,0	19,6	58,4	35,3	95,7	49,5	78,5	23,4
ISS-7150	Турция	21	24	24	14	16	17	82,8	95,6	95,2	54,8	63,6	67,2	6,4	66,2	66,5	70,6	2,4
ISS-7184	Турция	21	23	23	20	16	19	83,2	91,6	90,8	79,2	64,0	74,8	7,8	95,2	69,9	82,4	12,7
ISS-7255	Индия	14	17	10	2	1	4	54,4	66,4	38,0	8,0	4,0	16,0	6,1	14,7	6,0	42,1	18,8
ISS-7272	Алжир	17	4	12	4	3	4	66,4	15,2	46,0	17,2	11,2	16,0	3,2	25,9	73,7	34,8	25,4
ISS-7305	Афганистан	20	20	22	17	16	16	78,4	78,4	86,8	66,4	62,4	62,8	2,2	84,7	79,6	72,4	6,2

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ICC-7413	Индия	20	18	21	18	13	17	78,0	70,8	83,6	70,0	50,8	67,6	10,5	89,7	71,8	80,9	9,0
ICC-7441	Индия	23	21	22	14	17	20	91,6	82,4	87,2	55,6	66,4	79,2	11,8	60,7	80,6	90,8	15,3
ICC-7554	Иран	17	18	23	16	8	21	66,4	70,0	91,6	64,0	32,0	83,6	26,0	96,4	45,7	91,3	27,9
ICC-7571	Israel	18	12	17	16	9	14	71,6	47,6	67,2	63,6	35,6	55,2	14,4	88,8	74,8	82,1	7,0
ICC-762	Индия	22	23	24	14	20	17	87,2	90,8	94,8	55,2	78,8	66,8	11,8	63,3	86,8	70,5	12,0
ICC-7819	Иран	20	8	16	18	6	13	78,0	30,8	62,4	70,0	22,8	50,4	23,7	89,7	74,0	80,8	7,9
ICC-7867	Иран	20	19	21	18	16	13	78,8	74,4	82,4	70,8	62,4	50,4	10,3	89,8	83,9	61,2	15,1
ICC-791	Индия	19	9	16	13	7	14	74,4	34,0	62,0	50,4	26,0	54,0	15,2	67,7	76,5	87,1	9,7
ICC-8195	Пакистан	19	23	19	19	16	15	77,6	90,4	74,4	76,0	62,4	58,4	9,2	97,9	69,0	78,5	14,7
ICC-8200	Иран	20	22	24	17	18	16	78,8	87,6	95,6	66,8	71,6	63,6	4,0	84,8	81,7	66,5	9,8
ICC-8318	Индия	22	12	19	12	8	12	86,4	46,4	75,2	48,0	32,0	47,2	9,0	55,6	69,0	62,8	6,7
ICC-8384	Индия	21	18	21	16	15	14	82,0	70,0	82,8	62,0	58,0	54,8	3,6	75,6	82,9	66,2	8,4
ICC-8515	Греция	23	22	24	4	7	5	90,0	86,0	94,4	16,0	27,6	20,0	5,9	17,8	32,1	21,2	7,5
ICC-8522	Италия	18	20	24	13	18	19	71,6	79,6	94,4	51,6	71,6	74,4	12,4	72,1	89,9	78,8	9,0
ICC-8621	Эфиопия	19	25	24	15	17	16	75,6	99,6	94,0	59,6	67,6	62,0	4,1	78,8	67,9	66,0	6,9
ICC-867	Индия	22	23	18	16	13	15	86,4	91,2	70,0	62,4	51,2	58,0	5,6	72,2	56,1	82,9	13,5
ICC-8718	Афганистан	22	23	24	16	15	16	86,4	91,2	95,6	62,4	59,2	63,6	2,3	72,2	64,9	66,5	3,8
ICC-8740	Афганистан	17	19	20	16	12	18	67,2	74,4	78,0	63,2	46,4	70,0	12,1	94,0	62,4	89,7	17,2
ICC-8752	Афганистан	21	15	20	17	12	16	82,0	58,8	79,2	66,0	46,8	63,2	10,4	80,5	79,6	79,8	0,5
ICC-8855	Афганистан	23	16	21	19	13	17	91,6	62,4	82,8	75,6	50,4	66,8	12,8	82,5	80,8	80,7	1,0
ICC-8950	Индия	20	21	22	15	16	19	78,0	82,8	86,4	58,0	62,8	74,4	8,4	74,4	75,8	86,1	6,4
ICC-9002	Иран	22	24	25	15	17	19	87,6	94,4	98,0	59,6	66,4	74,0	7,2	68,0	70,3	75,5	3,8
ICC-9402	Иран	20	12	17	15	10	11	79,2	46,0	67,6	59,2	38,0	43,6	11,0	74,7	82,6	64,5	9,1
ICC-9434	Иран	19	15	18	15	12	13	74,8	59,6	71,2	58,8	47,6	51,2	5,7	78,6	79,9	71,9	4,3
ICC-95	Индия	22	21	24	18	16	22	86,8	85,6	95,2	71,2	64,0	87,6	12,1	82,0	74,8	92,0	8,7
ICC-9586	Индия	18	15	21	17	15	16	70,4	59,2	82,4	68,0	60,0	62,4	4,1	96,6	101,4	75,7	13,6
ICC-9590	Египет	22	24	25	15	16	13	87,2	94,0	98,4	59,2	62,0	50,4	6,1	67,9	66,0	51,2	9,1

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ICC-9636	Афганистан	17	16	15	15	12	12	67,2	64,0	59,2	59,2	48,0	47,2	6,7	88,1	75,0	79,7	6,6
ICC-9643	Афганистан	19	23	23	17	16	16	74,8	91,6	92,0	66,8	63,6	62,0	2,4	89,3	69,4	67,4	12,1
ICC-9712	Афганистан	23	23	25	16	17	15	90,4	91,2	98,4	62,4	67,2	58,4	4,4	69,0	73,7	59,3	7,3
ICC-9755	Афганистан	21	22	23	15	20	19	82,8	87,6	91,2	58,8	79,6	75,2	11,0	71,0	90,9	82,5	10,0
ICC-9848	Афганистан	15	15	14	11	12	12	58,0	58,8	54,0	42,0	46,8	46,0	2,6	72,4	79,6	85,2	6,4
ICC-9862	Афганистан	20	21	20	16	18	15	78,0	82,8	78,8	62,0	70,8	58,4	6,4	79,5	85,5	74,1	5,7
ICC-9872	Афганистан	22	19	22	16	16	18	88,0	74,0	87,2	64,0	64,0	72,0	4,6	72,7	86,5	82,6	7,1
ICC-9942	Индия	22	20	23	18	17	19	86,4	81,6	90,4	72,0	68,0	74,4	3,2	83,3	83,3	82,3	0,6
Lin C 93	Казахстан	10	5	6	7	4	5	38,8	18,4	22,4	26,8	14,4	18,4	6,3	69,1	78,3	82,1	6,7
Дуэт Азии	Казахстан	22	23	24	19	18	22	86,4	91,2	94,0	74,4	71,2	86,0	7,8	86,1	78,1	91,5	6,8
Золотой юбилей	Россия	16	12	14	11	11	11	62,0	47,6	54,4	44,0	44,0	42,4	0,9	71,0	92,4	77,9	11,0
К-1285	Болгария	15	5	6	4	3	5	58,4	18,0	22,0	14,4	10,0	18,0	4,0	24,7	55,6	81,8	28,6
К-1610	Индия	22	19	17	15	15	17	87,2	74,0	67,2	59,2	58,0	67,2	5,0	67,9	78,4	100,0	16,4
К-2389	Индия	22	16	14	17	12	12	86,4	62,0	55,6	66,4	46,0	47,6	11,3	76,9	74,2	85,6	6,0
К-2436	Сирия	12	10	9	10	8	7	47,6	39,6	34,0	39,6	31,6	26,0	6,8	83,2	79,8	76,5	3,4
К-272	Узбекистан	18	11	13	7	10	9	70,8	43,6	51,2	26,8	39,6	35,2	6,5	37,9	90,8	68,8	26,6
К-2764 hyson	Австрия	10	12	11	8	9	8	38,8	46,4	42,4	30,8	34,4	30,4	2,2	79,4	74,1	71,7	3,9
К-3124	Сирия	18	11	10	6	8	7	70,8	43,6	38,0	22,8	31,6	26,0	4,5	32,2	72,5	68,4	22,2
К-3179	Сирия	21	23	20	16	18	14	82,0	90,0	78,4	62,0	70,0	54,4	7,8	75,6	77,8	69,4	4,4
К-3190	Сирия	13	12	10	8	11	8	51,6	46,4	38,8	31,6	42,4	30,8	6,5	61,2	91,4	79,4	15,2
К-3193	Испания	13	15	10	9	8	10	51,6	58,4	39,6	35,6	30,4	39,6	4,6	69,0	52,1	100,0	24,3
К-3194	Армения	23	21	23	20	17	19	90,8	82,4	90,0	78,8	66,4	74,0	6,3	86,8	80,6	82,2	3,2
К-3217	Сирия	12	10	11	10	7	8	47,2	38,0	42,4	39,2	26,0	30,4	6,7	83,1	68,4	71,7	7,7
К-3227	Сирия	9	9	8	8	7	6	34,4	35,2	30,4	30,4	27,2	22,4	4,0	88,4	77,3	73,7	7,7
К-3236	Сирия	16	22	20	11	12	18	62,0	86,8	79,2	42,0	46,8	71,2	15,7	67,7	53,9	89,9	18,2
К-3244	Армения	25	20	24	19	15	16	98,4	79,2	94,4	74,4	59,2	62,4	8,0	75,6	74,7	66,1	5,3
К-3246	Турция	11	16	14	9	10	11	42,4	63,2	54,0	34,4	39,2	42,0	3,8	81,1	62,0	77,8	10,2

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
К-3329	Морокко	25	9	11	19	6	11	98,4	34,4	42,8	74,4	22,4	42,8	26,2	75,6	65,1	100,0	17,9
К-3500	Индия	23	23	25	19	13	15	90,4	91,2	98,0	76,0	52,0	58,0	12,5	84,1	57,0	59,2	15,0
К-3507	Испания	16	18	15	12	12	14	62,0	70,8	58,0	46,0	46,8	54,0	4,4	74,2	66,1	93,1	13,9
Кабули	Турция	8	5	3	6	3	2	30,0	19,6	10,4	22,0	11,6	6,4	7,9	73,3	59,2	61,5	7,6
Камила 1255	Казахстан	23	22	23	22	17	20	90,0	86,8	90,4	88,0	68,0	78,4	10,0	97,8	78,3	86,7	9,7
Краснокутский 36	Россия	20	15	18	19	13	11	80,0	58,4	70,0	75,2	50,0	44,0	16,6	94,0	85,6	62,9	16,1
Лин С 87	Казахстан	19	18	21	15	14	16	75,6	71,2	82,4	59,2	55,6	64,0	4,2	78,3	78,1	77,7	0,3
Линия С-29	Украина	13	9	10	10	9	7	51,2	34,0	39,6	39,2	34,0	27,6	5,8	76,6	100,0	69,7	15,9
Линия С-303	Азербайджан	18	3	5	7	2	5	71,6	10,4	19,6	27,6	6,4	19,6	10,7	38,5	61,5	100,0	31,0
Луч	Казахстан	20	18	20	18	17	15	79,2	70,0	79,2	72,0	68,0	59,2	6,5	90,9	97,1	74,7	11,6
Мальхотра	Сирия	20	18	17	13	15	14	78,4	71,2	67,6	50,4	59,2	55,6	4,4	64,3	83,1	82,2	10,6
Приво	Россия	20	20	18	17	15	18	78,4	78,0	70,0	66,4	58,0	70,0	6,2	84,7	74,4	100,0	12,9
Тассай	Украина	20	21	20	17	18	17	79,6	82,4	79,6	67,6	70,4	67,6	1,6	84,9	85,4	84,9	0,3
ТН-45/0-01	Азербайджан	22	20	22	17	18	20	86,0	78,8	87,6	68,0	70,8	79,6	6,1	79,1	89,8	90,9	6,5
28-Б	Украина	20	22	21	18	17	17	79,2	86,8	82,4	72,0	68,0	66,4	2,9	90,9	78,3	80,6	6,7
34-Б	Морокко	18	17	19	12	14	16	70,8	67,6	75,2	46,8	55,6	63,2	8,2	66,1	82,2	84,0	9,9
ErbSenSpni	Германия	17	18	10	14	7	9	67,2	70,0	39,2	55,2	26,0	35,2	14,9	82,1	37,1	89,8	28,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Показатели вегетационного периода и структуры урожая сортообразцов нута

Таблица Д.1 – Вегетационный период и урожайность сортообразцов нута, 2018-2020 гг.

Образец	Проис- хождение	Всходы- цветение, дней			Цветение- созревание, дней			Вегетационный период, дней			Урожайность, г/м ²		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Икарда 1, st.	Казахстан	34	30	28	42	39	37	76	69	65	235	232	221
Юбилейный, st.	Россия	33	32	31	52	44	44	85	76	75	190	184	275
Краснокут.123, st.	Россия	39	36	39	51	49	47	90	85	86	195	187	262
ICC-10018	Индия	29	33	34	64	44	41	93	77	75	286	259	289
ICC-10341	Турция	31	32	35	61	42	40	92	74	75	192	164	196
ICC-10393	Индия	31	35	33	69	54	62	100	89	95	256	238	258
ICC-10399	Индия	32	35	31	58	42	44	90	77	75	299	234	228
ICC-1052	Пакистан	29	32	31	70	54	54	99	86	85	275	205	257
ICC-10673	Турция	40	41	32	74	45	55	114	86	87	130	108	113
ICC-10685	Турция	31	31	30	57	43	45	88	74	75	229	254	226
ICC-10755	Турция	30	32	36	60	45	39	90	77	75	142	163	203
ICC-1083	Иран	35	34	31	60	42	42	95	76	73	194	256	268
ICC-10945	Индия	36	31	30	41	41	40	77	72	70	173	280	229
ICC-1098	Иран	33	39	41	64	53	52	97	92	93	273	226	230
ICC-11121	Индия	37	34	34	51	42	40	88	76	74	238	170	192
ICC-11198	Индия	30	33	35	57	42	41	87	75	76	258	232	233
ICC-11279	Пакистан	35	30	34	60	45	40	95	75	74	185	133	146
ICC-11284	USSR	29	29	28	57	40	39	86	69	67	273	197	237
ICC-11498	Индия	34	33	29	43	42	38	77	75	67	165	135	152
ICC-11584	Индия	32	35	34	75	49	53	107	84	87	262	248	245
ICC-1161	Пакистан	34	35	35	52	42	40	86	77	75	286	283	296
ICC-11627	Индия	30	30	39	69	56	51	99	86	90	245	162	189
ICC-1164	Nigeria	34	31	30	45	40	38	79	71	68	179	138	160
ICC-11664	Индия	41	41	33	68	55	66	109	96	99	212	228	277
ICC-1180	Индия	33	35	34	68	55	61	101	90	95	242	157	194
ICC-11879	Турция	32	33	37	51	44	42	83	77	79	229	204	236
ICC-11903	Германия	32	32	36	58	52	54	90	84	90	200	240	230
ICC-1194	Индия	33	22	30	49	45	39	82	67	69	107	144	202
ICC-11944	Непал	31	30	31	55	45	42	86	75	73	255	167	204
ICC-12028	Мексика	36	42	37	65	47	58	101	89	95	234	205	169
ICC-1205	Индия	35	31	29	43	43	40	78	74	69	199	241	239
ICC-12155	Бангладеш	30	34	32	56	42	44	86	76	76	235	162	179
ICC-12299	Непал	31	32	34	59	45	41	90	77	75	208	200	197
ICC-1230	Индия	28	30	27	57	40	37	85	70	64	204	171	138

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ICC-12307	Мьянма	28	34	30	63	44	42	91	78	72	237	196	241
ICC-12492	Индия	30	31	32	58	43	45	88	74	77	220	155	198
ICC-12537	Эфиопия	28	32	30	59	45	44	87	77	74	228	182	194
ICC-12654	Эфиопия	30	27	32	53	49	44	83	76	76	286	236	255
ICC-12726	Эфиопия	32	29	28	52	47	49	84	76	77	177	134	153
ICC-12824	Эфиопия	33	30	28	51	43	45	84	73	73	273	262	261
ICC-12851	Эфиопия	30	30	31	58	45	41	88	75	72	210	186	180
ICC-12886	Эфиопия	31	33	30	54	45	46	85	78	76	298	216	204
ICC-12916	Индия	31	34	30	54	41	44	85	75	74	327	292	235
ICC-12928	Индия	32	29	29	45	43	40	77	72	69	197	144	158
ICC-12947	Индия	34	37	34	65	52	53	99	89	87	180	259	335
ICC-13124	Индия	36	31	27	42	38	39	78	69	66	162	127	145
ICC-13187	Иран	33	28	30	62	44	43	95	72	73	97	90	118
ICC-13219	Иран	29	34	32	59	41	45	88	75	77	218	244	256
ICC-13283	Иран	30	32	33	61	44	40	91	76	73	220	208	211
ICC-13357	Иран	33	31	34	52	43	43	85	74	77	148	113	153
ICC-13441	Иран	33	39	36	78	51	54	111	90	90	179	119	164
ICC-13524	Иран	32	33	32	58	40	45	90	73	77	194	160	172
ICC-1356	Индия	30	27	26	58	36	37	88	63	63	259	237	240
ICC-13599	Иран	29	34	35	60	41	41	89	75	76	213	195	214
ICC-13628	Иран	41	42	44	68	48	50	109	90	94	299	164	165
ICC-13764	Иран	32	30	29	45	40	40	77	70	69	367	361	315
ICC-13863	Эфиопия	35	30	33	54	44	44	89	74	77	233	158	172
ICC-1392	Индия	32	31	31	52	45	46	84	76	77	213	211	223
ICC-1398	Индия	38	34	34	60	57	57	98	91	91	205	208	236
ICC-14051	Эфиопия	30	27	29	60	49	46	90	76	75	265	247	275
ICC-14077	Эфиопия	30	31	28	49	41	39	79	72	67	225	150	140
ICC-14098	Эфиопия	31	30	30	51	47	48	82	77	78	191	146	157
ICC-14199	Мексика	30	35	33	55	41	46	85	76	79	135	113	128
ICC-1431	Индия	31	27	27	48	45	40	79	72	67	404	387	336
ICC-14402	Индия	31	32	32	53	46	44	84	78	76	232	163	193
ICC-14595	Индия	34	35	36	68	54	54	102	89	90	192	248	253
ICC-14669	Индия	28	26	29	60	41	34	88	67	63	236	288	182
ICC-14778	Индия	32	31	33	51	46	42	83	77	75	270	140	146
ICC-14799	Индия	34	32	30	41	39	38	75	71	68	215	144	158
ICC-14815	Индия	31	33	31	54	40	39	85	73	70	197	179	220
ICC-1510	Индия	35	33	28	41	40	38	76	73	66	203	138	133
ICC-15248	Иран	34	31	35	58	43	41	92	74	76	180	260	194
ICC-15294	Иран	31	33	33	59	42	43	90	75	76	211	228	337
ICC-15406	Марокко	35	42	30	72	53	60	107	95	90	149	139	104
ICC-15435	Марокко	35	35	30	57	40	46	92	75	76	84	78	89
ICC-15510	Марокко	33	40	41	67	54	54	100	94	95	278	267	214
ICC-15518	Марокко	30	36	37	70	53	59	100	89	96	104	101	111
ICC-15567	Индия	35	37	33	61	54	55	96	91	88	282	283	262
ICC-15606	Индия	39	35	33	69	56	57	108	91	90	209	250	254

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ICC-15610	Индия	33	32	36	52	46	41	85	78	77	161	108	155
ICC-15612	Tanzania	29	33	31	65	43	42	94	76	73	204	149	193
ICC-15614	Tanzania	31	31	30	59	43	42	90	74	72	215	163	200
ICC-15618	Индия	33	30	29	46	41	39	79	71	68	258	147	174
ICC-15697	Сирия	36	38	42	69	51	56	105	89	98	337	328	237
ICC-15762	Сирия	30	32	34	61	42	44	91	74	78	215	225	186
ICC-15785	Сирия	31	30	33	55	46	43	86	76	76	222	157	203
ICC-15868	Индия	33	34	32	54	42	45	87	76	77	240	160	219
ICC-15888	Индия	31	35	30	60	39	42	91	74	72	112	71	87
ICC-15996	Сирия	35	32	34	57	45	40	92	77	74	236	220	211
ICC-16207	Myanmar	34	32	32	55	44	44	89	76	76	246	238	249
ICC-16261	Malawi	35	34	41	58	52	53	93	86	94	283	240	199
ICC-16269	Malawi	29	39	39	67	45	54	96	84	93	298	270	245
ICC-16374	Malawi	29	35	32	70	51	63	99	86	95	290	286	315
ICC-16524	Пакистан	32	36	31	54	40	46	86	76	77	209	130	168
ICC-16903	Индия	31	30	32	62	45	43	93	75	75	283	196	140
ICC-16915	Индия	30	35	33	60	41	40	90	76	73	286	264	307
ICC-1710	Индия	36	30	30	55	46	44	91	76	74	305	298	263
ICC-1715	Индия	30	28	28	52	41	41	82	69	69	221	202	178
ICC-1882	Индия	33	41	35	57	48	52	90	89	87	128	109	110
ICC-1915	Индия	34	30	35	58	42	39	92	72	74	281	280	267
ICC-1923	Индия	36	30	30	45	40	40	81	70	70	133	95	103
ICC-2065	Индия	32	40	39	63	51	57	95	91	96	305	271	237
ICC-2072	Индия	29	27	28	48	39	38	77	66	66	288	262	273
ICC-2210	Алжир	32	29	27	44	39	35	76	68	62	267	207	236
ICC-2242	Индия	30	32	29	46	40	38	76	72	67	291	144	171
ICC-2263	Иран	31	35	31	60	41	43	91	76	74	138	177	170
ICC-2507	Иран	33	31	30	44	41	39	77	72	69	269	188	189
ICC-2580	Иран	32	33	34	67	41	38	99	74	72	122	89	95
ICC-2593	Иран	30	32	35	50	43	42	80	75	77	310	310	243
ICC-2629	Иран	33	35	32	55	41	47	88	76	79	190	123	132
ICC-2720	Иран	30	39	37	59	47	48	89	86	85	279	242	275
ICC-2737	Иран	36	30	31	64	45	40	100	75	71	208	198	186
ICC-283	Индия	30	32	34	51	44	42	81	76	76	269	215	193
ICC-2884	Иран	29	30	29	64	59	58	93	89	87	197	167	157
ICC-2919	Иран	30	32	35	61	47	45	91	79	80	346	327	245
ICC-2969	Иран	30	31	36	56	46	42	86	77	78	302	261	278
ICC-2990	Иран	29	30	34	54	45	43	83	75	77	244	250	213
ICC-3218	Иран	32	32	35	53	44	41	85	76	76	275	317	280
ICC-3230	Иран	33	35	31	68	51	54	101	86	85	186	117	131
ICC-3239	Иран	44	41	40	63	43	50	107	84	90	181	108	134
ICC-3325	Кипр	31	29	29	47	44	37	78	73	66	232	216	175
ICC-3362	Иран	35	34	34	82	54	57	117	88	91	75	79	72
ICC-3391	Иран	39	35	31	61	58	60	100	93	91	200	197	184

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ICC-3421	Израиль	31	29	31	60	45	44	91	74	75	212	222	256
ICC-3512	Иран	30	32	33	64	42	42	94	74	75	219	226	241
ICC-3582	Иран	35	40	37	57	44	49	92	84	86	238	207	238
ICC-3631	Иран	38	39	34	59	45	59	97	84	93	273	277	269
ICC-3761	Иран	29	31	31	57	44	49	86	75	80	265	256	235
ICC-3776	Иран	30	32	29	54	43	44	84	75	73	214	299	177
ICC-3946	Иран	33	37	31	60	51	54	93	88	85	284	211	221
ICC-4093	Иран	37	35	33	55	52	53	92	87	86	264	216	211
ICC-4182	Иран	33	29	28	43	39	38	76	68	66	213	170	179
ICC-440	Индия	34	32	29	46	39	39	80	71	68	253	175	146
ICC-4418	Иран	31	41	37	76	46	51	107	87	88	250	203	222
ICC-4463	Иран	35	32	32	53	40	43	88	72	75	248	248	270
ICC-4495	Турция	30	28	27	48	43	42	78	71	69	276	206	172
ICC-4533	Индия	32	31	29	45	39	41	77	70	70	298	304	311
ICC-456	Индия	36	33	36	63	51	53	99	84	89	192	247	216
ICC-4567	Индия	29	32	34	56	45	40	85	77	74	221	292	249
ICC-4593	Индия	35	34	34	78	58	55	113	92	89	268	182	200
ICC-4639	Индия	33	37	36	57	39	39	90	76	75	272	199	213
ICC-4657	Индия	34	35	35	75	49	56	109	84	91	188	173	173
ICC-4814	Иран	32	33	30	58	42	45	90	75	75	141	100	118
ICC-4841	Морокко	33	35	28	58	51	58	91	86	86	204	175	253
ICC-4918	Индия	31	34	31	51	43	46	82	77	77	260	257	266
ICC-4948	Индия	33	30	33	59	45	43	92	75	76	95	57	74
ICC-4973	Индия	29	32	29	58	46	46	87	78	75	213	231	175
ICC-4991	Индия	29	31	31	58	46	46	87	77	77	243	256	257
ICC-506	Индия	34	34	32	59	41	44	93	75	76	263	193	235
ICC-5135	Индия	31	41	36	68	50	59	99	91	95	191	192	173
ICC-5221	Индия	38	34	34	64	57	56	102	91	90	150	146	147
ICC-5337	Индия	32	44	37	71	45	59	103	89	96	119	132	124
ICC-5383	Индия	28	32	32	62	43	45	90	75	77	267	218	235
ICC-5434	Индия	37	35	32	63	49	62	100	84	94	289	284	243
ICC-5613	Индия	33	32	28	44	42	42	77	74	70	129	152	147
ICC-5639	Индия	30	34	30	50	42	44	80	76	74	209	198	185
ICC-5845	Индия	32	42	37	61	48	54	93	90	91	202	153	168
ICC-5878	Индия	36	30	30	63	61	65	99	91	95	128	110	167
ICC-6263	USSR	31	35	33	81	49	53	112	84	86	162	132	175
ICC-6279	Индия	33	42	36	64	53	57	97	95	93	223	215	229
ICC-6293	Italy	30	32	30	68	62	60	98	94	90	192	119	141
ICC-6294	Иран	33	28	34	60	44	42	93	72	76	226	158	184
ICC-6306	USSR	38	39	38	84	50	50	122	89	88	292	294	275
ICC-637	Индия	32	42	36	65	54	58	97	96	94	146	95	114
ICC-6537	Иран	35	36	38	64	53	52	99	89	90	192	203	180
ICC-6571	Иран	37	32	31	55	41	45	92	73	76	274	232	268
ICC-6579	Иран	31	30	36	58	43	40	89	73	76	224	175	224
ICC-67	Индия	31	34	33	58	52	54	89	86	87	277	216	151

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ICC-6802	Иран	33	42	37	65	47	56	98	89	93	299	301	270
ICC-6811	Иран	35	32	33	60	44	41	95	76	74	198	184	182
ICC-6816	Иран	33	31	32	58	44	46	91	75	78	250	215	198
ICC-6874	Иран	29	39	34	79	50	64	108	89	98	230	225	218
ICC-6875	Иран	33	33	35	59	42	40	92	75	75	264	195	211
ICC-6877	Иран	35	40	35	76	49	54	111	89	89	144	97	136
ICC-7052	Иран	35	30	27	45	41	39	80	71	66	290	215	189
ICC-708	Индия	33	32	36	67	57	52	100	89	88	113	98	170
ICC-7150	Турция	32	29	26	44	38	39	76	67	65	208	182	168
ICC-7184	Турция	36	29	34	52	46	41	88	75	75	153	132	151
ICC-7255	Индия	33	35	30	53	42	45	86	77	75	46	24	81
ICC-7272	Algeria	31	34	33	64	52	58	95	86	91	125	103	83
ICC-7305	Афганистан	32	31	29	46	40	38	78	71	67	250	265	254
ICC-7413	Индия	39	32	35	53	57	54	92	89	89	224	237	260
ICC-7441	Индия	34	35	30	62	55	59	96	90	89	226	179	192
ICC-7554	Иран	40	31	32	51	45	44	91	76	76	135	87	158
ICC-7571	Israel	39	30	35	53	45	40	92	75	75	165	186	214
ICC-762	Индия	31	35	39	74	56	57	105	91	96	158	110	109
ICC-7819	Иран	36	29	32	53	47	44	89	76	76	310	220	276
ICC-7867	Иран	38	32	33	75	52	56	113	84	89	261	259	202
ICC-791	Индия	33	37	35	66	55	60	99	92	95	227	187	265
ICC-8195	Пакистан	31	32	31	60	44	43	91	76	74	239	214	192
ICC-8200	Иран	32	42	36	68	47	59	100	89	95	207	168	138
ICC-8318	Индия	36	32	33	63	57	55	99	89	88	282	262	306
ICC-8384	Индия	32	30	32	63	54	54	95	84	86	244	213	202
ICC-8515	Греция	31	30	30	49	42	40	80	72	70	168	272	153
ICC-8522	Italy	35	35	30	55	56	61	90	91	91	160	161	150
ICC-8621	Эфиопия	29	25	27	53	46	41	82	71	68	250	275	253
ICC-867	Индия	38	32	32	57	58	60	95	90	92	279	239	252
ICC-8718	Афганистан	35	31	28	46	39	40	81	70	68	264	181	202
ICC-8740	Афганистан	40	31	36	50	43	39	90	74	75	271	259	353
ICC-8752	Афганистан	31	28	27	45	42	39	76	70	66	298	182	235
ICC-8855	Афганистан	30	30	29	46	41	39	76	71	68	283	198	248
ICC-8950	Индия	34	37	36	62	49	53	96	86	89	275	242	272
ICC-9002	Иран	33	32	32	64	52	55	97	84	87	195	205	222
ICC-9402	Иран	39	33	35	78	51	50	117	84	85	227	184	193
ICC-9434	Иран	35	37	36	62	53	57	97	90	93	311	259	270
ICC-95	Индия	31	33	32	57	44	45	88	77	77	262	217	251
ICC-9586	Индия	31	32	30	62	50	53	93	82	83	350	346	357
ICC-9590	Egypt	32	28	28	42	40	37	74	68	65	293	237	200
ICC-9636	Афганистан	31	32	33	54	42	46	85	74	79	225	209	203
ICC-9643	Афганистан	31	29	30	45	42	36	76	71	66	253	227	226
ICC-9712	Афганистан	32	29	27	46	40	39	78	69	66	232	178	146
ICC-9755	Афганистан	30	30	31	53	50	45	83	80	76	267	229	231
ICC-9848	Афганистан	37	39	36	63	57	56	100	96	92	256	268	262

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ICC-9862	Афганистан	33	32	39	49	45	58	82	77	97	264	203	207
ICC-9872	Афганистан	31	31	32	51	45	45	82	76	77	291	303	274
ICC-9942	Индия	30	31	35	61	45	41	91	76	76	226	191	204
Lin C 93	Казахстан	33	30	28	44	40	39	77	70	67	128	96	114
Дуэт Азии	Казахстан	35	32	31	50	45	42	85	77	73	225	197	218
Золотой юбилей	Россия	36	26	27	49	35	41	85	61	68	267	248	234
К-1285	Болгария	31	35	36	67	44	47	98	79	83	155	84	113
К-1610	Иран	33	30	30	52	45	50	85	75	80	197	202	218
К-2389	Индия	36	30	34	59	55	44	95	85	78	169	126	139
К-2436	Сирия	35	44	35	61	48	53	96	92	88	183	201	149
К-272	Узбекистан	33	31	35	54	43	40	87	74	75	247	195	187
К-2764 hyson	Австрия	38	36	33	50	48	54	88	84	87	48	36	39
К-3124	Сирия	35	38	33	63	51	51	98	89	84	206	207	156
К-3179	Сирия	39	36	40	51	48	49	90	84	89	238	190	160
К-3190	Сирия	39	36	37	55	48	50	94	84	87	213	163	125
К-3193	Испания	36	35	31	58	51	59	94	86	90	87	75	88
К-3194	Армения	33	32	34	58	57	56	91	89	90	46	31	36
К-3217	Сирия	33	42	38	58	54	52	91	96	90	164	134	147
К-3227	Сирия	41	44	40	59	50	46	100	94	86	123	121	99
К-3236	Сирия	35	32	40	55	52	49	90	84	89	62	71	86
К-3244	Армения	35	37	30	63	47	47	98	84	77	301	250	245
К-3246	Турция	35	36	31	56	52	58	91	88	89	47	49	46
К-3329	Марокко	40	35	33	54	57	53	94	92	86	82	71	105
К-3500	Украина	34	29	31	47	42	38	81	71	69	255	254	255
К-3507	Испания	39	32	36	52	59	55	91	91	91	218	278	270
Кабули	Турция	34	32	33	62	51	46	96	83	79	233	148	112
Камила 1255	Казахстан	38	35	35	54	41	40	92	76	75	292	291	230
Краснокутский 36	Россия	35	32	36	58	41	42	93	73	78	138	145	134
Лин С 87	Казахстан	38	33	33	55	42	43	93	75	76	100	118	117
Линия С-29	Украина	31	30	34	59	45	41	90	75	75	274	234	158
Линия С-303	Азербайджан	36	35	32	57	46	54	93	81	86	191	147	177
Луч	Казахстан	34	29	29	39	36	37	73	65	66	272	270	227
Мальхотра	Сирия	34	38	31	56	48	61	90	86	92	184	209	178
Приво	Россия	32	31	29	48	41	40	80	72	69	286	274	313
Тассай	Казахстан	30	27	30	44	39	38	74	66	68	70	142	111
ТН-45/0-01	Азербайджан	38	31	36	49	55	50	87	86	86	235	219	238
28-Б	Украина	39	30	35	54	59	53	93	89	88	272	263	243
34-Б	Морокко	35	38	31	60	46	55	95	84	86	131	117	130
ErbsenSpni	Германия	35	32	34	55	56	55	90	88	89	265	231	226

Таблица Д.2 – Основные элементы продуктивности мировой коллекции нута, 2018-2020 гг.

Название образца	Ветвистость, шт.			Высота растения, см			Число семян с растения, шт.			Масса семян с растения, г.			Масса 1000 семян, г.		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Икарда 1, st.	2,6	2,4	2,4	38,7	37,7	36,5	96,9	101,4	98,7	13,1	19,3	15,8	159,8	165,3	162,1
Юбилейн, st.	2,3	2,2	2,0	51,3	47,8	49,7	87,7	91,0	90,8	19,5	21,4	18,3	240,6	235,6	238,8
Красн123, st.	2,7	2,4	2,1	47,9	48,2	44,3	80,0	75,4	78,4	18,6	20,9	13,8	246,4	249,4	246,1
ИСС-10018	2,1	1,9	2,3	35,6	32,4	31,3	92,3	91,9	89,1	14,4	16,3	15,3	155,6	177,1	171,7
ИСС-10341	2,9	2,9	2,6	44,2	41,3	38,6	90,4	90,0	85,0	10,7	12,7	11,6	118,5	141,0	136,5
ИСС-10393	2,9	2,6	2,4	34,9	35,5	30,4	89,1	88,7	92,5	12,8	17,0	17,2	143,5	191,5	185,9
ИСС-10399	3,6	3,5	2,4	30,6	27,4	30,7	85,5	85,1	90,6	15,0	13,0	13,4	175,5	152,5	148,0
ИСС-1052	4,3	3,2	2,5	48,7	51,9	45,6	164,9	114,4	122,6	21,1	13,6	14,3	128,1	119,3	116,7
ИСС-10673	4,8	2,3	2,8	41,7	44,4	41,3	93,9	93,5	126,5	8,1	5,7	7,5	86,3	60,6	59,3
ИСС-10685	2,6	2,6	2,3	33,2	30,8	36,8	100,9	100,5	102,8	13,5	14,2	14,1	134,0	140,9	137,2
ИСС-10755	2,6	2,8	1,4	36,4	33,2	34,9	37,9	40,7	39,8	11,8	14,9	13,6	311,9	366,3	341,5
ИСС-1083	3,2	3,2	2,6	38,2	36,2	34,2	118,2	117,8	94,4	26,9	28,6	22,3	227,4	243,1	236,2
ИСС-10945	2,7	2,6	2,7	38,1	38,1	33,7	65,3	97,3	72,8	12,3	18,7	13,4	189,0	191,7	184,6
ИСС-1098	1,8	2,5	2,1	36,0	36,6	31,8	85,2	84,8	94,2	13,6	11,9	12,8	159,9	140,0	135,9
ИСС-11121	2,3	2,4	2,7	42,2	40,3	45,9	123,7	123,3	134,8	12,5	9,4	10,1	101,1	76,5	74,9
ИСС-11198	2,4	2,8	2,5	46,0	42,8	34,0	157,9	137,5	140,2	20,0	13,7	13,7	126,5	99,7	97,7
ИСС-11279	2,9	3,3	2,9	37,1	36,3	32,5	117,0	106,9	119,4	12,3	8,3	9,1	105,1	78,0	76,2
ИСС-11284	2,5	2,1	2,4	52,1	48,6	49,9	126,9	116,6	115,1	17,0	16,4	15,8	134,3	140,6	137,3
ИСС-11498	1,7	3,3	2,3	40,0	38,5	35,5	122,7	123,3	103,2	11,0	10,4	8,4	89,4	84,0	81,8
ИСС-11584	2,4	2,9	2,7	37,0	35,8	32,6	105,2	104,8	94,8	15,4	15,5	13,6	146,3	147,7	143,5
ИСС-1161	2,6	1,7	2,3	36,3	34,2	36,3	150,0	156,0	155,1	21,2	23,2	21,3	150,7	144,8	148,4
ИСС-11627	4,9	3,1	2,4	36,1	35,8	29,9	102,0	102,1	107,9	14,4	10,8	11,1	141,1	105,5	102,9
ИСС-1164	2,3	4,5	2,6	49,1	45,1	33,8	124,5	128,9	99,3	10,5	15,3	11,5	84,3	118,5	115,3
ИСС-11664	1,9	2,8	2,3	37,0	35,9	32,2	88,1	87,7	79,8	10,6	17,5	15,4	120,1	199,7	193,0
ИСС-1180	4,9	3,7	2,5	34,0	34,6	25,0	56,1	105,8	104,9	16,1	11,2	10,8	287,1	105,7	103,0

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ICC-11879	2,9	3,0	2,6	45,0	42,9	39,7	73,9	58,8	57,9	20,8	16,9	15,7	282,0	286,6	271,2
ICC-11903	2,4	3,5	3,0	41,9	37,6	28,6	61,9	43,9	48,6	20,0	13,6	14,4	322,4	310,0	296,3
ICC-1194	2,7	2,5	2,2	49,3	47,3	45,3	66,0	106,1	89,1	17,8	35,9	25,2	268,9	308,1	282,8
ICC-11944	2,5	2,4	2,4	35,3	33,4	30,2	132,2	110,8	116,8	13,5	10,5	10,8	101,9	94,6	92,4
ICC-12028	4,2	3,1	2,6	47,1	45,3	46,2	95,8	95,4	71,5	26,0	29,2	21,1	271,1	306,5	295,0
ICC-1205	2,6	2,7	2,8	54,0	52,0	50,7	108,6	102,2	84,3	27,5	29,9	23,9	253,0	292,8	283,5
ICC-12155	2,8	3,0	2,4	36,7	34,6	30,5	130,2	129,8	146,2	13,0	8,5	9,4	100,1	65,5	64,3
ICC-12299	2,3	2,7	2,4	47,1	46,3	36,6	144,1	104,1	99,4	13,1	12,5	11,6	90,7	119,9	116,6
ICC-1230	3,3	1,7	2,6	40,4	39,4	38,0	97,9	102,1	95,3	15,7	9,5	8,6	160,0	92,8	90,2
ICC-12307	2,9	1,9	2,5	36,3	33,1	32,2	139,0	138,6	119,7	13,1	15,0	12,7	94,6	108,6	106,1
ICC-12492	3,5	2,6	3,4	39,6	36,4	40,6	106,2	105,8	95,3	13,8	17,4	15,2	130,0	164,1	159,4
ICC-12537	2,3	2,0	2,2	31,4	29,3	33,6	90,5	90,1	98,5	13,5	10,2	10,8	149,0	112,8	109,7
ICC-12654	3,2	3,3	2,5	36,6	34,7	28,8	84,7	85,3	95,1	17,6	13,0	14,1	208,0	152,6	148,3
ICC-12726	2,4	2,0	2,2	31,5	28,3	32,2	141,1	102,7	108,0	9,9	7,9	8,1	69,9	76,9	75,0
ICC-12824	2,4	2,5	2,1	38,7	36,8	28,3	149,9	108,8	111,1	17,2	13,9	13,8	114,5	127,4	124,3
ICC-12851	1,6	1,8	2,1	31,1	30,3	29,8	160,0	148,0	142,0	12,4	10,4	9,5	77,6	70,1	66,9
ICC-12886	2,6	2,5	2,1	35,8	32,6	39,0	159,0	128,2	147,5	18,6	12,0	13,6	117,0	94,0	92,2
ICC-12916	3,1	2,6	2,6	35,5	33,6	31,3	82,5	92,3	73,2	15,5	16,1	12,3	188,1	174,4	167,9
ICC-12928	2,9	3,4	2,4	35,1	35,6	30,3	144,2	144,8	142,4	13,1	10,3	9,9	90,9	70,9	69,5
ICC-12947	4,9	3,3	3,0	33,7	34,3	31,2	114,1	113,7	80,9	30,0	32,4	22,3	263,3	285,2	275,7
ICC-13124	3,4	2,6	2,7	37,1	38,6	37,9	102,4	110,1	101,0	10,8	9,0	8,1	105,2	82,1	79,9
ICC-13187	3,1	1,8	2,6	36,2	35,4	43,1	99,1	90,2	85,4	28,3	24,6	23,6	285,4	272,7	276,3
ICC-13219	3,0	3,0	2,4	31,7	28,5	31,1	98,9	109,1	100,0	14,6	14,3	12,8	147,9	131,5	128,0
ICC-13283	2,6	2,6	2,6	39,6	36,4	39,8	91,7	102,3	100,6	24,9	28,8	26,4	271,4	281,9	262,4
ICC-13357	3,2	3,0	2,8	41,1	37,9	40,4	73,8	87,2	84,3	8,2	10,2	9,5	110,6	116,4	112,7
ICC-13441	3,8	2,8	2,3	39,7	37,7	41,6	99,9	99,5	97,8	12,8	13,2	12,6	127,7	132,4	128,8
ICC-13524	2,8	2,7	2,2	54,5	51,3	44,8	121,0	107,9	106,7	10,8	9,4	9,1	89,4	87,5	85,3
ICC-1356	3,6	4,3	2,5	50,5	49,5	45,6	158,5	158,8	159,5	10,4	11,3	11,2	65,5	71,4	70,2

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ICC-13599	2,9	3,1	2,3	46,7	43,5	45,1	62,7	50,4	51,7	14,3	12,2	11,9	227,7	243,0	230,3
ICC-13628	2,9	2,9	2,4	41,3	38,8	40,2	77,9	87,5	85,3	14,9	10,9	10,3	191,7	124,7	120,8
ICC-13764	2,7	2,9	2,2	47,0	47,5	38,7	134,0	140,0	136,0	25,4	28,4	21,0	189,2	202,9	191,3
ICC-13863	2,6	2,6	2,2	36,0	32,8	26,0	121,0	107,6	100,4	12,3	10,6	9,6	101,7	98,3	95,7
ICC-1392	3,4	2,8	2,6	37,4	34,2	34,7	75,4	75,8	74,9	11,9	12,4	11,8	157,4	163,4	157,5
ICC-1398	4,9	2,2	3,0	36,7	35,6	33,3	90,5	110,1	109,1	9,7	12,2	11,8	107,7	110,9	108,2
ICC-14051	2,9	3,1	2,3	31,9	30,8	34,2	86,1	85,7	84,1	15,7	13,8	13,1	182,1	160,9	155,8
ICC-14077	3,4	4,2	2,4	43,1	43,6	31,5	72,3	99,2	111,2	14,1	10,7	11,7	194,3	107,9	105,2
ICC-14098	3,0	2,7	2,3	37,7	36,8	35,0	87,8	65,9	66,2	11,9	8,6	8,3	135,7	130,7	125,4
ICC-14199	3,3	3,4	2,8	44,5	43,6	49,6	85,9	88,0	70,2	26,9	24,5	21,3	313,3	278,4	303,4
ICC-1431	3,3	2,6	2,4	38,8	39,3	35,0	133,0	140,0	136,0	28,9	30,6	24,0	223,0	216,9	220,5
ICC-14402	3,8	3,1	2,7	35,1	34,2	34,5	134,8	94,4	93,3	14,5	9,6	9,2	107,5	101,5	98,6
ICC-14595	2,6	2,8	2,3	33,2	33,8	32,2	90,8	91,4	80,6	26,7	24,8	21,1	293,7	271,0	261,9
ICC-14669	2,2	4,0	2,2	49,1	37,1	48,0	71,4	105,0	96,0	11,8	95,8	22,8	259,1	312,7	285,1
ICC-14778	2,7	2,5	2,4	33,4	32,6	28,7	191,0	181,0	178,0	14,9	8,2	9,7	78,0	45,4	54,5
ICC-14799	3,0	4,9	2,4	48,9	48,9	46,4	117,6	117,7	117,0	13,4	9,6	9,3	114,1	81,3	79,5
ICC-14815	3,2	3,2	2,6	31,9	30,6	36,9	149,0	118,5	124,1	24,6	17,9	18,3	165,1	150,7	147,4
ICC-1510	3,6	2,7	3,2	36,7	37,2	36,4	107,7	105,3	111,9	11,9	9,8	10,2	110,7	93,4	91,2
ICC-15248	3,5	3,5	2,6	47,8	46,9	46,4	87,2	108,6	90,9	25,7	29,9	24,3	294,4	275,6	267,4
ICC-15294	1,9	2,3	2,6	44,4	43,5	39,9	55,5	72,2	68,9	15,9	20,4	18,7	286,5	282,5	271,5
ICC-15406	4,4	2,7	2,4	45,7	39,4	41,3	72,0	74,0	69,3	20,7	23,1	20,8	287,8	312,2	300,0
ICC-15435	3,3	3,2	2,5	41,4	40,5	42,9	47,0	44,4	46,4	14,4	15,2	14,9	306,8	341,3	321,4
ICC-15510	4,6	3,2	2,4	37,0	36,7	36,5	116,8	116,4	101,7	19,8	14,8	12,6	169,8	127,2	123,9
ICC-15518	1,6	3,2	2,4	48,3	47,2	46,9	64,1	67,9	64,6	19,0	20,3	18,5	297,1	299,0	286,5
ICC-15567	4,8	3,0	2,6	38,2	38,8	35,6	118,1	117,7	105,0	15,7	18,9	16,4	132,6	160,2	156,1
ICC-15606	2,6	2,8	2,4	35,9	33,9	31,6	134,9	134,5	124,2	12,3	15,6	14,1	91,0	116,0	113,5
ICC-15610	2,9	2,7	2,2	29,7	28,8	28,5	101,3	104,9	102,4	9,5	9,1	8,6	93,9	86,3	84,0
ICC-15612	1,6	1,9	2,2	44,2	43,3	42,7	89,8	84,8	86,2	10,8	9,3	9,2	120,0	110,2	106,8

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ICC-15614	2,0	1,8	2,3	37,3	36,4	39,9	74,7	65,3	67,0	11,9	10,2	10,0	159,5	155,5	149,3
ICC-15618	3,0	3,3	2,6	45,1	45,1	31,3	144,2	143,8	173,4	16,1	9,8	11,6	111,7	68,0	66,9
ICC-15697	4,2	3,4	2,6	47,9	47,6	40,6	116,3	114,8	115,4	32,8	36,5	33,3	310,8	316,0	308,6
ICC-15762	3,3	3,2	2,6	45,7	46,3	39,8	77,9	66,1	62,9	23,0	20,4	18,6	294,8	309,0	295,7
ICC-15785	2,8	3,0	2,5	35,0	35,3	34,9	84,2	74,8	94,5	11,7	9,2	11,3	139,2	123,1	119,6
ICC-15868	1,9	1,9	2,1	28,5	28,8	25,2	158,3	108,8	136,9	15,0	9,4	11,6	94,7	86,5	84,7
ICC-15888	3,3	3,3	3,0	44,9	45,2	28,7	107,5	107,1	110,9	6,6	5,4	5,5	61,5	50,9	49,6
ICC-15996	3,2	3,4	2,9	38,9	39,2	35,2	96,5	90,5	100,0	13,9	12,3	13,2	144,5	135,6	132,0
ICC-16207	2,9	3,0	2,3	36,0	36,3	33,4	77,9	77,5	70,6	13,7	14,9	13,1	176,1	192,8	185,4
ICC-16261	2,5	2,5	2,1	42,0	40,3	37,2	124,6	114,2	111,0	15,7	15,0	14,2	126,0	131,1	127,9
ICC-16269	2,0	2,2	2,7	45,8	45,5	44,0	140,0	119,4	117,0	22,9	14,2	13,6	163,7	119,0	116,2
ICC-16374	3,2	3,3	2,4	34,7	33,6	33,1	93,8	103,6	97,8	18,1	19,1	17,5	193,2	184,0	178,9
ICC-16524	3,3	3,3	2,0	37,0	35,1	33,2	136,3	105,3	110,5	14,9	8,7	8,9	109,3	82,5	80,5
ICC-16903	3,4	3,1	2,6	34,3	32,4	30,8	142,2	127,1	122,6	15,6	11,4	10,8	109,8	90,0	88,1
ICC-16915	3,3	3,2	2,1	45,2	43,1	36,6	125,0	105,3	101,8	19,0	15,5	14,6	152,3	147,3	143,4
ICC-1710	3,5	3,5	2,5	36,6	34,7	32,8	85,9	85,5	82,4	15,2	15,7	14,6	177,4	183,3	179,2
ICC-1715	2,8	2,0	2,3	35,0	36,5	31,0	64,3	66,2	75,6	15,8	13,4	14,8	244,9	202,9	195,7
ICC-1882	4,5	4,2	2,4	38,1	38,7	32,0	94,8	84,4	78,4	7,5	6,8	6,1	79,3	80,6	77,8
ICC-1915	2,8	2,9	3,0	32,8	30,7	41,0	132,0	102,9	113,4	23,6	15,6	16,8	178,6	151,8	148,2
ICC-1923	3,2	2,4	2,5	34,8	35,8	31,2	90,2	97,8	100,4	8,9	7,9	7,9	98,2	80,9	78,7
ICC-2065	2,6	2,8	2,7	36,8	34,8	23,9	110,9	100,4	96,0	16,9	15,9	14,8	152,6	158,6	154,1
ICC-2072	3,1	2,1	2,6	47,9	38,4	30,2	78,0	77,6	77,9	19,2	20,1	19,5	250,8	254,3	250,3
ICC-2210	3,1	4,2	2,8	37,4	38,4	40,2	96,7	98,1	101,8	15,7	13,8	13,9	162,1	140,3	136,6
ICC-2242	3,5	2,7	2,4	38,8	39,3	32,4	103,0	102,6	132,4	19,4	8,5	10,7	188,3	82,5	80,8
ICC-2263	2,6	1,7	1,8	30,2	28,1	23,1	50,2	64,3	61,4	8,0	9,8	8,9	160,2	151,7	145,0
ICC-2507	3,3	1,7	2,6	55,0	55,0	38,6	130,3	129,9	152,2	22,4	11,7	13,5	171,8	90,3	88,7
ICC-2580	2,7	2,5	2,2	33,7	31,8	38,2	125,6	38,9	47,2	15,4	4,3	5,6	122,9	109,3	118,6
ICC-2593	3,5	3,5	3,0	36,4	34,5	33,4	87,6	83,7	57,4	17,2	19,6	12,8	196,2	234,2	223,1
ICC-2629	2,7	2,0	2,4	37,3	35,4	35,3	125,3	122,4	143,4	11,9	8,2	9,4	95,2	66,8	65,6

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ICC-2720	1,7	1,8	2,8	34,2	33,9	28,6	133,2	132,8	127,4	14,7	17,3	16,2	110,1	129,9	127,2
ICC-2737	3,4	3,3	2,5	45,2	43,3	36,2	58,7	48,3	45,7	12,3	11,7	10,4	209,3	242,1	227,8
ICC-283	2,4	2,5	2,4	31,3	29,4	31,5	79,7	96,6	95,8	16,8	14,3	13,8	210,7	148,2	144,0
ICC-2884	3,6	3,4	1,9	45,9	42,5	42,2	101,4	112,0	108,0	10,9	10,4	9,8	107,8	93,0	90,7
ICC-2919	2,6	2,7	2,7	46,1	46,7	45,0	80,3	77,1	77,8	17,8	15,1	13,6	223,8	227,0	224,8
ICC-2969	2,6	2,0	2,3	38,3	37,5	29,9	136,0	109,1	112,7	20,2	13,8	13,9	148,8	126,4	123,4
ICC-2990	3,0	2,2	2,5	41,5	40,7	42,2	117,3	116,9	108,7	14,2	13,8	12,5	121,4	117,9	115,0
ICC-3218	3,2	2,5	2,8	41,5	40,7	39,3	152,0	148,0	150,0	14,5	15,9	14,8	115,4	122,6	117,8
ICC-3230	4,2	4,3	2,2	46,0	44,7	31,7	125,0	103,5	112,0	10,3	7,8	8,2	82,4	75,0	73,2
ICC-3239	3,5	3,0	2,2	45,3	48,2	47,7	129,1	123,8	111,5	10,1	9,0	7,9	77,8	72,6	70,9
ICC-3325	2,7	2,4	1,9	41,4	41,9	31,9	99,0	96,4	76,4	14,5	13,5	10,3	146,2	139,8	134,8
ICC-3362	4,2	4,2	2,2	31,7	30,6	34,2	129,7	117,3	99,1	5,7	4,6	3,8	44,2	39,4	38,3
ICC-3391	2,4	2,7	2,2	45,1	45,7	43,2	135,8	115,4	104,0	12,5	13,1	11,5	91,8	113,5	110,6
ICC-3421	3,6	3,6	2,5	46,6	29,3	41,2	124,1	173,7	160,4	13,4	20,2	18,3	107,7	116,1	114,1
ICC-3512	3,0	3,1	2,9	44,2	43,4	44,9	80,1	91,8	87,8	14,7	17,5	16,2	183,1	190,4	184,6
ICC-3582	4,9	4,9	3,2	49,1	48,8	42,6	101,0	105,6	101,9	19,8	23,0	21,6	196,3	217,7	211,9
ICC-3631	2,6	2,8	2,7	45,8	44,7	42,7	171,4	146,0	136,0	16,0	17,3	15,8	93,6	118,5	116,1
ICC-3761	2,0	2,5	2,2	43,7	42,9	38,1	158,6	158,2	156,3	14,8	15,1	14,7	93,3	95,7	94,1
ICC-3776	2,7	1,8	2,4	44,5	43,7	42,8	102,0	111,5	92,0	26,7	31,6	25,3	261,7	283,5	275,1
ICC-3946	3,3	3,3	2,5	43,3	43,9	40,4	139,0	113,8	105,9	20,3	16,2	14,7	145,8	142,4	138,8
ICC-4093	1,9	2,0	2,4	33,9	31,9	36,6	104,9	104,5	98,5	14,7	14,4	13,2	139,8	137,7	134,0
ICC-4182	2,5	4,7	2,6	47,6	47,6	40,5	106,3	102,9	103,8	13,3	12,1	11,9	124,9	117,7	114,6
ICC-440	2,5	3,6	2,2	39,1	36,1	32,6	120,1	119,7	136,3	13,3	10,9	12,2	110,8	91,3	89,5
ICC-4418	2,6	2,4	2,2	49,2	47,6	48,6	107,7	98,8	96,4	17,8	15,6	14,8	165,7	157,9	153,5
ICC-4463	2,9	3,2	2,2	47,3	45,4	44,3	105,2	104,8	105,0	13,8	14,7	14,3	131,5	139,8	136,2
ICC-4495	1,9	2,4	2,3	44,1	44,6	37,6	86,7	85,6	97,8	13,1	12,9	14,3	151,5	150,3	146,2
ICC-4533	2,4	3,1	2,5	38,9	38,4	32,6	115,5	115,1	111,0	18,6	20,3	17,3	166,1	171,0	168,9
ICC-456	1,9	2,4	2,7	32,9	31,8	31,7	105,0	107,5	79,1	28,7	30,4	21,6	273,4	282,7	273,1
ICC-4567	2,7	2,6	2,4	28,5	30,6	28,6	90,9	93,0	86,5	14,8	14,6	13,2	162,8	157,5	152,6
ICC-4593	2,6	2,8	3,3	47,8	45,8	31,7	108,0	105,6	126,3	14,9	10,7	12,5	137,7	101,2	99,0
ICC-4639	3,6	3,6	2,8	32,9	30,8	36,4	118,8	108,4	105,8	16,1	12,5	11,9	135,4	115,4	112,5
ICC-4657	4,2	4,2	2,7	40,6	41,2	40,8	98,2	87,8	86,1	13,4	9,6	9,1	136,4	109,1	105,7
ICC-4814	2,9	2,9	2,1	45,2	43,1	38,4	75,0	74,6	72,8	7,5	6,3	5,9	99,4	84,2	81,1
ICC-4841	1,7	1,7	2,2	35,2	36,8	36,1	55,4	94,9	77,6	14,6	25,0	21,1	262,6	263,0	271,9

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ICC-4918	3,2	3,2	2,3	37,3	35,2	32,8	85,4	86,4	87,4	13,7	15,1	14,8	161,0	174,8	169,4
ICC-4948	2,7	2,7	2,4	29,8	27,7	28,2	67,9	37,5	48,9	5,6	3,2	3,9	82,5	84,5	79,8
ICC-4973	3,0	2,9	2,8	37,6	35,5	35,0	78,0	77,1	75,9	12,5	15,4	14,6	160,3	199,4	192,3
ICC-4991	2,0	1,9	2,2	39,5	37,4	32,5	78,9	78,5	72,7	13,5	16,9	15,1	170,9	215,7	207,7
ICC-506	2,6	2,6	2,4	36,3	34,2	34,8	85,5	79,8	89,8	14,5	11,3	12,3	169,7	141,1	136,9
ICC-5135	2,3	2,5	2,8	34,8	33,7	25,5	103,8	103,4	101,8	11,9	10,6	10,2	114,8	102,9	100,2
ICC-5221	4,7	4,7	2,3	40,0	40,6	33,9	81,3	105,9	116,4	8,3	8,6	9,2	102,3	80,9	79,1
ICC-5337	3,4	3,3	2,5	52,5	50,1	52,3	121,3	145,0	121,0	36,0	42,3	31,0	297,1	291,6	256,2
ICC-5383	2,6	2,0	2,3	37,7	35,6	32,9	122,7	106,8	103,8	16,7	15,5	14,7	135,7	145,5	141,7
ICC-5434	2,4	2,4	2,3	31,1	30,8	31,6	104,2	126,0	111,0	28,9	35,4	30,4	276,9	281,3	273,9
ICC-5613	3,3	2,7	2,4	52,7	52,2	50,1	63,8	63,4	60,4	9,9	10,1	9,2	155,2	159,5	152,4
ICC-5639	2,5	1,9	1,8	36,8	34,3	31,4	101,0	102,7	98,8	12,4	10,5	9,8	122,4	102,0	99,2
ICC-5845	4,9	2,6	2,7	34,9	32,9	31,0	99,2	98,8	111,3	11,2	9,6	10,5	113,1	96,7	94,4
ICC-5878	2,6	2,9	2,4	34,9	34,6	32,2	55,7	55,3	56,6	7,5	12,2	11,9	135,0	220,6	210,1
ICC-6263	3,9	2,2	2,2	46,2	45,1	45,4	91,0	101,1	50,7	9,5	26,3	12,5	104,5	260,5	246,7
ICC-6279	2,3	2,9	2,5	30,9	31,5	30,0	86,7	86,3	94,7	13,1	13,4	14,3	151,0	155,4	151,0
ICC-6293	4,9	2,5	2,7	52,3	50,3	33,6	168,7	168,3	189,9	10,7	7,9	8,8	63,1	47,0	46,4
ICC-6294	2,4	2,4	2,5	40,0	38,6	39,3	95,6	85,2	96,6	11,8	10,4	11,5	123,6	122,5	119,1
ICC-6306	2,0	3,3	2,3	48,1	47,8	32,3	95,8	119,9	115,1	19,5	16,3	15,3	203,1	136,2	133,0
ICC-637	2,9	1,6	2,4	37,0	35,9	35,4	153,0	112,6	160,7	9,7	6,8	9,5	63,5	60,1	59,1
ICC-6537	4,2	2,7	2,5	33,0	33,6	28,7	102,8	102,4	93,6	12,8	11,3	10,0	124,3	110,0	106,8
ICC-6571	2,5	3,1	2,8	36,4	33,5	29,8	69,9	69,5	66,2	13,1	15,5	14,2	187,2	223,6	214,4
ICC-6579	3,2	3,2	2,7	32,6	32,3	29,5	72,4	72,0	71,2	11,1	12,4	11,8	153,9	172,3	165,7
ICC-67	3,9	2,7	2,3	39,0	37,9	34,4	69,2	68,8	71,1	17,3	12,7	12,6	249,8	184,3	177,3
ICC-6802	4,5	2,2	1,8	46,9	47,5	30,2	110,9	110,5	109,8	24,9	21,5	20,8	224,3	194,2	189,5
ICC-6811	2,7	3,0	2,5	34,7	33,6	25,1	84,4	84,0	77,3	10,9	10,8	9,6	129,5	128,7	124,2
ICC-6816	2,9	2,9	2,5	46,1	46,7	33,3	88,9	78,5	84,3	13,9	12,7	13,2	156,9	161,8	156,7
ICC-6874	2,4	2,7	2,1	33,1	31,1	25,3	79,1	108,0	123,8	16,4	15,0	16,8	207,4	138,7	135,7
ICC-6875	3,2	3,9	2,8	39,5	37,5	40,5	145,2	114,8	127,3	16,6	10,9	11,8	114,2	94,7	92,7
ICC-6877	2,9	2,0	1,6	43,9	43,6	45,1	78,3	77,9	72,7	8,4	13,8	12,4	107,9	177,2	170,6
ICC-7052	3,8	4,9	2,5	49,5	49,5	41,1	138,2	137,8	132,2	20,7	13,4	12,6	149,7	97,3	95,3
ICC-708	2,6	3,1	2,4	31,9	30,8	30,4	47,4	117,0	70,4	4,9	19,5	11,3	103,4	167,0	160,6
ICC-7150	2,4	2,0	2,2	32,3	37,8	38,3	142,6	142,2	138,2	18,5	14,8	14,1	129,6	104,0	102,0
ICC-7184	3,0	3,0	2,9	31,5	31,2	31,0	84,5	84,0	83,9	7,6	8,2	7,9	89,8	97,2	94,1

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ICC-7255	2,8	2,7	2,4	37,8	36,7	34,9	72,5	68,6	63,8	23,2	22,8	20,3	319,6	332,5	318,4
ICC-7272	1,5	3,1	2,6	35,5	36,1	38,2	104,8	113,3	71,3	29,1	34,2	20,7	277,7	301,9	290,4
ICC-7305	2,6	4,2	2,2	52,1	52,6	46,5	167,1	166,7	163,0	14,7	16,5	15,9	87,9	99,2	97,6
ICC-7413	2,5	2,7	2,4	38,1	37,8	33,5	133,8	133,4	114,9	12,4	18,2	15,3	92,8	136,4	133,2
ICC-7441	4,0	2,5	1,9	33,4	32,3	33,7	94,9	94,5	88,9	16,1	10,5	9,6	170,0	111,4	108,0
ICC-7554	2,7	3,2	2,1	43,2	43,8	43,8	86,4	98,3	69,8	8,5	11,0	7,5	98,1	111,8	107,4
ICC-7571	3,2	3,3	3,1	39,9	35,8	40,6	45,6	75,2	58,5	10,3	20,6	15,3	225,7	274,4	261,7
ICC-762	4,4	2,6	2,1	37,3	37,9	28,3	106,9	106,5	126,9	11,3	5,5	6,4	105,4	51,5	50,5
ICC-7819	3,1	3,2	2,2	36,0	35,7	37,7	70,9	120,5	83,0	17,3	37,2	21,4	244,0	308,9	257,8
ICC-7867	4,8	2,8	2,9	45,7	43,7	38,8	103,1	102,7	101,2	14,5	16,2	15,5	140,5	157,4	153,2
ICC-791	2,9	3,0	2,5	32,0	31,7	32,1	133,8	133,4	97,1	17,5	26,7	18,9	130,4	200,1	194,6
ICC-8195	3,0	3,1	2,3	36,7	35,6	34,6	87,7	83,6	82,4	12,6	13,4	12,8	143,9	160,6	155,4
ICC-8200	1,6	3,0	1,8	38,7	37,6	24,3	119,2	118,8	112,3	12,2	9,3	8,6	102,1	78,5	76,6
ICC-8318	3,3	2,9	2,4	40,9	41,5	40,9	103,0	106,6	90,1	24,3	31,1	25,5	236,4	291,7	283,0
ICC-8384	2,4	2,0	2,2	33,0	31,5	34,9	75,6	110,2	114,7	15,2	14,2	14,4	201,4	128,6	125,6
ICC-8515	2,6	2,5	2,4	42,4	40,6	42,2	139,8	149,4	122,3	41,5	39,3	30,6	296,7	263,1	250,1
ICC-8522	4,2	3,0	3,0	42,7	42,4	43,1	58,8	108,2	98,6	12,3	8,9	7,9	208,7	82,4	80,2
ICC-8621	2,6	2,6	2,3	31,7	31,7	31,5	100,9	98,0	98,5	16,7	16,2	15,8	165,1	165,0	160,5
ICC-867	2,7	3,0	2,2	33,1	33,2	28,4	97,1	96,7	91,2	17,4	18,4	16,8	179,4	189,9	184,3
ICC-8718	3,3	1,8	3,3	38,5	39,0	38,2	102,6	102,2	109,7	16,5	12,0	12,6	160,6	117,8	114,9
ICC-8740	2,7	2,9	2,8	45,8	46,4	45,4	104,6	104,1	97,4	17,0	21,6	19,6	182,7	187,0	184,3
ICC-8752	3,3	2,9	2,9	45,7	46,2	36,2	128,1	127,7	126,8	17,5	15,1	14,7	136,6	118,4	115,9
ICC-8855	3,7	3,2	2,5	46,1	36,1	42,4	129,8	129,4	126,8	14,9	15,2	14,6	114,7	117,6	115,1
ICC-8950	2,9	3,0	2,2	36,7	37,3	31,0	109,8	109,4	106,3	18,3	15,1	14,3	166,7	138,0	134,5
ICC-9002	2,6	3,3	2,0	32,0	32,6	36,7	128,0	127,6	126,7	13,0	12,0	11,7	101,4	94,4	92,4
ICC-9402	4,5	2,9	2,8	52,3	48,6	51,5	112,1	111,7	109,2	15,1	18,4	17,5	134,8	164,4	160,3
ICC-9434	2,9	2,6	2,6	42,9	42,6	40,0	109,3	108,9	107,9	20,7	21,5	20,8	189,4	197,8	192,9
ICC-95	3,1	3,2	2,5	32,5	30,5	32,8	97,9	107,5	92,6	14,5	13,6	11,4	148,4	126,8	123,1
ICC-9586	4,9	2,4	2,3	33,1	32,6	35,1	138,0	142,3	140,7	21,2	23,0	22,3	153,7	161,6	158,5
ICC-9590	3,5	3,7	2,7	45,1	44,6	39,6	114,7	103,8	110,7	19,5	14,8	15,4	170,2	142,6	139,1
ICC-9636	2,6	2,8	3,2	44,0	43,7	35,0	112,3	106,8	107,2	14,9	17,3	16,9	132,6	161,7	157,6
ICC-9643	2,8	2,5	2,7	42,0	41,0	35,5	96,6	97,1	99,3	14,9	14,2	14,1	153,9	145,9	142,0
ICC-9712	3,5	4,3	3,0	46,1	30,6	38,3	165,5	165,1	156,0	14,5	10,4	9,7	87,5	63,3	62,2
ICC-9755	2,9	2,8	2,5	35,0	33,9	39,6	125,0	84,6	92,6	17,7	11,4	12,1	141,4	134,6	130,6

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ИСС-9848	3,5	2,8	2,3	38,8	39,4	38,7	96,9	96,5	97,0	23,3	22,3	21,8	240,0	231,3	224,8
ИСС-9862	1,8	1,9	2,3	35,1	35,7	42,8	133,0	107,7	134,7	16,5	11,3	13,8	123,9	104,6	102,5
ИСС-9872	2,5	2,3	2,3	40,6	39,8	40,5	120,1	119,7	118,0	18,2	19,4	15,2	154,6	158,7	128,8
ИСС-9942	2,9	3,2	2,0	33,5	31,4	31,6	85,8	105,4	103,7	12,6	11,3	10,8	146,8	106,9	104,2
Лин.С-93	2,4	2,6	2,4	41,2	37,7	43,1	85,9	95,5	105,6	18,2	23,9	22,8	212,4	250,5	215,9
Дүэт Азии	2,7	3,1	2,2	46,8	46,3	54,9	119,8	119,4	110,8	11,8	10,9	9,9	98,8	91,6	89,3
Зол. любил.	2,7	1,6	2,5	49,3	50,3	49,5	96,1	107,1	103,6	24,2	22,6	21,3	251,8	211,1	205,6
К-1285	4,2	4,4	2,2	46,7	45,6	56,7	141,0	130,1	107,6	38,7	28,0	22,6	274,1	215,5	210,1
К-1610	3,5	3,7	2,8	33,9	32,5	37,0	111,8	103,1	100,8	13,1	13,5	12,8	117,4	130,5	127,0
К-2389	3,1	3,1	2,1	45,7	44,6	62,4	68,4	68,0	78,0	9,9	10,5	11,6	145,1	154,0	148,7
К-2436	4,2	4,3	2,5	50,6	51,2	56,1	95,8	95,4	83,8	18,3	25,1	21,3	190,5	262,7	254,2
К-272	2,3	2,3	2,2	49,8	46,6	48,1	154,4	103,7	113,5	35,2	19,5	20,8	228,2	187,7	183,2
К-2764	1,6	2,0	2,1	49,9	49,6	52,5	82,0	81,6	103,5	6,0	4,0	4,9	73,2	48,6	47,3
К-3124	3,3	3,2	2,3	47,8	45,8	62,5	115,0	92,1	82,2	34,3	25,8	22,3	298,1	280,5	271,3
К-3179	1,9	2,0	2,0	44,0	42,9	45,9	140,4	110,0	121,8	14,9	10,5	11,4	105,8	95,8	93,6
К-3190	1,9	1,8	2,4	51,2	50,1	59,8	137,0	96,8	104,9	26,6	14,8	15,6	193,9	152,6	148,7
К-3193	4,3	4,3	1,6	38,9	39,5	38,8	127,8	107,4	103,6	9,6	9,4	8,8	75,2	87,2	84,9
К-3194	3,3	2,3	2,2	46,9	45,8	52,9	106,0	105,5	114,4	2,3	1,8	1,9	21,6	17,0	16,6
К-3217	2,9	2,8	1,5	40,8	41,4	40,3	107,6	107,2	105,8	16,4	19,1	18,4	152,3	178,4	173,9
К-3227	3,7	3,5	2,4	47,2	46,9	54,0	68,2	67,8	67,6	15,3	17,2	16,5	224,7	254,1	244,0
К-3236	2,6	2,4	2,3	48,2	47,9	52,6	104,8	104,4	87,9	5,6	5,9	4,8	53,4	56,4	54,6
К-3244	4,5	3,4	2,5	33,9	33,6	24,9	109,0	108,6	102,4	15,8	16,7	15,3	145,3	153,4	149,4
К-3246	2,5	2,7	2,7	50,1	49,3	65,9	100,6	115,2	102,1	5,2	4,9	4,2	51,9	42,3	41,2
К-3329	4,9	4,4	1,9	50,5	50,2	46,5	68,0	107,4	89,3	4,3	11,8	9,5	63,2	109,7	106,4
К-3500	3,6	3,3	2,8	51,1	37,1	68,0	59,5	69,5	64,4	13,5	19,1	17,0	226,9	275,3	263,8
К-3507	2,3	2,5	2,5	43,0	41,9	45,2	83,8	113,4	97,3	18,1	23,1	19,3	216,3	203,9	198,3
К-абули	2,6	2,8	2,2	39,1	39,7	41,1	165,9	165,5	191,3	38,8	49,2	56,1	233,6	297,5	293,3
Камила 1255	3,3	3,3	2,6	48,8	45,6	54,8	49,7	71,3	49,7	13,4	17,5	11,5	270,6	244,9	231,6
Краснокутск	2,9	3,1	2,1	46,1	42,9	50,2	94,3	120,0	134,4	7,3	11,2	12,3	77,2	93,4	91,5
Лин С 87	2,6	2,6	2,3	50,2	48,1	49,4	73,5	78,0	70,3	6,7	8,4	7,3	91,2	108,0	103,8
Линия С 29	2,8	2,9	2,6	51,5	48,3	56,4	111,6	121,2	106,0	27,4	25,9	22,6	245,1	214,1	213,2
Линия С-303	3,3	3,3	2,1	40,1	38,1	50,6	107,3	147,0	131,0	27,3	73,4	35,3	254,3	298,1	269,5
Луч	3,6	4,4	2,0	48,9	49,4	48,3	64,7	51,7	53,3	15,5	15,4	15,1	239,8	298,2	283,1
Мальхотра	2,6	2,5	2,0	52,0	50,6	53,2	103,1	102,7	96,4	14,1	13,9	12,7	137,2	135,6	131,8

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Приво	3,8	2,7	1,8	48,7	45,7	50,0	91,3	97,8	96,0	16,8	18,2	17,4	184,0	186,5	181,3
Тассай	2,9	1,9	2,6	55,8	46,8	48,7	137,9	137,5	116,1	4,1	7,9	6,5	29,9	57,3	56,0
ТН-45/0-01	1,3	1,8	1,9	51,8	52,4	60,1	49,9	40,5	41,4	14,2	12,1	11,9	284,9	299,9	287,4
28-Б	2,4	2,5	2,0	54,3	53,8	41,2	50,6	63,9	61,0	15,0	15,7	14,3	295,9	245,1	234,3
34-Б	2,6	2,7	2,4	39,8	40,4	67,5	91,6	81,2	81,7	10,9	8,3	8,1	118,8	102,6	99,2
ErbsenSpni	4,0	4,0	2,1	47,7	45,7	44,7	77,0	117,0	91,8	18,9	33,0	25,1	245,6	281,8	273,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Статистический анализ. Элементы продуктивности мировой коллекции нута, 2018-2019 гг.

**** Дисперсионный анализ эк-спериментальных данных.
к-омментарии: ветвистость раннеспелой группы, 2018 г.
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
ритерий	к-вадратов	вариации	свободы	к-вадрат	к-
Общая	26.254	1.0000	93	0.282	
Фак-тор	23.539	0.8966	46	0.512	
Сл.фак-торы	2.715	0.1034	47	0.058	

2. Анализ различия фак-торных средних.

Варианты	1	2	Средние	Разница	Значима?
1	2.600	2.500	2.550	К-онтероль	
2	2.700	2.700	2.700	0.150	нет
3	2.400	2.500	2.450	-0.100	нет
4	1.600	1.800	1.700	-0.850	да!
5	2.300	2.200	2.250	-0.300	нет
6	2.500	2.600	2.550	0.000	нет
7	3.200	3.300	3.250	0.700	да!
8	2.800	2.900	2.850	0.300	нет
9	3.300	3.400	3.350	0.800	да!
10	3.700	3.500	3.600	1.050	да!
11	2.900	2.400	2.650	0.100	нет
12	3.400	3.300	3.350	0.800	да!
13	3.400	3.100	3.250	0.700	да!
14	2.600	3.300	2.950	0.400	нет
15	3.500	3.600	3.550	1.000	да!
16	2.900	3.100	3.000	0.450	нет
17	3.400	2.200	2.800	0.250	нет
18	3.200	3.100	3.150	0.600	да!
19	3.100	3.000	3.050	0.500	да!
20	2.700	3.400	3.050	0.500	да!
21	3.400	3.500	3.450	0.900	да!
22	3.800	2.800	3.300	0.750	да!
23	2.400	2.900	2.650	0.100	нет
24	2.600	2.400	2.500	-0.050	нет
25	2.300	2.600	2.450	-0.100	нет
26	1.900	1.800	1.850	-0.700	да!
27	2.300	2.500	2.400	-0.150	нет
28	3.200	3.300	3.250	0.700	да!
29	3.800	3.700	3.750	1.200	да!
30	2.300	2.500	2.400	-0.150	нет
31	2.600	2.600	2.600	0.050	нет
32	2.300	2.900	2.600	0.050	нет
33	2.400	2.800	2.600	0.050	нет
34	3.200	3.300	3.250	0.700	да!
35	3.200	3.300	3.250	0.700	да!
36	3.600	3.700	3.650	1.100	да!
37	3.600	3.500	3.550	1.000	да!
38	2.800	2.700	2.750	0.200	нет
39	3.500	3.400	3.450	0.900	да!
40	2.200	2.200	2.200	-0.350	нет
41	2.800	3.000	2.900	0.350	нет
42	3.800	3.400	3.600	1.050	да!
43	2.200	2.500	2.350	-0.200	нет
44	3.800	3.700	3.750	1.200	да!
45	2.600	2.700	2.650	0.100	нет
46	3.500	3.600	3.550	1.000	да!
47	2.800	2.600	2.700	0.150	нет
Средние	2.917	2.932	2.9245	0.374	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-к-ритерий = 8.8584, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по сндек-ору = 0.7971
Станд.Ошибк-а = 0.1699 (5.81% от общего среднего)
НСР(1%) = 0.6452 НСР(5%) = 0.4835 НСР(10%) = 0.4033

36. Рендомизация в блок-ах:
F-к-ритерий = 8.6866, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
Степень влияния по сндек-ору = 0.7935
Станд.Ошибк-а = 0.1716 (5.87% от общего среднего)
НСР(1%) = 0.6522 НСР(5%) = 0.4886 НСР(10%) = 0.4074

**** Дисперсионный анализ эк-спериментальных данных.
к-омментарии: ветвистость среднеспелой группы 2018 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
ритерий	к-вадратов	вариации	свободы	к-вадрат	к-
Общая	51.050	1.0000	209	0.244	
Фак-тор	41.795	0.8187	104	0.402	
Сл.фак-торы	9.255	0.1813	105	0.088	

2. Анализ различия фак-торных средних.

Варианты	1	2	Средние	Разница	Значима?
1	2.300	2.300	2.300	К-онтероль	

2	2.200	2.300	2.250	-0.050	нет
3	2.500	2.500	2.500	0.200	нет
4	3.200	3.100	3.150	0.850	да!
5	2.500	2.200	2.350	0.050	нет
6	3.000	3.200	3.100	0.800	да!
7	2.300	2.500	2.400	0.100	нет
8	2.800	2.900	2.850	0.550	нет
9	2.400	2.600	2.500	0.200	нет
10	2.400	2.600	2.500	0.200	нет
11	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
12	2.200	2.400	2.300	0.000	нет
13	1.500	1.700	1.600	-0.700	да!
14	2.900	3.300	3.100	0.800	да!
15	2.500	2.900	2.700	0.400	нет
16	3.100	3.200	3.150	0.850	да!
17	3.200	3.300	3.250	0.950	да!
18	2.600	2.900	2.750	0.450	нет
19	2.400	2.800	2.600	0.300	нет
20	3.500	3.600	3.550	1.250	да!
21	2.800	3.200	3.000	0.700	да!
22	2.400	2.800	2.600	0.300	нет
23	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
24	2.700	2.800	2.750	0.450	нет
25	2.100	2.500	2.300	0.000	нет
26	2.700	3.100	2.900	0.600	да!
27	3.400	3.500	3.450	1.150	да!
28	2.200	2.600	2.400	0.100	нет
29	2.600	2.600	2.600	0.300	нет
30	2.900	3.100	3.000	0.700	да!
31	2.300	2.900	2.600	0.300	нет
32	3.100	3.200	3.150	0.850	да!
33	2.800	2.700	2.750	0.450	нет
34	2.900	2.900	2.900	0.600	да!
35	2.500	2.600	2.550	0.250	нет
36	3.300	3.400	3.350	1.050	да!
37	2.800	2.900	2.850	0.550	нет
38	3.100	2.900	3.000	0.700	да!
39	3.300	3.200	3.250	0.950	да!
40	3.700	3.800	3.750	1.450	да!
41	3.500	3.400	3.450	1.150	да!
42	3.600	3.400	3.500	1.200	да!
43	1.800	1.900	1.850	-0.450	нет
44	3.200	3.300	3.250	0.950	да!
45	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
46	1.500	1.600	1.550	-0.750	да!
47	1.900	2.000	1.950	-0.350	нет
48	3.200	3.300	3.250	0.950	да!
49	2.900	2.700	2.800	0.500	нет
50	1.800	1.900	1.850	-0.450	нет
51	3.200	3.300	3.250	0.950	да!
52	3.100	3.200	3.150	0.850	да!
53	2.800	2.900	2.850	0.550	нет
54	3.200	3.300	3.250	0.950	да!
55	3.300	3.500	3.400	1.100	да!
56	3.500	3.400	3.450	1.150	да!
57	2.600	2.700	2.650	0.350	нет
58	3.400	3.500	3.450	1.150	да!
59	2.200	3.200	2.700	0.400	нет
60	3.300	3.400	3.350	1.050	да!
61	2.100	3.100	2.600	0.300	нет
62	2.500	3.500	3.000	0.700	да!
63	2.700	3.700	3.200	0.900	да!
64	3.600	3.500	3.550	1.250	да!
65	2.500	3.500	3.000	0.700	да!
66	1.900	2.000	1.950	-0.350	нет
67	2.200	3.200	2.700	0.400	нет
68	2.200	3.200	2.700	0.400	нет
69	2.800	2.900	2.850	0.550	нет
70	3.100	3.200	3.150	0.850	да!
71	2.200	3.200	2.700	0.400	нет
72	1.900	2.100	2.000	-0.300	нет
73	2.200	3.000	2.600	0.300	нет
74	3.300	1.900	2.600	0.300	нет
75	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
76	2.800	2.300	2.550	0.250	нет
77	2.500	2.900	2.700	0.400	нет
78	3.300	3.200	3.250	0.950	да!
79	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
80	2.700	2.800	2.750	0.450	нет
81	2.300	2.200	2.250	-0.050	нет
82	1.900	2.300	2.100	-0.200	нет
83	2.800	2.900	2.850	0.550	нет
84	3.500	3.600	3.550	1.250	да!
85	2.800	2.400	2.600	0.300	нет
86	2.500	2.600	2.550	0.250	нет
87	3.500	2.900	3.200	0.900	да!
88	2.500	2.200	2.350	0.050	нет
89	2.100	2.700	2.400	0.100	нет
90	2.200	2.800	2.500	0.200	нет
91	3.100	3.200	3.150	0.850	да!
92	3.200	2.200	2.700	0.400	нет
93	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
94	3.900	2.500	3.200	0.900	да!
95	3.100	2.800	2.950	0.650	да!
96	2.900	2.700	2.800	0.500	нет
97	2.800	2.600	2.700	0.400	нет
98	3.200	3.100	3.150	0.850	да!
99	3.100	3.000	3.050	0.750	да!
100	3.100	2.900	3.000	0.700	да!
101	2.700	2.600	2.650	0.350	нет
102	3.100	3.000	3.050	0.750	да!
103	2.600	2.500	2.550	0.250	нет
104	2.900	2.800	2.850	0.550	нет
105	1.700	1.800	1.750	-0.550	нет
Средние	2.748	2.850	2.7986	0.499	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 4.5593, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедек-ору = 0.6402
 Станд.Ошибк-а = 0.2099 (7.50% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.7789 НСР(5%)= 0.5887 НСР(10%)= 0.4927

36. Рендомизация в блок-ах:
 F-к-ритерий = 4.7986, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедек-ору = 0.6551
 Станд.Ошибк-а = 0.2046 (7.31% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.7593 НСР(5%)= 0.5739 НСР(10%)= 0.4803

**** Дисперсионный анализ эк-спериментальных данных.
 К-омментарии: ветвистость среднепоздней группы 2018 года
 1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
ритерий	к-вадратов	вариации	свободы	к-вадрат	к-
общая	217.026	1.0000	199	1.091	
фак-тор	215.721	0.9940	99	2.179	
сл.фак-торы	1.305	0.0060	100	0.013	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние	Разница	Значима?
1	2			
Варианты				
1	2.700 2.600	2.650	К-онтроль	
2	2.400 2.600	2.500	-0.150	нет
3	2.100 1.900	2.000	-0.650	да!
4	3.100 3.200	3.150	0.500	да!
5	4.500 4.400	4.450	1.800	да!
6	2.500 2.600	2.550	-0.100	нет
7	1.700 1.600	1.650	-1.000	да!
8	3.500 3.600	3.550	0.900	да!
9	2.500 2.600	2.550	-0.100	нет
10	4.100 4.200	4.150	1.500	да!
11	3.400 3.600	3.500	0.850	да!
12	4.100 4.200	4.150	1.500	да!
13	2.300 2.500	2.400	-0.250	да!
14	4.800 4.900	4.850	2.200	да!
15	2.500 2.600	2.550	-0.100	нет
16	3.200 3.300	3.250	0.600	да!
17	1.900 1.800	1.850	-0.800	да!
18	2.500 2.600	2.550	-0.100	нет
19	1.900 1.800	1.850	-0.800	да!
20	4.100 4.200	4.150	1.500	да!
21	2.600 2.500	2.550	-0.100	нет
22	1.600 1.700	1.650	-1.000	да!
23	2.400 2.200	2.300	-0.350	да!
24	4.700 4.600	4.650	2.000	да!
25	3.400 3.300	3.350	0.700	да!
26	2.500 2.300	2.400	-0.250	да!
27	3.600 2.600	3.100	0.450	да!
28	2.500 2.700	2.600	-0.050	нет
29	4.900 4.800	4.850	2.200	да!
30	1.800 1.900	1.850	-0.800	да!
31	4.100 4.200	4.150	1.500	да!
32	2.600 2.500	2.550	-0.100	нет
33	2.600 2.500	2.550	-0.100	нет
34	1.900 1.800	1.850	-0.800	да!
35	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
36	3.300 3.200	3.250	0.600	да!
37	3.700 3.600	3.650	1.000	да!
38	2.300 2.200	2.250	-0.400	да!
39	4.100 4.400	4.250	1.600	да!
40	4.100 3.900	4.000	1.350	да!
41	1.600 1.500	1.550	-1.100	да!
42	4.100 4.200	4.150	1.500	да!
43	2.500 2.700	2.600	-0.050	нет
44	2.400 2.500	2.450	-0.200	нет
45	1.400 1.200	1.300	-1.350	да!
46	3.200 3.300	3.250	0.600	да!
47	2.400 2.300	2.350	-0.300	да!
48	3.200 3.300	3.250	0.600	да!
49	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
50	4.200 4.300	4.250	1.600	да!
51	4.800 4.700	4.750	2.100	да!
52	1.800 1.700	1.750	-0.900	да!
53	4.800 4.900	4.850	2.200	да!
54	2.500 2.700	2.600	-0.050	нет
55	3.800 3.900	3.850	1.200	да!
56	2.200 2.300	2.250	-0.400	да!
57	4.800 4.900	4.850	2.200	да!
58	1.900 2.100	2.000	-0.650	да!
59	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
60	4.200 4.100	4.150	1.500	да!
61	3.900 3.800	3.850	1.200	да!
62	4.400 4.500	4.450	1.800	да!
63	2.400 2.300	2.350	-0.300	да!
64	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
65	2.500 2.700	2.600	-0.050	нет
66	1.500 1.400	1.450	-1.200	да!
67	2.400 2.600	2.500	-0.150	нет
68	3.900 4.100	4.000	1.350	да!
69	4.300 4.400	4.350	1.700	да!
70	4.900 4.700	4.800	2.150	да!
71	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
72	1.600 1.500	1.550	-1.100	да!
73	3.300 3.200	3.250	0.600	да!
74	2.300 2.500	2.400	-0.250	да!
75	4.200 4.100	4.150	1.500	да!
76	2.700 2.600	2.650	0.000	нет
77	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
78	2.500 2.700	2.600	-0.050	нет
79	4.400 4.500	4.450	1.800	да!
80	2.800 2.900	2.850	0.200	нет
81	4.800 4.900	4.850	2.200	да!
82	3.400 3.500	3.450	0.800	да!
83	2.300 2.400	2.350	-0.300	да!
84	4.800 4.900	4.850	2.200	да!
85	1.900 1.800	1.850	-0.800	да!

86	4.800	4.900	4.850	2.200	да!
87	2.300	2.400	2.350	-0.300	да!
88	4.400	4.500	4.450	1.800	да!
89	4.100	4.200	4.150	1.500	да!
90	4.900	4.800	4.850	2.200	да!
91	3.700	3.800	3.750	1.100	да!
92	2.800	2.900	2.850	0.200	нет
93	4.800	4.900	4.850	2.200	да!
94	2.500	2.600	2.550	-0.100	нет
95	4.300	4.400	4.350	1.700	да!
96	4.500	4.600	4.550	1.900	да!
97	1.600	1.500	1.550	-1.100	да!
98	4.700	4.800	4.750	2.100	да!
99	2.500	2.600	2.550	-0.100	нет
100	4.200	4.100	4.150	1.500	да!

Средние	3.184	3.207	3.1955	0.545	да!
---------	-------	-------	--------	-------	-----

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-к-ритерий = 166.97, ст.св.=99, 100, Q=-.0000
 Степень влияния по Снедек-ору = 0.9881
 Станд.Ошибк-а = 0.0808 (2.53% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.3000 НСР(5%)= 0.2266 НСР(10%)= 0.1897

36. Рендомизация в блок-ах:
 F-к-ритерий = 168.72, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедек-ору = 0.9882
 Станд.Ошибк-а = 0.0804 (2.51% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.2985 НСР(5%)= 0.2255 НСР(10%)= 0.1887

**** Дисперсионный анализ эк-спериментальных данных.
 К-омментарии: ветвистость раннеспелой группа 2019 года
 1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
ритерий	к-вадратов	вариации	свободы	к-вадрат	к-
общая	80.033	1.0000	93	0.861	
фак-тор	77.873	0.9730	46	1.693	
сл.фак-торы	2.160	0.0270	47	0.046	

2. Анализ различия фак-торных средних.

Повторности		Средние	Разница	Значима?
1	2			
Варианты				
1	2.300 2.400	2.350	К-онтроль	
2	2.500 2.700	2.600	0.250	нет
3	2.200 2.000	2.100	-0.250	нет
4	3.200 3.300	3.250	0.900	да!
5	4.500 4.400	4.450	2.100	да!
6	2.600 2.800	2.700	0.350	нет
7	1.700 1.600	1.650	-0.700	да!
8	3.300 3.500	3.400	1.050	да!
9	2.500 2.600	2.550	0.200	нет
10	4.200 4.300	4.250	1.900	да!
11	2.200 3.600	2.900	0.550	да!
12	4.100 4.200	4.150	1.800	да!
13	2.500 2.700	2.600	0.250	нет
14	4.800 4.900	4.850	2.500	да!
15	2.600 2.700	2.650	0.300	нет
16	3.200 3.300	3.250	0.900	да!
17	2.000 1.900	1.950	-0.400	нет
18	2.100 2.600	2.350	0.000	нет
19	2.100 2.000	2.050	-0.300	нет
20	4.100 4.200	4.150	1.800	да!
21	2.700 2.600	2.650	0.300	нет
22	1.600 1.700	1.650	-0.700	да!
23	2.500 2.300	2.400	0.050	нет
24	4.700 4.600	4.650	2.300	да!
25	3.600 3.500	3.550	1.200	да!
26	2.500 2.300	2.400	0.050	нет
27	3.600 2.600	3.100	0.750	да!
28	2.600 2.800	2.700	0.350	нет
29	4.900 4.800	4.850	2.500	да!
30	1.900 2.100	2.000	-0.350	нет
31	4.100 4.200	4.150	1.800	да!
32	2.500 2.400	2.450	0.100	нет
33	2.600 2.500	2.550	0.200	нет
34	1.800 1.700	1.750	-0.600	да!
35	2.800 2.900	2.850	0.500	да!
36	3.100 3.300	3.200	0.850	да!
37	3.700 3.600	3.650	1.300	да!
38	2.400 2.500	2.450	0.100	нет
39	4.100 4.400	4.250	1.900	да!
40	4.200 3.800	4.000	1.650	да!
41	1.800 1.900	1.850	-0.500	да!
42	4.300 4.400	4.350	2.000	да!
43	2.500 2.700	2.600	0.250	нет
44	2.600 2.700	2.650	0.300	нет
45	1.500 1.700	1.600	-0.750	да!
46	3.200 3.300	3.250	0.900	да!
47	2.600 2.300	2.450	0.100	нет
Средние	2.960 3.006	2.9830	0.633	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-к-ритерий = 36.836, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедек-ору = 0.9471
 Станд.Ошибк-а = 0.1516 (5.08% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.5755 НСР(5%)= 0.4313 НСР(10%)= 0.3597

36. Рендомизация в блок-ах:
 F-к-ритерий = 36.933, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедек-ору = 0.9473
 Станд.Ошибк-а = 0.1514 (5.08% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.5753 НСР(5%)= 0.4310 НСР(10%)= 0.3594

**** Дисперсионный анализ эк-спериментальных данных.

К-омментарии: ветвистость среднеспелой группы 2019 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	к-вадратов	вариации	свободы	к-вадрат	к-ритерий
Общая	66.860	1.0000	209	0.320	
Фак-тор	58.130	0.8694	104	0.559	
6.723					
Сл.фак-торы	8.730	0.1306	105	0.083	

2. Анализ различия фак-торных средних.

Повторности	1	2	Средние	Разница	Значима?
Варианты					
1	2.200	2.100	2.150	К-контроль	
2	2.300	2.400	2.350	0.200	нет
3	2.200	2.600	2.400	0.250	нет
4	3.300	3.200	3.250	1.100	да!
5	2.700	2.300	2.500	0.350	нет
6	2.900	2.200	2.550	0.400	нет
7	2.400	2.600	2.500	0.350	нет
8	3.300	3.100	3.200	1.050	да!
9	1.500	2.200	1.850	-0.300	нет
10	2.000	2.600	2.300	0.150	нет
11	3.400	3.200	3.300	1.150	да!
12	1.800	2.200	2.000	-0.150	нет
13	1.600	1.900	1.750	-0.400	нет
14	1.900	1.600	1.750	-0.400	нет
15	2.900	2.100	2.500	0.350	нет
16	3.100	3.200	3.150	1.000	да!
17	3.300	3.100	3.200	1.050	да!
18	2.900	2.800	2.850	0.700	да!
19	1.600	1.800	1.700	-0.450	нет
20	3.500	3.600	3.550	1.400	да!
21	2.800	2.900	2.850	0.700	да!
22	1.800	1.500	1.650	-0.500	нет
23	2.800	3.100	2.950	0.800	да!
24	2.700	3.200	2.950	0.800	да!
25	2.400	2.900	2.650	0.500	нет
26	1.800	1.900	1.850	-0.300	нет
27	2.300	2.800	2.550	0.400	нет
28	1.800	2.200	2.000	-0.150	нет
29	2.600	2.300	2.450	0.300	нет
30	2.900	3.100	3.000	0.850	да!
31	2.400	2.800	2.600	0.450	нет
32	3.100	2.900	3.000	0.850	да!
33	2.900	2.400	2.650	0.500	нет
34	2.900	3.200	3.050	0.900	да!
35	2.600	2.500	2.550	0.400	нет
36	3.300	2.300	2.800	0.650	да!
37	2.900	3.300	3.100	0.950	да!
38	3.100	2.300	2.700	0.550	нет
39	3.500	3.200	3.350	1.200	да!
40	3.700	2.400	3.050	0.900	да!
41	3.600	3.700	3.650	1.500	да!
42	3.600	3.300	3.450	1.300	да!
43	2.600	1.900	2.250	0.100	нет
44	3.300	3.100	3.200	1.050	да!
45	2.900	2.400	2.650	0.500	нет
46	1.900	1.800	1.850	-0.300	нет
47	1.800	1.800	1.800	-0.350	нет
48	3.300	3.100	3.200	1.050	да!
49	2.900	3.100	3.000	0.850	да!
50	1.800	1.900	1.850	-0.300	нет
51	3.200	3.400	3.300	1.150	да!
52	3.300	3.500	3.400	1.250	да!
53	2.800	3.200	3.000	0.850	да!
54	3.300	3.200	3.250	1.100	да!
55	3.300	2.900	3.100	0.950	да!
56	3.600	3.400	3.500	1.350	да!
57	2.600	2.400	2.500	0.350	нет
58	3.400	3.500	3.450	1.300	да!
59	1.900	2.000	1.950	-0.200	нет
60	3.300	3.200	3.250	1.100	да!
61	1.800	2.200	2.000	-0.150	нет
62	1.800	2.500	2.150	0.000	нет
63	2.100	2.800	2.450	0.300	нет
64	3.600	3.500	3.550	1.400	да!
65	3.000	3.100	3.050	0.900	да!
66	2.800	2.100	2.450	0.300	нет
67	1.600	1.900	1.750	-0.400	нет
68	2.100	3.100	2.600	0.450	нет
69	2.800	2.900	2.850	0.700	да!
70	3.100	3.200	3.150	1.000	да!
71	2.200	3.200	2.700	0.550	нет
72	1.900	1.800	1.850	-0.300	нет
73	2.200	2.900	2.550	0.400	нет
74	2.000	1.900	1.950	-0.200	нет
75	2.900	3.500	3.200	1.050	да!
76	2.800	2.300	2.550	0.400	нет
77	3.200	2.900	3.050	0.900	да!
78	3.300	3.200	3.250	1.100	да!
79	2.900	3.200	3.050	0.900	да!
80	2.700	3.100	2.900	0.750	да!
81	2.300	2.200	2.250	0.100	нет
82	1.900	1.800	1.850	-0.300	нет
83	2.800	2.900	2.850	0.700	да!
84	3.400	3.500	3.450	1.300	да!
85	2.800	2.400	2.600	0.450	нет
86	2.600	2.900	2.750	0.600	да!
87	3.500	2.900	3.200	1.050	да!
88	2.600	2.900	2.750	0.600	да!
89	2.100	2.700	2.400	0.250	нет
90	3.200	2.900	3.050	0.900	да!
91	3.100	3.200	3.150	1.000	да!
92	3.100	2.800	2.950	0.800	да!
93	2.900	2.800	2.850	0.700	да!
94	3.800	3.900	3.850	1.700	да!
95	3.100	2.900	3.000	0.850	да!
96	2.800	2.600	2.700	0.550	нет
97	2.800	3.500	3.150	1.000	да!
98	3.300	3.200	3.250	1.100	да!

99	3.100	3.300	3.200	1.050	да!
100	3.300	2.800	3.050	0.900	да!
101	2.700	3.100	2.900	0.750	да!
102	3.200	3.100	3.150	1.000	да!
103	2.600	2.900	2.750	0.600	да!
104	2.800	2.700	2.750	0.600	да!
105	1.800	1.900	1.850	-0.300	нет

Средние	2.723	2.742	2.7324	0.582	да!
---------	-------	-------	--------	-------	-----

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-к-ритерий = 6.7227, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедек-ору = 0.7410
Станд.Ошибк-а = 0.2039 (7.46% от общего среднего)
НСР(1%) = 0.7565 НСР(5%) = 0.5717 НСР(10%) = 0.4785

36. Рендомизация в блок-ах:
F-к-ритерий = 6.6732, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедек-ору = 0.7394
Станд.Ошибк-а = 0.2046 (7.49% от общего среднего)
НСР(1%) = 0.7594 НСР(5%) = 0.5739 НСР(10%) = 0.4803

**** дисперсионный анализ эк-спериментальных данных.
К-омментарии: ветвистость среднепоздней группа 2019 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	к-вадратов	вариации	свободы	к-вадрат	к-ритерий
Общая	99.678	1.0000	199	0.501	
Фак-тор	88.363	0.8865	99	0.893	
7.888					
Сл.фак-торы	11.315	0.1135	100	0.113	

2. Анализ различия фак-торных средних.

Повторности	1	2	Средние	Разница	Значима?
Варианты					
1	2.300	2.400	2.350	К-контроль	
2	2.400	2.600	2.500	0.150	нет
3	2.300	2.100	2.200	-0.150	нет
4	3.100	3.500	3.300	0.950	да!
5	4.100	4.200	4.150	1.800	да!
6	2.700	2.900	2.800	0.450	нет
7	1.900	1.700	1.800	-0.550	нет
8	3.300	3.500	3.400	1.050	да!
9	2.600	2.700	2.650	0.300	нет
10	4.200	4.300	4.250	1.900	да!
11	2.400	3.500	2.950	0.600	нет
12	4.100	4.200	4.150	1.800	да!
13	2.600	2.800	2.700	0.350	нет
14	4.800	4.900	4.850	2.500	да!
15	2.700	2.900	2.800	0.450	нет
16	3.200	3.300	3.250	0.900	да!
17	2.200	1.800	2.000	-0.350	нет
18	2.100	2.600	2.350	0.000	нет
19	2.400	2.300	2.350	0.000	нет
20	4.100	4.200	4.150	1.800	да!
21	2.800	2.700	2.750	0.400	нет
22	1.600	1.700	1.650	-0.700	да!
23	2.600	2.400	2.500	0.150	нет
24	4.700	4.600	4.650	2.300	да!
25	3.500	3.100	3.300	0.950	да!
26	2.500	2.300	2.400	0.050	нет
27	3.400	2.800	3.100	0.750	да!
28	2.600	2.800	2.700	0.350	нет
29	4.400	4.300	4.350	2.000	да!
30	1.900	2.100	2.000	-0.350	нет
31	4.200	4.400	4.300	1.950	да!
32	2.500	2.400	2.450	0.100	нет
33	2.400	2.300	2.350	0.000	нет
34	1.800	1.700	1.750	-0.600	нет
35	2.700	2.800	2.750	0.400	нет
36	3.100	3.300	3.200	0.850	да!
37	3.500	3.400	3.450	1.100	да!
38	2.400	2.500	2.450	0.100	нет
39	4.200	4.300	4.250	1.900	да!
40	4.200	3.800	4.000	1.650	да!
41	1.900	2.100	2.000	-0.350	нет
42	4.300	4.400	4.350	2.000	да!
43	2.700	2.900	2.800	0.450	нет
44	2.600	2.700	2.650	0.300	нет
45	1.700	1.900	1.800	-0.550	нет
46	3.200	3.300	3.250	0.900	да!
47	2.400	2.500	2.450	0.100	нет
48	2.200	2.300	2.250	-0.100	нет
49	2.500	2.600	2.550	0.200	нет
50	3.200	3.100	3.150	0.800	да!
51	2.200	2.300	2.250	-0.100	нет
52	3.000	1.900	2.450	0.100	нет
53	2.300	2.800	2.550	0.200	нет
54	2.800	2.900	2.850	0.500	нет
55	2.100	2.300	2.200	-0.150	нет
56	2.600	3.100	2.850	0.500	нет
57	2.900	2.100	2.500	0.150	нет
58	3.200	3.300	3.250	0.900	да!
59	1.500	1.700	1.600	-0.750	да!
60	2.800	2.600	2.700	0.350	нет
61	2.500	2.900	2.700	0.350	нет
62	3.100	1.200	2.150	-0.200	нет
63	3.200	2.200	2.700	0.350	нет
64	1.100	2.900	2.000	-0.350	нет
65	2.900	3.200	3.050	0.700	да!
66	3.500	2.700	3.100	0.750	да!
67	2.500	2.800	2.650	0.300	нет
68	2.600	2.300	2.450	0.100	нет
69	2.900	2.200	2.550	0.200	нет
70	2.700	2.800	2.750	0.400	нет
71	2.800	3.200	3.000	0.650	нет
72	2.900	3.100	3.000	0.650	нет

73	3.400	2.300	2.850	0.500	нет
74	1.900	2.100	2.000	-0.350	нет
75	2.600	3.300	2.950	0.600	нет
76	2.900	3.100	3.000	0.650	нет
77	2.800	3.200	3.000	0.650	нет
78	3.100	3.500	3.300	0.950	да!
79	2.800	2.900	2.850	0.500	нет
80	2.900	2.300	2.600	0.250	нет
81	2.500	2.300	2.400	0.050	нет
82	3.300	2.300	2.800	0.450	нет
83	2.800	2.900	2.850	0.500	нет
84	3.300	2.900	3.100	0.750	да!
85	3.300	2.300	2.800	0.450	нет
86	3.800	3.600	3.700	1.350	да!
87	3.500	3.400	3.450	1.100	да!
88	3.500	3.200	3.350	1.000	да!
89	2.800	3.300	3.050	0.700	да!
90	3.200	3.300	3.250	0.900	да!
91	2.900	2.600	2.750	0.400	нет
92	2.900	2.800	2.850	0.500	нет
93	2.500	1.900	2.200	-0.150	нет
94	3.200	2.400	2.800	0.450	нет
95	2.900	2.400	2.650	0.300	нет
96	2.800	3.500	3.150	0.800	да!
97	3.300	3.100	3.200	0.850	да!
98	3.000	2.900	2.950	0.600	нет
99	2.800	2.700	2.750	0.400	нет
100	3.200	3.600	3.400	1.050	да!
Средние	2.892	2.865	2.8785	0.529	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-к-ритерий = 7.8882, ст.св.=99, 100, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.7736
 Станд.Ошибк-а = 0.2379 (8.26% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.8833 НСР(5%)= 0.6674 НСР(10%)= 0.5585

36. Рендомизация в блок-ах:
 F-к-ритерий = 7.8346, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.7736
 Станд.Ошибк-а = 0.2387 (8.29% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.8865 НСР(5%)= 0.6697 НСР(10%)= 0.5604

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
 Комментарий: Высота растений раннеспелой группы 2018 года
 1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
Общая	3782.804	1.0000	93	40.675	
Фактор	3689.775	0.9754	46	80.213	
Сл.факторы	93.029	0.0246	47	1.979	

2. Анализ различия факторных средних.

		повторности		Средние	Разница	Значима?
		1	2			
Варианты						
1		37.31	40.09	38.70	Контроль	
2		37.21	38.99	38.10	-0.600	нет
3		46.71	57.49	52.10	13.40	да!
4		38.11	41.89	40.00	1.300	нет
5		48.21	49.99	49.10	10.40	да!
6		54.11	53.89	54.00	15.30	да!
7		39.51	41.29	40.40	1.700	нет
8		34.71	35.49	35.10	-3.600	да!
9		36.71	37.49	37.10	-1.600	нет
10		51.11	49.89	50.50	11.80	да!
11		47.11	46.89	47.00	8.300	да!
12		43.71	42.49	43.10	4.400	да!
13		38.41	39.19	38.80	0.100	нет
14		48.01	49.79	48.90	10.20	да!
15		36.81	36.59	36.70	-2.000	нет
16		45.71	44.49	45.10	6.400	да!
17		35.61	34.39	35.00	-3.700	да!
18		34.91	34.69	34.80	-3.900	да!
19		47.01	48.79	47.90	9.200	да!
20		37.01	37.79	37.40	-1.300	нет
21		39.41	38.19	38.80	0.100	нет
22		54.11	55.89	55.00	16.30	да!
23		41.51	41.29	41.40	2.700	нет
24		47.71	47.49	47.60	8.900	да!
25		39.21	38.99	39.10	0.400	нет
26		43.71	44.49	44.10	5.400	да!
27		38.01	39.79	38.90	0.200	нет
28		53.31	52.09	52.70	14.00	да!
29		49.61	49.39	49.50	10.80	да!
30		31.91	32.69	32.30	-6.400	да!
31		52.21	51.99	52.10	13.40	да!
32		41.81	42.90	42.36	3.655	да!
33		31.31	32.09	31.70	-7.000	да!
34		38.25	38.79	38.52	-0.180	нет
35		46.31	45.09	45.70	7.000	да!
36		45.71	46.49	46.10	7.400	да!
37		44.71	45.49	45.10	6.400	да!
38		42.11	41.89	42.00	3.300	да!
39		46.71	45.49	46.10	7.400	да!
40		49.21	48.99	49.10	10.40	да!
41		55.41	56.19	55.80	17.10	да!
42		48.01	49.79	48.90	10.20	да!
43		40.81	41.59	41.20	2.500	нет
44		48.31	49.09	48.70	10.00	да!
45		48.91	49.69	49.30	10.60	да!
46		51.21	50.99	51.10	12.40	да!
47		48.91	49.69	49.30	10.60	да!
Средние		43.75	44.43	44.091	5.391	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-критерий = 40.525, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9518
 Станд.Ошибка = 0.9948 (2.26% от общего среднего)
 НСР(1%)= 3.7769 НСР(5%)= 2.8303 НСР(10%)= 2.3607

36. Рендомизация в блоках:
 F-критерий = 44.823, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9564
 Станд.Ошибка = 0.9459 (2.15% от общего среднего)
 НСР(1%)= 3.5945 НСР(5%)= 2.6927 НСР(10%)= 2.2456

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.
 Комментарий: Высота растений среднеспелой группы 2018 года
 1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
Общая	7256.317	1.0000	209	34.719	
Фактор	7099.911	0.9784	104	68.268	
Сл.факторы	156.405	0.0216	105	1.490	

2. Анализ различия факторных средних.

		Повторности		Средние	Разница	Значима?
		1	2			
Варианты						
1		53.40	49.19	51.29	Контроль	
2		42.81	41.59	42.20	-9.095	да!
3		35.91	34.69	35.30	-15.99	да!
4		36.21	36.99	36.60	-14.69	да!
5		38.31	39.09	38.70	-12.59	да!
6		35.11	35.89	35.50	-15.79	да!
7		30.91	31.69	31.30	-19.99	да!
8		45.41	49.19	47.30	-3.995	да!
9		36.41	37.19	36.80	-14.49	да!
10		40.21	40.99	40.60	-10.69	да!
11		36.71	37.49	37.10	-14.19	да!
12		31.01	31.79	31.40	-19.89	да!
13		30.21	31.99	31.10	-20.19	да!
14		36.31	36.09	36.20	-15.09	да!
15		35.01	31.79	33.40	-17.89	да!
16		32.51	31.29	31.90	-19.39	да!
17		45.81	44.59	45.20	-6.095	да!
18		32.91	32.69	32.80	-18.49	да!
19		29.81	30.59	30.20	-21.09	да!
20		33.51	32.29	32.90	-18.39	да!
21		37.21	37.99	37.60	-13.69	да!
22		35.91	36.69	36.30	-14.99	да!
23		45.11	44.89	45.00	-6.295	да!
24		36.81	36.59	36.70	-14.59	да!
25		46.21	47.99	47.10	-4.195	да!
26		37.41	35.19	36.30	-14.99	да!
27		39.21	39.99	39.60	-11.69	да!
28		31.11	31.89	31.50	-19.79	да!
29		35.91	35.69	35.80	-15.49	да!
30		31.81	31.59	31.70	-19.59	да!
31		38.01	41.20	39.60	-11.69	да!
32		45.61	36.60	41.10	-10.19	да!
33		53.61	55.39	54.50	3.205	да!
34		44.70	48.69	46.69	-4.600	да!
35		33.61	38.39	36.00	-15.29	да!
36		37.01	37.79	37.40	-13.89	да!
37		32.01	31.79	31.90	-19.39	да!
38		37.81	37.59	37.70	-13.59	да!
39		43.11	45.89	44.50	-6.795	да!
40		35.21	34.99	35.10	-16.19	да!
41		34.01	33.79	33.90	-17.39	да!
42		47.91	47.69	47.80	-3.495	да!
43		44.51	44.29	44.40	-6.895	да!
44		41.51	41.29	41.40	-9.895	да!
45		29.81	29.59	29.70	-21.59	да!
46		44.31	44.09	44.20	-7.095	да!
47		37.41	37.19	37.30	-13.99	да!
48		46.31	45.09	45.70	-5.595	да!
49		34.11	35.89	35.00	-16.29	да!
50		28.11	28.89	28.50	-22.79	да!
51		45.01	44.79	44.90	-6.395	да!
52		39.01	38.79	38.90	-12.39	да!
53		35.11	36.89	36.00	-15.29	да!
54		37.11	36.89	37.00	-14.29	да!
55		34.41	34.19	34.30	-16.99	да!
56		36.71	36.49	36.60	-14.69	да!
57		34.31	33.09	33.70	-17.59	да!
58		36.51	36.29	36.40	-14.89	да!
59		37.41	37.19	37.30	-13.99	да!
60		45.31	45.09	45.20	-6.095	да!
61		38.41	38.19	38.30	-12.99	да!
62		41.11	41.89	41.50	-9.795	да!
63		41.61	41.39	41.50	-9.795	да!
64		46.71	46.49	46.60	-4.695	да!
65		43.81	44.59	44.20	-7.095	да!
66		43.81	43.59	43.70	-7.595	да!
67		44.11	44.89	44.50	-6.795	да!
68		28.61	28.39	28.50	-22.79	да!
69		44.81	45.59	45.20	-6.095	да!
70		37.41	37.19	37.30	-13.99	да!
71		29.91	29.69	29.80	-21.49	да!
72		39.61	39.39	39.50	-11.79	да!
73		36.41	36.19	36.30	-14.99	да!
74		37.81	37.59	37.70	-13.59	да!
75		33.11	33.89	33.50	-17.79	да!
76		50.31	50.09	50.20	-1.095	нет
77		46.91	46.69	46.80	-4.495	да!
78		48.41	49.19	48.80	-2.495	да!
79		45.21	46.99	46.10	-5.195	да!
80		51.11	51.89	51.50	0.205	нет
81		49.91	49.69	49.80	-1.495	нет
82		35.71	35.49	35.60	-15.69	да!
83		43.81	44.59	44.20	-7.095	да!
84		30.71	30.49	30.60	-20.69	да!

85	33.31	33.09	33.20	-18.09	да!
86	36.51	36.29	36.40	-14.89	да!
87	38.31	38.09	38.20	-13.09	да!
88	45.11	46.89	46.00	-5.295	да!
89	39.61	40.39	40.00	-11.29	да!
90	36.51	36.29	36.40	-14.89	да!
91	32.71	32.49	32.60	-18.69	да!
92	34.81	34.59	34.70	-16.59	да!
93	46.21	45.99	46.10	-5.195	да!
94	39.11	39.89	39.50	-11.79	да!
95	31.61	31.39	31.50	-19.79	да!
96	37.91	37.69	37.80	-13.49	да!
97	43.31	43.09	43.20	-8.095	да!
98	36.80	42.90	39.85	-11.44	да!
99	33.11	38.89	36.00	-15.29	да!
100	36.81	36.59	36.70	-14.59	да!
101	45.41	46.19	45.80	-5.495	да!
102	33.61	31.39	32.50	-18.79	да!
103	43.61	44.39	44.00	-7.295	да!
104	34.61	35.39	35.00	-16.29	да!
105	35.21	34.99	35.10	-16.19	да!
Средние	38.75	38.98	38.860	-12.43	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 45.831, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9573
Станд.Ошибка = 0.8630 (2.22% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.2019 НСР(5%)= 2.4200 НСР(10%)= 2.0254

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 46.209, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9576
Станд.Ошибка = 0.8595 (2.21% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.1893 НСР(5%)= 2.4103 НСР(10%)= 2.0173

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Высота растений среднепоздней группы 2018 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
Общая	8357.850	1.0000	199	41.999	
Фактор	8158.929	0.9762	99	82.413	
Сл.факторы	198.921	0.0238	100	1.989	

2. Анализ различия факторных средних.

		Повторности		Средние	Разница	Значима?
		1	2			
Варианты						
1	46.70	49.09	47.90	Контроль		
2	41.11	42.89	42.00	-5.895	Да!	
3	45.41	46.19	45.80	-2.095	Нет	
4	35.31	34.09	34.70	-13.19	Да!	
5	37.21	38.99	38.10	-9.795	Да!	
6	36.41	37.19	36.80	-11.10	Да!	
7	33.81	34.59	34.20	-13.69	Да!	
8	41.01	50.70	45.85	-2.040	Нет	
9	47.80	44.39	46.10	-1.800	Нет	
10	45.11	46.89	46.00	-1.895	Нет	
11	48.20	42.30	45.25	-2.645	Нет	
12	31.31	32.09	31.70	-16.19	Да!	
13	45.21	44.99	45.10	-2.795	Нет	
14	48.71	49.49	49.10	1.205	Нет	
15	46.41	45.19	45.80	-2.095	Нет	
16	45.60	40.90	43.25	-4.645	Да!	
17	33.01	34.79	33.90	-13.99	Да!	
18	50.40	47.99	49.19	1.300	Нет	
19	33.51	32.29	32.90	-14.99	Да!	
20	39.21	41.99	40.60	-7.295	Да!	
21	47.41	48.19	47.80	-0.095	Нет	
22	33.10	37.30	35.20	-12.70	Да!	
23	35.41	34.19	34.80	-13.10	Да!	
24	40.11	39.89	40.00	-7.895	Да!	
25	52.30	52.79	52.54	4.650	Да!	
26	31.71	30.49	31.10	-16.80	Да!	
27	45.31	46.09	45.70	-2.195	Нет	
28	40.41	39.19	39.80	-8.095	Да!	
29	49.11	51.89	50.50	2.605	Нет	
30	44.11	43.89	44.00	-3.895	Да!	
31	49.21	51.99	50.60	2.705	Нет	
32	52.11	51.89	52.00	4.105	Да!	
33	48.81	47.59	48.20	0.305	Нет	
34	50.81	51.59	51.20	3.305	Да!	
35	41.41	40.19	40.80	-7.095	Да!	
36	47.41	48.19	47.80	-0.095	Нет	
37	46.81	47.59	47.20	-0.695	Нет	
38	43.61	42.39	43.00	-4.895	Да!	
39	39.01	38.79	38.90	-8.995	Да!	
40	47.31	48.09	47.70	-0.195	Нет	
41	50.01	49.79	49.90	2.005	Нет	
42	46.31	47.09	46.70	-1.195	Нет	
43	39.21	38.99	39.10	-8.795	Да!	
44	49.71	50.49	50.10	2.205	Нет	
45	51.41	52.19	51.80	3.905	Да!	
46	40.21	39.99	40.10	-7.795	Да!	
47	53.91	54.69	54.30	6.405	Да!	
48	47.01	46.79	46.90	-0.995	Нет	
49	34.51	35.29	34.90	-12.99	Да!	
50	49.60	47.89	48.74	0.850	Нет	
51	40.10	43.30	41.70	-6.195	Да!	
52	35.61	36.39	36.00	-11.90	Да!	
53	34.51	35.29	34.90	-12.99	Да!	
54	34.01	35.79	34.90	-12.99	Да!	
55	46.31	46.09	46.20	-1.695	Нет	
56	30.01	31.79	30.90	-16.99	Да!	
57	51.91	52.69	52.30	4.405	Да!	
58	48.21	47.99	48.10	0.205	Нет	

59	36.61	37.39	37.00	-10.90	да!
60	32.11	33.89	33.00	-14.90	да!
61	38.61	39.39	39.00	-8.895	да!
62	46.01	47.79	46.90	-0.995	нет
63	33.21	32.99	33.10	-14.80	да!
64	43.51	44.29	43.90	-3.995	да!
65	32.51	31.29	31.90	-16.00	да!
66	36.11	34.89	35.50	-12.40	да!
67	38.21	37.99	38.10	-9.795	да!
68	34.01	32.79	33.40	-14.49	да!
69	37.91	36.69	37.30	-10.60	да!
70	45.31	46.09	45.70	-2.195	нет
71	32.11	31.89	32.00	-15.90	да!
72	39.31	38.09	38.70	-9.195	да!
73	41.01	40.79	40.90	-6.995	да!
74	32.61	33.39	33.00	-14.90	да!
75	41.81	43.59	42.70	-5.195	да!
76	33.71	32.49	33.10	-14.80	да!
77	36.31	37.09	36.70	-11.19	да!
78	32.61	31.39	32.00	-15.90	да!
79	54.60	49.90	52.25	4.355	да!
80	43.01	42.79	42.90	-4.995	да!
81	33.21	32.99	33.10	-14.80	да!
82	38.41	39.19	38.80	-9.095	да!
83	37.61	36.39	37.00	-10.90	да!
84	36.21	35.99	36.10	-11.80	да!
85	36.61	37.39	37.00	-10.90	да!
86	33.61	34.39	34.00	-13.90	да!
87	38.90	44.90	41.90	-5.995	да!
88	34.51	33.29	33.90	-13.99	да!
89	46.21	47.99	47.10	-0.795	нет
90	34.31	33.09	33.70	-14.19	да!
91	40.31	39.09	39.70	-8.195	да!
92	42.30	40.30	41.30	-6.595	да!
93	37.31	36.09	36.70	-11.19	да!
94	33.81	32.59	33.20	-14.69	да!
95	47.80	43.60	45.70	-2.195	нет
96	36.11	37.89	37.00	-10.90	да!
97	47.91	48.69	48.30	0.405	нет
98	37.81	38.59	38.20	-9.695	да!
99	35.01	36.79	35.90	-11.99	да!
100	48.01	47.79	47.90	0.005	нет
Средние	41.17	41.36	41.262	-6.633	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 41.430, ст.св.=99, 100, Q=-.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9529
Станд.Ошибка = 0.9973 (2.42% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.7035 НСР(5%)= 2.7982 НСР(10%)= 2.3416

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 41.392, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9528
Станд.Ошибка = 0.9978 (2.42% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.7060 НСР(5%)= 2.7998 НСР(10%)= 2.3429

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Высота растений раннеспелой группы 2019 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
Общая	3289.028	1.0000	93	35.366	
Фактор	3276.499	0.9962	46	71.228	
Сл.факторы	12.529	0.0038	47	0.267	

2. Анализ различия факторных средних.

		Повторности		Средние	Разница	Значима?
		1	2			
Варианты						
1		38.31	37.09	37.70	Контроль	
2		38.09	38.06	38.08	0.375	нет
3		48.09	49.06	48.58	10.88	да!
4		38.99	37.96	38.47	0.775	нет
5		45.09	45.06	45.08	7.375	да!
6		51.99	51.96	51.97	14.27	да!
7		39.39	39.36	39.38	1.675	да!
8		35.09	36.06	35.58	-2.125	да!
9		39.09	38.06	38.58	0.875	нет
10		49.49	49.46	49.47	11.77	да!
11		46.99	47.96	47.47	9.775	да!
12		43.09	44.06	43.58	5.875	да!
13		38.79	39.76	39.28	1.575	да!
14		48.89	48.86	48.88	11.17	да!
15		36.69	37.66	37.17	-0.525	нет
16		45.09	45.06	45.08	7.375	да!
17		36.99	35.96	36.47	-1.225	да!
18		35.79	35.76	35.78	-1.925	да!
19		37.89	38.86	38.38	0.675	нет
20		38.39	38.36	38.38	0.675	нет
21		38.79	39.76	39.28	1.575	да!
22		54.99	54.96	54.97	17.27	да!
23		41.39	42.36	41.88	4.175	да!
24		47.59	47.56	47.58	9.875	да!
25		36.09	36.06	36.08	-1.625	да!
26		44.09	45.06	44.58	6.875	да!
27		38.89	37.86	38.38	0.675	нет
28		51.69	52.66	52.17	14.47	да!
29		49.49	49.46	49.47	11.77	да!
30		38.29	37.26	37.78	0.075	нет
31		52.09	53.06	52.58	14.88	да!
32		41.19	40.10	40.64	2.945	да!
33		31.69	31.66	31.67	-6.025	да!
34		38.51	39.48	38.99	1.295	да!
35		45.69	46.66	46.17	8.475	да!
36		36.09	36.06	36.08	-1.625	да!
37		44.09	45.06	44.58	6.875	да!

38	40.99	40.96	40.97	3.275	да!
39	30.09	31.06	30.58	-7.125	да!
40	37.09	37.06	37.08	-0.625	нет
41	46.79	46.76	46.78	9.075	да!
42	48.89	49.86	49.38	11.67	да!
43	38.19	37.16	37.67	-0.025	нет
44	45.69	45.66	45.67	7.975	да!
45	50.29	50.26	50.28	12.58	да!
46	37.09	37.06	37.08	-0.625	нет
47	47.29	47.26	47.28	9.575	да!
Средние	42.24	42.40	42.318	4.618	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 267.21, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9925
Станд.Ошибка = 0.3651 (0.86% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.3860 НСР(5%)= 1.0387 НСР(10%)= 0.8663

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 274.06, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9927
Станд.Ошибка = 0.3605 (0.85% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.3698 НСР(5%)= 1.0262 НСР(10%)= 0.8558

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Высота растений среднеспелой группы 2019 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	кватратов	вариации	свободы	кватрат	
общая	7222.163	1.0000	209	34.556	
фактор	7100.213	0.9831	104	68.271	
58.78					
сл.факторы	121.950	0.0169	105	1.161	

2. Анализ различия факторных средних.

повторности		Средние		Разница		Значима?	
1	2	1	2	1	2	1	2
Варианты							
1	48.29	47.26	47.78	контроль			
2	39.40	41.20	40.30	-7.475	да!		
3	33.50	33.30	33.40	-14.38	да!		
4	33.90	35.50	34.70	-13.08	да!		
5	36.60	37.00	36.80	-10.98	да!		
6	32.50	34.70	33.60	-14.18	да!		
7	29.30	29.50	29.40	-18.38	да!		
8	44.50	46.30	45.40	-2.375	да!		
9	33.30	35.30	34.30	-13.48	да!		
10	39.00	40.60	39.80	-7.975	да!		
11	36.10	36.50	36.30	-11.48	да!		
12	28.90	29.70	29.30	-18.48	да!		
13	29.80	30.80	30.30	-17.48	да!		
14	35.20	35.60	35.40	-12.38	да!		
15	32.30	32.90	32.60	-15.18	да!		
16	30.40	30.80	30.60	-17.18	да!		
17	42.70	43.50	43.10	-4.675	да!		
18	30.20	31.20	30.70	-17.08	да!		
19	27.90	28.30	28.10	-19.68	да!		
20	30.50	31.10	30.80	-16.98	да!		
21	34.50	36.50	35.50	-12.28	да!		
22	34.00	34.40	34.20	-13.58	да!		
23	42.50	43.30	42.90	-4.875	да!		
24	34.10	35.10	34.60	-13.18	да!		
25	46.10	46.50	46.30	-1.475	нет		
26	32.80	33.40	33.10	-14.68	да!		
27	35.40	37.40	36.40	-11.38	да!		
28	27.50	29.10	28.30	-19.48	да!		
29	32.40	32.80	32.60	-15.18	да!		
30	27.40	29.60	28.50	-19.28	да!		
31	36.20	36.60	36.40	-11.38	да!		
32	37.50	38.30	37.90	-9.875	да!		
33	50.80	51.80	51.30	3.525	да!		
34	43.30	43.70	43.50	-4.275	да!		
35	32.50	33.10	32.80	-14.98	да!		
36	33.10	35.30	34.20	-13.58	да!		
37	30.30	31.30	30.80	-16.98	да!		
38	35.94	37.74	36.84	-10.94	да!		
39	43.44	43.84	43.64	-4.135	да!		
40	33.84	34.64	34.24	-13.54	да!		
41	32.00	33.00	32.50	-15.28	да!		
42	46.74	47.14	46.94	-0.835	нет		
43	43.24	43.84	43.54	-4.235	да!		
44	39.64	41.44	40.54	-7.235	да!		
45	27.84	29.84	28.84	-18.94	да!		
46	42.54	44.14	43.34	-4.435	да!		
47	36.24	36.64	36.44	-11.33	да!		
48	45.90	46.70	46.30	-1.475	нет		
49	34.80	35.80	35.30	-12.48	да!		
50	28.60	29.00	28.80	-18.98	да!		
51	44.90	45.50	45.20	-2.575	да!		
52	38.40	40.00	39.20	-8.575	да!		
53	34.10	38.50	36.30	-11.48	да!		
54	34.00	36.20	35.10	-12.68	да!		
55	32.20	32.60	32.40	-15.38	да!		
56	34.30	35.10	34.70	-13.08	да!		
57	31.30	32.30	31.80	-15.98	да!		
58	34.30	34.70	34.50	-13.28	да!		
59	35.10	35.70	35.40	-12.38	да!		
60	42.20	44.40	43.30	-4.475	да!		
61	37.00	38.00	37.50	-10.28	да!		
62	39.80	41.60	40.70	-7.075	да!		
63	39.70	41.70	40.70	-7.075	да!		
64	29.10	29.50	29.30	-18.48	да!		
65	43.00	43.80	43.40	-4.375	да!		
66	42.40	43.40	42.90	-4.875	да!		
67	43.50	43.90	43.70	-4.075	да!		
68	30.30	30.90	30.60	-17.18	да!		
69	42.10	44.10	43.10	-4.675	да!		
70	34.40	36.00	35.20	-12.58	да!		

71	25.50	29.90	27.70	-20.08	да!
72	36.30	38.50	37.40	-10.38	да!
73	33.20	35.20	34.20	-13.58	да!
74	34.80	36.40	35.60	-12.18	да!
75	29.20	33.60	31.40	-16.38	да!
76	47.90	48.30	48.10	0.325	нет
77	45.90	46.70	46.30	-1.475	нет
78	45.10	46.10	45.60	-2.175	да!
79	42.70	43.10	42.90	-4.875	да!
80	48.00	48.60	48.30	0.525	нет
81	44.40	48.80	46.60	-1.175	нет
82	32.20	32.60	32.40	-15.38	да!
83	40.90	41.70	41.30	-6.475	да!
84	26.90	27.90	27.40	-20.38	да!
85	30.60	31.00	30.80	-16.98	да!
86	32.90	33.50	33.20	-14.58	да!
87	34.00	38.40	36.20	-11.58	да!
88	41.70	43.90	42.80	-4.975	да!
89	37.50	39.70	38.60	-9.175	да!
90	32.40	34.60	33.50	-14.28	да!
91	32.10	32.50	32.30	-15.48	да!
92	33.20	34.00	33.60	-14.18	да!
93	46.20	47.20	46.70	-1.075	нет
94	37.31	37.71	37.51	-10.26	да!
95	30.90	31.50	31.20	-16.58	да!
96	36.60	36.80	36.70	-11.08	да!
97	43.50	44.10	43.80	-3.975	да!
98	35.71	35.91	35.81	-11.97	да!
99	35.50	35.90	35.70	-12.08	да!
100	35.20	36.00	35.60	-12.18	да!
101	45.90	46.90	46.40	-1.375	нет
102	30.31	30.71	30.51	-17.27	да!
103	43.40	44.00	43.70	-4.075	да!
104	32.80	35.00	33.90	-13.88	да!
105	34.60	36.80	35.70	-12.08	да!
Средние	36.50	37.66	37.083	-10.69	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 58.782, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9665
Станд.Ошибка = 0.7620 (2.06% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.8273 НСР(5%)= 2.1369 НСР(10%)= 1.7884

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 137.67, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9856
Станд.Ошибка = 0.4979 (1.34% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.8478 НСР(5%)= 1.3965 НСР(10%)= 1.1687

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Высота растений среднеспелой группы 2019 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	кватратов	вариации	свободы	кватрат	
общая	8091.748	1.0000	199	40.662	
фактор	7974.362	0.9855	99	80.549	
68.62					
сл.факторы	117.386	0.0145	100	1.174	

2. Анализ различия факторных средних.

		Повторности		Средние	Разница	Значима?
		1	2			
Варианты						
1		47.69	48.66	48.17	Контроль	
2		40.10	40.50	40.30	-7.875	да!
3		44.79	46.21	45.50	-2.675	да!
4		33.69	33.51	33.60	-14.58	да!
5		38.50	38.90	38.70	-9.475	да!
6		34.61	35.01	34.81	-13.37	да!
7		33.19	34.61	33.90	-14.27	да!
8		44.30	40.70	42.50	-5.675	да!
9		44.10	49.30	46.70	-1.475	нет
10		44.50	44.90	44.70	-3.475	да!
11		47.90	48.50	48.20	0.025	нет
12		30.40	30.80	30.60	-17.58	да!
13		45.50	45.90	45.70	-2.475	да!
14		48.70	48.90	48.80	0.625	нет
15		44.50	44.90	44.70	-3.475	да!
16		43.60	44.20	43.90	-4.275	да!
17		32.89	30.93	31.91	-16.26	да!
18		47.40	47.80	47.60	-0.575	нет
19		31.70	31.90	31.80	-16.38	да!
20		39.59	42.81	41.20	-6.975	да!
21		45.61	46.01	45.81	-2.365	да!
22		36.60	37.00	36.80	-11.38	да!
23		33.60	33.80	33.70	-14.48	да!
24		38.99	42.21	40.60	-7.575	да!
25		51.89	48.33	50.11	1.935	нет
26		30.60	31.00	30.80	-17.38	да!
27		44.50	44.70	44.60	-3.575	да!
28		38.79	42.01	40.40	-7.775	да!
29		50.00	50.40	50.20	2.025	нет
30		42.99	42.81	42.90	-5.275	да!
31		51.00	51.40	51.20	3.025	да!
32		50.50	50.70	50.60	2.425	да!
33		47.70	48.10	47.90	-0.275	нет
34		50.00	50.20	50.10	1.925	нет
35		39.79	43.01	41.40	-6.775	да!
36		45.61	46.01	45.81	-2.365	да!
37		46.80	47.00	46.90	-1.275	нет
38		41.70	42.10	41.90	-6.275	да!
39		39.30	39.70	39.50	-8.675	да!
40		45.61	45.81	45.71	-2.465	да!
41		48.89	50.31	49.60	1.425	нет
42		45.40	45.80	45.60	-2.575	да!
43		39.60	39.80	39.70	-8.475	да!

44	49.10	49.50	49.30	1.125	Нет
45	50.79	54.01	52.40	4.225	да!
46	37.91	38.31	38.11	-10.06	да!
47	53.70	53.90	53.80	5.625	да!
48	45.89	45.71	45.80	-2.375	да!
49	35.30	35.70	35.50	-12.67	да!
50	51.80	52.00	51.90	3.725	да!
51	44.20	44.60	44.40	-3.775	да!
52	36.40	36.80	36.60	-11.58	да!
53	32.81	33.01	32.91	-15.26	да!
54	33.89	35.31	34.60	-13.58	да!
55	44.90	45.30	45.10	-3.075	да!
56	31.30	31.70	31.50	-16.67	да!
57	50.21	50.41	50.31	2.135	Нет
58	47.60	48.00	47.80	-0.375	Нет
59	35.80	36.00	35.90	-12.27	да!
60	31.99	35.21	33.60	-14.58	да!
61	37.70	38.10	37.90	-10.27	да!
62	47.40	47.60	47.50	-0.675	Нет
63	32.09	30.13	31.11	-17.06	да!
64	43.40	43.80	43.60	-4.575	да!
65	30.70	30.90	30.80	-17.38	да!
66	35.90	36.30	36.10	-12.08	да!
67	37.60	38.00	37.80	-10.38	да!
68	32.20	32.40	32.30	-15.87	да!
69	36.29	39.51	37.90	-10.27	да!
70	43.51	43.91	43.71	-4.465	да!
71	31.60	31.80	31.70	-16.47	да!
72	37.69	37.51	37.60	-10.58	да!
73	41.30	41.70	41.50	-6.675	да!
74	31.30	31.70	31.50	-16.67	да!
75	42.30	42.50	42.40	-5.775	да!
76	32.09	34.31	33.20	-14.97	да!
77	37.10	37.50	37.30	-10.88	да!
78	32.50	32.70	32.60	-15.58	да!
79	52.30	44.92	48.61	0.435	Нет
80	41.89	43.31	42.60	-5.575	да!
81	32.40	32.80	32.60	-15.58	да!
82	39.30	39.50	39.40	-8.775	да!
83	35.60	36.00	35.80	-12.38	да!
84	35.60	36.00	35.80	-12.38	да!
85	35.80	36.00	35.90	-12.27	да!
86	32.99	36.21	34.60	-13.58	да!
87	36.70	38.52	37.61	-10.56	да!
88	33.40	33.80	33.60	-14.58	да!
89	45.10	45.50	45.30	-2.875	да!
90	34.20	34.40	34.30	-13.87	да!
91	38.69	36.73	37.71	-10.47	да!
92	37.90	39.70	38.80	-9.375	да!
93	35.69	35.51	35.60	-12.58	да!
94	33.60	34.00	33.80	-14.38	да!
95	39.31	39.51	39.41	-8.765	да!
96	35.99	37.41	36.70	-11.47	да!
97	47.00	47.40	47.20	-0.975	Нет
98	38.70	38.90	38.80	-9.375	да!
99	33.71	34.11	33.91	-14.26	да!
100	47.50	47.70	47.60	-0.575	Нет
Средние 40.43 40.91 40.668 -7.507 да!					

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 68.619, ст.св.=99, 100, Q=-.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9713
Станд.ошибка = 0.7661 (1.88% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.8450 НСР(5%)= 2.1495 НСР(10%)= 1.7988

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 75.383, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9738
Станд.ошибка = 0.7309 (1.80% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.7149 НСР(5%)= 2.0511 НСР(10%)= 1.7163

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Число семян с растения раннеспелой группы 2018 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий

Общая	74831.751	1.0000	93	804.642	
Фактор	74796.471	0.9995	46	1626.010	
Сл.факторы	35.280	0.0005	47	0.751	

2. Анализ различия факторных средних.

повторности		Средние		Разница		Значима?	
1	2	1	2	1	2	1	2

Варианты	1	95.80	98.00	96.90	Контроль		
2	65.20	65.40	65.30	-31.60	да!		
3	126.0	127.8	126.9	30.00	да!		
4	121.7	123.7	122.7	25.80	да!		
5	123.7	125.3	124.5	27.60	да!		
6	108.4	108.8	108.6	11.70	да!		
7	97.50	98.30	97.90	1.000	Нет		
8	143.7	144.7	144.2	47.30	да!		
9	102.2	102.6	102.4	5.500	да!		
10	158.2	158.8	158.5	61.60	да!		
11	133.8	134.2	134.0	37.10	да!		
12	71.90	72.70	72.30	-24.60	да!		
13	131.9	134.1	133.0	36.10	да!		
14	117.5	117.7	117.6	20.70	да!		
15	106.8	108.6	107.7	10.80	да!		
16	143.2	145.2	144.2	47.30	да!		
17	63.50	65.10	64.30	-32.60	да!		
18	90.00	90.40	90.20	-6.700	да!		
19	77.60	78.40	78.00	-18.90	да!		
20	96.20	97.20	96.70	-0.200	Нет		
21	102.8	103.2	103.0	6.100	да!		

22	130.0	130.6	130.3	33.40	да!
23	98.80	99.20	99.00	2.100	да!
24	105.9	106.7	106.3	9.400	да!
25	119.0	121.2	120.1	23.20	да!
26	86.60	86.80	86.70	-10.20	да!
27	114.6	116.4	115.5	18.60	да!
28	62.80	64.80	63.80	-33.10	да!
29	137.4	139.0	138.2	41.30	да!
30	142.4	142.8	142.6	45.70	да!
31	166.7	167.5	167.1	70.20	да!
32	139.3	140.3	139.8	42.90	да!
33	100.7	101.1	100.9	4.000	да!
34	102.3	102.9	102.6	5.700	да!
35	127.9	128.3	128.1	31.20	да!
36	129.4	130.2	129.8	32.90	да!
37	113.6	115.8	114.7	17.80	да!
38	96.50	96.70	96.60	-0.300	Нет
39	164.6	166.4	165.5	68.60	да!
40	70.40	72.40	71.40	-25.50	да!
41	137.1	138.7	137.9	41.00	да!
42	64.50	64.90	64.70	-32.20	да!
43	85.50	86.30	85.90	-11.00	да!
44	90.80	91.80	91.30	-5.600	да!
45	95.90	96.30	96.10	-0.800	Нет
46	59.20	59.80	59.50	-37.40	да!
47	65.80	66.20	66.00	-30.90	да!
Средние 108.2 109.2 108.71 11.81 да!					

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 2166.2, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9991
Станд.ошибка = 0.6126 (0.56% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.3259 НСР(5%)= 1.7430 НСР(10%)= 1.4537

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 6945.3, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9997
Станд.ошибка = 0.3421 (0.31% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.3001 НСР(5%)= 0.9740 НСР(10%)= 0.8122

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Число семян с растения среднеспелой группы 2018 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий

Общая	194650.980	1.0000	209	931.344	
Фактор	194547.175	0.9995	104	1870.646	
Сл.факторы	103.805	0.0005	105	0.989	

2. Анализ различия факторных средних.

повторности		Средние		Разница		Значима?	
1	2	1	2	1	2	1	2

Варианты	1	87.40	88.00	87.70	Контроль		
2	122.5	124.9	123.7	36.00	да!		
3	132.3	132.1	132.2	44.50	да!		
4	85.60	83.80	84.70	-3.000	да!		
5	148.7	151.1	149.9	62.20	да!		
6	82.00	83.00	82.50	-5.200	да!		
7	79.90	79.50	79.70	-8.000	да!		
8	105.6	104.8	105.2	17.50	да!		
9	100.4	101.6	101.0	13.30	да!		
10	120.4	119.8	120.1	32.40	да!		
11	116.7	117.3	117.0	29.30	да!		
12	89.30	91.70	90.50	2.800	да!		
13	160.1	159.9	160.0	72.30	да!		
14	100.0	98.20	99.10	11.40	да!		
15	189.8	192.2	191.0	103.3	да!		
16	148.5	149.5	149.0	61.30	да!		
17	125.2	124.8	125.0	37.30	да!		
18	132.4	131.6	132.0	44.30	да!		
19	51.10	49.30	50.20	-37.50	да!		
20	117.6	120.0	118.8	31.10	да!		
21	77.50	78.50	78.00	-9.700	да!		
22	150.2	149.8	150.0	62.30	да!		
23	74.30	73.50	73.90	-13.80	да!		
24	129.6	130.8	130.2	42.50	да!		
25	144.4	143.8	144.1	56.40	да!		
26	138.7	139.3	139.0	51.30	да!		
27	105.0	107.4	106.2	18.50	да!		
28	141.2	141.0	141.1	53.40	да!		
29	159.9	158.1	159.0	71.30	да!		
30	97.70	100.1	98.90	11.20	да!		
31	91.20	92.20	91.70	4.000	да!		
32	74.00	73.60	73.80	-13.90	да!		
33	121.4	120.6	121.0	33.30	да!		
34	62.10	63.30	62.70	-25.00	да!		
35	121.3	120.7	121.0	33.30	да!		
36	75.10	75.70	75.40	-12.30	да!		
37	84.90	87.30	86.10	-1.600	Нет		
38	88.70	86.90	87.80	0.100	Нет		
39	84.65	87.05	85.85	-1.850	Нет		
40	134.3	135.3	134.8	47.10	да!		
41	112.0	111.6	111.8	24.10	да!		
42	87.55	86.75	87.15	-0.550	Нет		
43	54.90	56.10	55.50	-32.20	да!		
44	47.35	46.65	47.00	-40.70	да!		
45	101.0	101.6	101.3	13.60	да!		
46	88.60	91.00	89.80	2.100	да!		
47	74.80	74.60	74.70	-13.00	да!		
48	78.80	77.00	77.90	-9.800	да!		
49	83.80	84.60	84.20	-3.500	да!		

50	159.2	157.4	158.3	70.60	да!
51	106.3	108.7	107.5	19.80	да!
52	96.00	97.00	96.50	8.800	да!
53	78.10	77.70	77.90	-9.800	да!
54	136.7	135.9	136.3	48.60	да!
55	141.6	142.8	142.2	54.50	да!
56	86.25	85.55	85.90	-1.800	нет
57	125.3	125.9	125.6	37.90	да!
58	88.50	86.70	87.60	-0.100	нет
59	124.1	126.5	125.3	37.60	да!
60	58.20	59.20	58.70	-29.00	да!
61	136.2	135.8	136.0	48.30	да!
62	117.7	116.9	117.3	29.60	да!
63	151.4	152.6	152.0	64.30	да!
64	124.4	123.8	124.1	36.40	да!
65	79.80	80.40	80.10	-7.600	да!
66	157.4	159.8	158.6	70.90	да!
67	102.1	101.9	102.0	14.30	да!
68	91.80	90.00	90.90	3.200	да!
69	74.50	75.50	75.00	-12.70	да!
70	85.20	85.60	85.40	-2.300	да!
71	68.80	67.00	67.90	-19.80	да!
72	77.70	80.10	78.90	-8.800	да!
73	85.00	86.00	85.50	-2.200	да!
74	122.9	122.5	122.7	35.00	да!
75	86.70	84.90	85.80	-1.900	нет
76	72.30	74.70	73.50	-14.20	да!
77	119.3	120.3	119.8	32.10	да!
78	49.85	49.45	49.65	-38.05	да!
79	94.70	93.90	94.30	6.600	да!
80	111.0	112.2	111.6	23.90	да!
81	154.8	154.1	154.4	66.70	да!
82	92.00	92.60	92.30	4.600	да!
83	89.20	91.60	90.40	2.700	да!
84	85.60	85.40	85.50	-2.200	да!
85	101.8	100.0	100.9	13.20	да!
86	36.75	38.95	37.85	-49.85	да!
87	119.1	117.3	118.2	30.50	да!
88	156.7	159.1	157.9	70.20	да!
89	95.10	96.10	95.60	7.900	да!
90	70.10	69.70	69.90	-17.80	да!
91	72.80	72.00	72.40	-15.30	да!
92	83.80	85.00	84.40	-3.300	да!
93	89.25	88.55	88.90	1.200	нет
94	144.9	145.5	145.2	57.50	да!
95	83.30	85.70	84.50	-3.200	да!
96	72.55	72.35	72.45	-15.25	да!
97	87.30	85.50	86.40	-1.300	нет
98	44.40	46.80	45.60	-42.10	да!
99	70.40	71.40	70.90	-16.80	да!
100	87.90	87.50	87.70	0.000	нет
101	105.0	104.2	104.6	16.90	да!
102	97.30	98.50	97.90	10.20	да!
103	112.7	111.9	112.3	24.60	да!
104	124.7	125.3	125.0	37.30	да!
105	131.8	134.2	133.0	45.30	да!
Средние 102.8 103.2 103.01 15.31 да!					

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 1892.2, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9989
Станд.ошибка = 0.7031 (0.68% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.6085 НСР(5%)= 1.9715 НСР(10%)= 1.6500

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 1985.1, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9990
Станд.ошибка = 0.6864 (0.67% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.5472 НСР(5%)= 1.9250 НСР(10%)= 1.6111

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Число семян с растения среднепоздней группы
2018 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий

Общая	143220.429	1.0000	199	719.701	
Фактор	143116.749	0.9993	99	1445.624	
1394					
Сл.факторы	103.680	0.0007	100	1.037	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние		Разница		Значима?	
Варианты	1	2	Средние	Разница	Значима?	Значима?	Значима?

1	80.20	79.80	80.00	Контроль			
2	125.4	123.8	124.6	44.60	да!		
3	139.9	140.1	140.0	60.00	да!		
4	93.10	94.50	93.80	13.80	да!		
5	95.90	93.70	94.80	14.80	да!		
6	111.2	110.6	110.9	30.90	да!		
7	132.6	133.8	133.2	53.20	да!		
8	100.1	102.7	101.4	21.40	да!		
9	79.40	81.20	80.30	0.300	нет		
10	125.2	124.8	125.0	45.00	да!		
11	129.9	128.3	129.1	49.10	да!		
12	129.6	129.8	129.7	49.70	да!		
13	135.1	136.5	135.8	55.80	да!		
14	102.1	99.90	101.0	21.00	да!		
15	171.7	171.1	171.4	91.40	да!		
16	138.4	139.6	139.0	59.00	да!		
17	103.6	106.2	104.9	24.90	да!		
18	106.8	108.6	107.7	27.70	да!		
19	105.2	104.8	105.0	25.00	да!		
20	99.00	97.40	98.20	18.20	да!		
21	107.9	108.1	108.0	28.00	да!		
22	54.70	56.10	55.40	-24.60	да!		

23	104.9	102.7	103.8	23.80	да!
24	81.60	81.00	81.30	1.300	нет
25	120.7	121.9	121.3	41.30	да!
26	104.4	104.0	104.2	24.20	да!
27	69.20	67.60	68.40	-11.60	да!
28	91.50	91.70	91.60	11.60	да!
29	67.30	68.70	68.00	-12.00	да!
30	141.5	139.3	140.4	60.40	да!
31	96.10	95.50	95.80	15.80	да!
32	102.5	103.7	103.1	23.10	да!
33	105.0	104.6	104.8	24.80	да!
34	137.8	136.2	137.0	57.00	да!
35	107.5	107.7	107.6	27.60	да!
36	114.3	115.7	115.0	35.00	да!
37	69.30	67.10	68.20	-11.80	да!
38	84.10	83.50	83.80	3.800	да!
39	128.0	127.6	127.8	47.80	да!
40	77.80	76.20	77.00	-3.000	да!
41	81.90	82.10	82.00	2.000	нет
42	140.3	141.7	141.0	61.00	да!
43	167.0	164.8	165.9	85.90	да!
44	100.9	100.3	100.6	20.60	да!
45	49.30	50.50	49.90	-30.10	да!
46	107.5	107.1	107.3	27.30	да!
47	51.43	49.83	50.63	-29.37	да!
48	105.9	106.1	106.0	26.00	да!
49	88.40	89.80	89.10	9.100	да!
50	166.0	163.8	164.9	84.90	да!
51	94.20	93.60	93.90	13.90	да!
52	85.40	85.00	85.20	5.200	да!
53	100.0	98.40	99.20	19.20	да!
54	55.60	55.80	55.70	-24.30	да!
55	90.30	91.70	91.00	11.00	да!
56	87.80	85.60	86.70	6.700	да!
57	169.0	168.4	168.7	88.70	да!
58	95.20	96.40	95.80	15.80	да!
59	151.7	154.3	153.0	73.00	да!
60	101.9	103.7	102.8	22.80	да!
61	69.40	69.00	69.20	-10.80	да!
62	111.7	110.1	110.9	30.90	да!
63	79.00	79.20	79.10	-0.900	нет
64	77.60	79.00	78.30	-1.700	нет
65	48.50	46.30	47.40	-32.60	да!
66	105.1	104.5	104.8	24.80	да!
67	134.0	133.6	133.8	53.80	да!
68	95.70	94.10	94.90	14.90	да!
69	106.8	107.0	106.9	26.90	да!
70	102.4	103.8	103.1	23.10	да!
71	134.9	132.7	133.8	53.80	да!
72	119.5	118.9	119.2	39.20	да!
73	102.4	103.6	103.0	23.00	да!
74	74.30	76.90	75.60	-4.400	да!
75	57.90	59.70	58.80	-21.20	да!
76	97.30	96.90	97.10	17.10	да!
77	110.6	109.0	109.8	29.80	да!
78	127.9	128.1	128.0	48.00	да!
79	111.4	112.8	112.1	32.10	да!
80	110.4	108.2	109.3	29.30	да!
81	138.3	137.7	138.0	58.00	да!
82	96.30	97.50	96.90	16.90	да!
83	103.9	106.5	105.2	25.20	да!
84	101.1	102.9	102.0	22.00	да!
85	88.30	87.90	88.10	8.100	да!
86	56.90	55.30	56.10	-23.90	да!
87	61.80	62.00	61.90	-18.10	да!
88	108.3	109.7	109.0	29.00	да!
89	96.90	94.70	95.80	15.80	да!
90	114.4	113.8	114.1	34.10	да!
91	99.30	100.5	99.90	19.90	да!
92	76.60	79.20	77.90	-2.100	да!
93	89.60	91.40	90.50	10.50	да!
94	89.45	92.05	90.75	10.75	да!
95	71.05	72.85	71.95	-8.050	да!
96	117.0	116.6	116.8	36.80	да!
97	64.90	63.30	64.10	-15.90	да!
98	118.0	118.2	118.1	38.10	да!
99	134.2	135.6	134.9	54.90	да!
100	115.9	116.7	116.3	36.30	да!
Средние 102.8 102.8 102.81 22.81 да!					

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 1394.3, ст.св.=99, 100, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9986
Станд.ошибка = 0.7200 (0.70% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.6738 НСР(5%)= 2.0201 НСР(10%)= 1.6905

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 1381.2, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9986
Станд.ошибка = 0.7234 (0.70% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.6869 НСР(5%)= 2.0299 НСР(10%)= 1.6987

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Число семян с растения раннеспелой группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий

Общая	62430.976	1.0000	93	671.301	
Фактор	62346.264	0.9986	46	1355.354	
752.0					
Сл.факторы	84.712	0.0014	47	1.802	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние		Разница		Значима?	
Варианты	1	2	Средние	Разница	Значима?	Значима?	Значима?

1	102.5	100.3	101.4	контроль	
2	96.50	98.10	97.30	-4.100	да!
3	116.1	117.1	116.6	15.20	да!
4	121.8	124.8	123.3	21.90	да!
5	128.5	129.3	128.9	27.50	да!
6	101.8	102.6	102.2	0.825	нет
7	101.4	102.8	102.1	0.720	нет
8	146.3	143.3	144.8	43.40	да!
9	109.3	110.9	110.1	8.700	да!
10	159.9	157.7	158.8	57.40	да!
11	139.2	140.8	140.0	38.60	да!
12	98.70	99.70	99.20	-2.200	нет
13	138.5	141.5	140.0	38.60	да!
14	117.3	118.1	117.7	16.30	да!
15	104.9	105.7	105.3	3.925	да!
16	143.1	144.5	143.8	42.42	да!
17	65.54	66.90	66.22	-35.18	да!
18	99.30	96.30	97.80	-3.600	да!
19	76.80	78.40	77.60	-23.80	да!
20	99.20	97.00	98.10	-3.300	да!
21	101.8	103.4	102.6	1.200	нет
22	129.4	130.4	129.9	28.50	да!
23	94.90	97.90	96.40	-5.000	да!
24	102.5	103.3	102.9	1.500	нет
25	119.3	120.1	119.7	18.32	да!
26	84.94	86.30	85.62	-15.78	да!
27	116.6	113.6	115.1	13.70	да!
28	62.60	64.20	63.40	-38.00	да!
29	138.9	136.7	137.8	36.40	да!
30	141.4	143.0	142.2	40.80	да!
31	166.2	167.2	166.7	65.30	да!
32	147.9	150.9	149.4	48.00	да!
33	97.60	98.40	98.00	-3.400	да!
34	101.5	102.9	102.2	0.820	нет
35	129.2	126.2	127.7	26.30	да!
36	128.6	130.2	129.4	28.00	да!
37	104.9	102.7	103.8	2.400	нет
38	96.30	97.90	97.10	-4.300	да!
39	164.6	165.6	165.1	63.70	да!
40	104.3	105.7	105.0	3.620	да!
41	139.0	136.0	137.5	36.10	да!
42	50.92	52.50	51.71	-49.69	да!
43	96.60	94.40	95.50	-5.900	да!
44	97.00	98.60	97.80	-3.600	да!
45	106.6	107.6	107.1	5.700	да!
46	67.95	71.00	69.47	-31.93	да!
47	105.7	106.5	106.1	4.700	да!
Средние					112.0 112.5 112.27 10.87 да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 751.98, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9973
Станд.Ошибка = 0.9493 (0.85% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.6041 НСР(5%)= 2.7008 НСР(10%)= 2.2527

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 797.80, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9975
Станд.Ошибка = 0.9216 (0.82% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.5023 НСР(5%)= 2.6236 НСР(10%)= 2.1880

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Число семян с растения среднеспелой группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	кватратов	вариации	свободы	кватрат	

общая	145630.072	1.0000	209	696.795	
Фактор	145495.663	0.9991	104	1398.997	
1093					
Сл.факторы	134.409	0.0009	105	1.280	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние	Разница	Значима?
1	2			
Варианты				
1	90.56 91.40	90.98	Контроль	
2	123.1 123.5	123.3	32.31	да!
3	109.8 111.8	110.8	19.83	да!
4	86.90 83.70	85.30	-5.680	да!
5	108.3 109.3	108.8	17.82	да!
6	92.10 92.50	92.30	1.320	нет
7	96.16 97.00	96.58	5.600	да!
8	104.6 105.0	104.8	13.84	да!
9	101.7 103.7	102.7	11.73	да!
10	120.8 118.6	119.7	28.72	да!
11	106.4 107.4	106.9	15.92	да!
12	89.66 90.50	90.08	-0.900	нет
13	147.8 148.2	148.0	57.04	да!
14	89.16 91.10	90.13	-0.850	нет
15	182.2 179.8	181.0	90.02	да!
16	118.3 118.7	118.5	27.52	да!
17	104.4 106.2	105.3	14.33	да!
18	102.3 103.5	102.9	11.90	да!
19	64.14 64.50	64.32	-26.66	да!
20	107.4 109.4	108.4	17.43	да!
21	78.50 75.70	77.10	-13.88	да!
22	155.5 156.5	156.0	65.02	да!
23	58.60 59.00	58.80	-32.18	да!
24	130.9 128.7	129.8	38.82	да!
25	103.9 104.3	104.1	13.12	да!
26	137.7 139.5	138.6	47.63	да!
27	105.2 106.4	105.8	14.80	да!
28	102.5 102.9	102.7	11.74	да!
29	129.7 126.7	128.2	37.22	да!
30	108.9 109.3	109.1	18.12	да!
31	101.4 103.2	102.3	11.33	да!

32	86.56	87.80	87.18	-3.800	да!
33	107.7	108.1	107.9	16.94	да!
34	51.40	49.40	50.40	-40.58	да!
35	107.4	107.8	107.6	16.62	да!
36	74.92	76.70	75.81	-15.17	да!
37	85.06	86.30	85.68	-5.300	да!
38	66.70	65.10	65.90	-25.08	да!
39	87.80	88.20	88.00	-2.980	да!
40	93.52	95.30	94.41	3.430	да!
41	102.5	103.7	103.1	12.10	да!
42	108.4	108.8	108.6	17.64	да!
43	71.21	73.20	72.21	-18.77	да!
44	45.02	43.80	44.41	-46.57	да!
45	104.7	105.1	104.9	13.92	да!
46	83.92	85.70	84.81	-6.170	да!
47	64.66	65.90	65.28	-25.70	да!
48	65.94	66.30	66.12	-24.86	да!
49	76.00	73.60	74.80	-16.18	да!
50	108.6	109.0	108.8	17.82	да!
51	106.2	108.0	107.1	16.13	да!
52	89.86	91.10	90.48	-0.500	нет
53	78.80	76.20	77.50	-13.48	да!
54	105.1	105.5	105.3	14.32	да!
55	126.2	128.0	127.1	36.13	да!
56	84.86	86.10	85.48	-5.500	да!
57	38.74	39.10	38.92	-52.06	да!
58	82.71	84.70	83.71	-7.275	да!
59	123.8	121.0	122.4	31.42	да!
60	48.10	48.50	48.30	-42.68	да!
61	108.2	110.0	109.1	18.13	да!
62	116.3	117.5	116.9	25.90	да!
63	148.6	147.4	148.0	57.02	да!
64	173.5	173.9	173.7	82.72	да!
65	90.92	92.70	91.81	0.830	нет
66	157.6	158.8	158.2	67.20	да!
67	111.3	111.7	111.5	20.54	да!
68	92.01	94.00	93.01	2.025	нет
69	75.80	73.40	74.60	-16.38	да!
70	86.20	86.60	86.40	-4.580	да!
71	36.62	38.40	37.51	-53.47	да!
72	77.86	79.10	78.48	-12.50	да!
73	79.64	80.00	79.82	-11.16	да!
74	105.8	107.8	106.8	15.83	да!
75	106.6	104.2	105.4	14.42	да!
76	77.80	78.20	78.00	-12.98	да!
77	118.5	120.3	119.4	28.43	да!
78	70.66	71.90	71.28	-19.70	да!
79	119.8	120.2	120.0	29.04	да!
80	120.2	122.2	121.2	30.23	да!
81	104.3	103.1	103.7	12.72	да!
82	91.70	92.10	91.90	0.920	нет
83	89.12	90.90	90.01	-0.970	нет
84	84.46	85.70	85.08	-5.900	да!
85	100.3	100.7	100.5	9.540	да!
86	41.90	39.50	40.70	-50.28	да!
87	117.6	118.0	117.8	26.82	да!
88	136.6	138.4	137.5	46.53	да!
89	84.56	85.80	85.18	-5.800	да!
90	69.34	69.70	69.52	-21.46	да!
91	71.01	73.00	72.01	-18.97	да!
92	84.60	83.40	84.00	-6.980	да!
93	78.30	78.70	78.50	-12.48	да!
94	113.9	115.7	114.8	23.83	да!
95	83.36	84.60	83.98	-7.000	да!
96	68.44	68.80	68.62	-22.36	да!
97	97.31	99.30	98.31	7.325	да!
98	77.20	73.20	75.20	-15.78	да!
99	122.1	118.9	120.5	29.52	да!
100	83.40	83.80	83.60	-7.380	да!
101	102.5	105.7	104.1	13.12	да!
102	106.9	108.1	107.5	16.50	да!
103	106.6	107.0	106.8	15.84	да!
104	83.61	85.60	84.60	-6.375	да!
105	109.3	106.1	107.7	16.72	да!
Средние					97.31 97.72 97.513 6.533 да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 1092.9, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9982
Станд.Ошибка = 0.8000 (0.82% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.9682 НСР(5%)= 2.2434 НСР(10%)= 1.8776

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 1156.5, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9983
Станд.Ошибка = 0.7777 (0.80% от общего среднего)
НСР(1%)= 2.8860 НСР(5%)= 2.1811 НСР(10%)= 1.8254

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Число семян с растения среднеспелой группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	кватратов	вариации	свободы	кватрат	

общая	94770.472	1.0000	199	476.234	
Фактор	94634.710	0.9986	99	955.906	
704.1					
Сл.факторы	135.762	0.0014	100	1.358	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние	Разница	Значима?
1	2			
Варианты				
1	75.03 75.80	75.42	контроль	
2	113.4 115.0	114.2	38.79	Да!
3	120.7 118.1	119.4	43.98	Да!

4	103.7	103.5	103.6	28.18	да!
5	84.00	84.80	84.40	8.985	да!
6	99.40	101.4	100.4	24.99	да!
7	132.5	133.1	132.8	57.36	да!
8	111.6	112.4	112.0	36.61	да!
9	76.31	77.90	77.10	1.690	нет
10	104.8	102.2	103.5	28.08	да!
11	124.8	122.8	123.8	48.39	да!
12	116.9	117.7	117.3	41.90	да!
13	114.6	116.2	115.4	39.99	да!
14	105.9	105.3	105.6	30.19	да!
15	146.1	145.9	146.0	70.58	да!
16	113.4	114.2	113.8	38.39	да!
17	103.4	105.6	104.5	29.08	да!
18	98.46	99.10	98.78	23.36	да!
19	107.1	107.9	107.5	32.11	да!
20	87.01	88.60	87.81	12.39	да!
21	106.9	104.3	105.6	30.19	да!
22	96.00	93.80	94.90	19.49	да!
23	103.0	103.8	103.4	27.99	да!
24	104.8	107.0	105.9	30.49	да!
25	144.7	145.3	145.0	69.57	да!
26	125.6	126.4	126.0	50.61	да!
27	67.21	68.80	68.01	-7.410	да!
28	80.84	81.60	81.22	5.805	да!
29	106.6	108.2	107.4	31.99	да!
30	111.3	108.7	110.0	34.58	да!
31	96.50	94.30	95.40	19.99	да!
32	102.3	103.1	102.7	27.28	да!
33	103.3	105.5	104.4	28.99	да!
34	96.46	97.10	96.78	21.36	да!
35	106.8	107.6	107.2	31.81	да!
36	91.31	92.90	92.10	16.69	да!
37	67.44	68.20	67.82	-7.595	да!
38	112.6	114.2	113.4	37.99	да!
39	108.7	106.1	107.4	31.98	да!
40	118.1	115.9	117.0	41.58	да!
41	81.20	82.00	81.60	6.185	да!
42	130.0	130.2	130.1	54.69	да!
43	165.2	165.8	165.5	90.07	да!
44	114.8	115.6	115.2	39.81	да!
45	39.71	41.30	40.50	-34.91	да!
46	146.6	147.4	147.0	71.60	да!
47	63.11	64.70	63.90	-11.51	да!
48	106.8	104.2	105.5	30.08	да!
49	89.80	87.60	88.70	13.28	да!
50	114.0	114.8	114.4	38.99	да!
51	92.40	94.60	93.50	18.08	да!
52	84.46	85.10	84.78	9.365	да!
53	98.44	99.20	98.82	23.40	да!
54	54.94	55.70	55.32	-20.10	да!
55	100.3	101.9	101.1	25.69	да!
56	87.40	85.20	86.30	10.89	да!
57	169.4	167.2	168.3	92.88	да!
58	119.5	120.3	119.9	44.49	да!
59	111.5	113.7	112.6	37.18	да!
60	102.1	102.7	102.4	26.96	да!
61	68.44	69.20	68.82	-6.595	да!
62	109.7	111.3	110.5	35.09	да!
63	107.6	108.4	108.0	32.61	да!
64	77.11	78.70	77.90	2.490	да!
65	119.0	115.0	117.0	41.58	да!
66	114.4	112.2	113.3	37.89	да!
67	133.0	133.8	133.4	57.98	да!
68	93.40	95.60	94.50	19.08	да!
69	106.2	106.8	106.5	31.07	да!
70	102.3	103.1	102.7	27.31	да!
71	132.6	134.2	133.4	57.99	да!
72	118.4	119.2	118.8	43.40	да!
73	105.8	107.4	106.6	31.19	да!
74	111.7	108.7	110.2	34.78	да!
75	109.3	107.1	108.2	32.78	да!
76	96.30	97.10	96.70	21.28	да!
77	108.3	110.5	109.4	33.99	да!
78	127.3	127.9	127.6	52.17	да!
79	111.3	112.1	111.7	36.31	да!
80	108.1	109.7	108.9	33.49	да!
81	141.9	142.7	142.3	66.91	да!
82	95.71	97.30	96.51	21.09	да!
83	106.5	103.1	104.8	29.39	да!
84	103.2	101.0	102.1	26.68	да!
85	87.30	88.10	87.70	12.28	да!
86	104.7	106.9	105.8	30.39	да!
87	43.53	44.20	43.86	-31.55	да!
88	108.2	109.0	108.6	33.20	да!
89	95.30	95.50	95.40	19.99	да!
90	113.4	114.0	113.7	38.26	да!
91	99.14	99.90	99.52	24.11	да!
92	86.71	88.30	87.51	12.09	да!
93	109.7	110.5	110.1	34.70	да!
94	90.61	92.20	91.40	15.99	да!
95	74.30	73.70	74.00	-1.415	нет
96	117.5	115.3	116.4	40.99	да!
97	67.50	68.30	67.90	-7.515	да!
98	120.0	115.4	117.7	42.28	да!
99	135.6	133.4	134.5	59.08	да!
100	114.4	115.2	114.8	39.39	да!
Средние	104.4	104.6	104.49	29.08	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 704.11, ст.св.=99, 100, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9972
Станд.Ошибка = 0.8239 (0.79% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.0596 НСР(5%)= 2.3117 НСР(10%)= 1.9345

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 712.76, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9972
Станд.Ошибка = 0.8189 (0.78% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.0416 НСР(5%)= 2.2979 НСР(10%)= 1.9229

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Масса семян с растений раннеспелой группы 2018 года

1. таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
общая	3380.951	1.0000	93	36.354	
фактор	3358.037	0.9932	46	73.001	
сл.факторы	22.913	0.0068	47	0.488	

2. Анализ различия факторных средних.

варианты	Повторности		Средние	Разница	Значима?
	1	2			
1	13.23	12.97	13.10	Контроль	
2	11.90	12.70	12.30	-0.800	Нет
3	16.80	17.20	17.00	3.900	да!
4	10.90	11.10	11.00	-2.100	да!
5	10.70	10.30	10.50	-2.600	да!
6	27.20	27.80	27.50	14.40	да!
7	15.60	15.80	15.70	2.600	да!
8	12.60	13.60	13.10	0.000	Нет
9	10.90	10.70	10.80	-2.300	да!
10	10.20	10.60	10.40	-2.700	да!
11	25.30	25.50	25.40	12.30	да!
12	13.50	14.70	14.10	1.000	Нет
13	28.98	28.82	28.90	15.80	да!
14	13.20	13.60	13.40	0.300	Нет
15	11.80	12.00	11.90	-1.200	Нет
16	15.10	17.10	16.10	3.000	да!
17	16.10	15.50	15.80	2.700	да!
18	8.700	9.100	8.900	-4.200	да!
19	18.90	19.50	19.20	6.100	да!
20	15.10	16.30	15.70	2.600	да!
21	19.50	19.30	19.40	6.300	да!
22	22.00	22.80	22.40	9.300	да!
23	14.30	14.70	14.50	1.400	Нет
24	12.20	14.40	13.30	0.200	Нет
25	13.90	12.70	13.30	0.200	Нет
26	12.40	13.80	13.10	0.000	Нет
27	18.20	19.00	18.60	5.500	да!
28	8.900	10.90	9.900	-3.200	да!
29	20.83	20.57	20.70	7.600	да!
30	18.10	18.90	18.50	5.400	да!
31	14.50	14.90	14.70	1.600	да!
32	40.50	42.50	41.50	28.40	да!
33	17.10	16.30	16.70	3.600	да!
34	16.10	16.90	16.50	3.400	да!
35	17.40	17.60	17.50	4.400	да!
36	14.20	15.60	14.90	1.800	да!
37	19.62	19.38	19.50	6.400	да!
38	14.30	15.50	14.90	1.800	да!
39	14.10	14.90	14.50	1.400	Нет
40	10.60	13.00	11.80	-1.300	Нет
41	4.600	3.600	4.100	-9.000	да!
42	15.00	16.00	15.50	2.400	да!
43	17.90	18.50	18.20	5.100	да!
44	16.00	17.60	16.80	3.700	да!
45	24.31	24.09	24.20	11.10	да!
46	13.20	13.80	13.50	0.400	Нет
47	17.70	17.90	17.80	4.700	да!
Средние	16.05	16.60	16.321	3.221	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 149.74, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9867
Станд.Ошибка = 0.4937 (3.03% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.8744 НСР(5%)= 1.4046 НСР(10%)= 1.1716

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 212.55, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9906
Станд.Ошибка = 0.4144 (2.54% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.5747 НСР(5%)= 1.1797 НСР(10%)= 0.9838

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Масса семян с растений среднеспелой группы 2018 года

1. таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
общая	5584.273	1.0000	209	26.719	
фактор	5562.873	0.9962	104	53.489	
сл.факторы	21.400	0.0038	105	0.204	

2. Анализ различия факторных средних.

варианты	Повторности		Средние	Разница	Значима?
	1	2			
1	19.40	19.60	19.50	Контроль	
2	12.70	12.30	12.50	-7.000	да!
3	13.40	13.60	13.50	-6.000	да!
4	17.30	17.90	17.60	-1.900	да!
5	16.70	17.70	17.20	-2.300	да!
6	15.40	15.60	15.50	-4.000	да!
7	17.00	16.60	16.80	-2.700	да!
8	13.70	13.90	13.80	-5.700	да!
9	12.10	12.70	12.40	-7.100	да!
10	17.70	18.70	18.20	-1.300	да!
11	12.20	12.40	12.30	-7.200	да!

12	13.70	13.30	13.50	-6.000	да!
13	12.30	12.50	12.40	-7.100	да!
14	28.00	28.60	28.30	8.800	да!
15	14.40	15.40	14.90	-4.600	да!
16	24.50	24.70	24.60	-5.100	да!
17	19.20	18.80	19.00	-0.500	нет
18	23.50	23.70	23.60	-4.100	да!
19	7.900	8.100	8.000	-11.50	да!
20	16.30	15.90	16.10	-3.400	да!
21	12.40	12.60	12.50	-7.000	да!
22	20.90	21.50	21.20	1.700	да!
23	20.30	21.30	20.80	1.300	да!
24	12.90	13.10	13.00	-6.500	да!
25	13.00	13.20	13.10	-6.400	да!
26	13.30	12.90	13.10	-6.400	да!
27	13.70	13.90	13.80	-5.700	да!
28	9.600	10.20	9.900	-9.600	да!
29	18.10	19.10	18.60	-0.900	да!
30	14.50	14.70	14.60	-4.900	да!
31	25.10	24.70	24.90	5.400	да!
32	8.100	8.300	8.200	-11.30	да!
33	10.70	10.90	10.80	-8.700	да!
34	14.50	14.10	14.30	-5.200	да!
35	12.20	12.40	12.30	-7.200	да!
36	11.60	12.20	11.90	-7.600	да!
37	15.20	16.20	15.70	-3.800	да!
38	11.80	12.00	11.90	-7.600	да!
39	27.10	26.70	26.90	7.400	да!
40	14.40	14.60	14.50	-5.000	да!
41	13.30	12.90	13.10	-6.400	да!
42	25.60	25.80	25.70	6.200	да!
43	15.60	16.20	15.90	-3.600	да!
44	13.90	14.90	14.40	-5.100	да!
45	9.400	9.600	9.500	-10.00	да!
46	10.70	10.90	10.80	-8.700	да!
47	12.10	11.70	11.90	-7.600	да!
48	22.90	23.10	23.00	3.500	да!
49	11.40	12.00	11.70	-7.800	да!
50	14.50	15.50	15.00	-4.500	да!
51	6.500	6.700	6.600	-12.90	да!
52	14.10	13.70	13.90	-5.600	да!
53	13.60	13.80	13.70	-5.800	да!
54	15.10	14.70	14.90	-4.600	да!
55	15.50	15.70	15.60	-3.900	да!
56	14.90	15.50	15.20	-4.300	да!
57	14.90	15.90	15.40	-4.100	да!
58	17.10	17.30	17.20	-2.300	да!
59	12.10	11.70	11.90	-7.600	да!
60	12.20	12.40	12.30	-7.200	да!
61	19.90	20.50	20.20	0.700	нет
62	14.10	14.30	14.20	-5.300	да!
63	14.70	14.30	14.50	-5.000	да!
64	13.30	13.50	13.40	-6.100	да!
65	14.40	15.00	14.70	-4.800	да!
66	14.30	15.30	14.80	-4.700	да!
67	26.60	26.80	26.70	7.200	да!
68	14.70	14.90	14.80	-4.700	да!
69	7.700	7.300	7.500	-12.00	да!
70	13.60	13.80	13.70	-5.800	да!
71	5.500	5.700	5.600	-13.90	да!
72	13.70	13.30	13.50	-6.000	да!
73	14.40	14.60	14.50	-5.000	да!
74	16.40	17.00	16.70	-2.800	да!
75	12.10	13.10	12.60	-6.900	да!
76	6.600	6.800	6.700	-12.80	да!
77	11.70	11.90	11.80	-7.700	да!
78	13.60	13.20	13.40	-6.100	да!
79	7.200	7.400	7.300	-12.20	да!
80	27.10	27.70	27.40	7.900	да!
81	34.70	35.70	35.20	15.70	да!
82	14.30	14.50	14.40	-5.100	да!
83	10.90	10.50	10.70	-8.800	да!
84	14.90	15.10	15.00	-4.500	да!
85	13.70	13.30	13.50	-6.000	да!
86	11.70	11.90	11.80	-7.700	да!
87	26.60	27.20	26.90	7.400	да!
88	19.50	20.50	20.00	0.500	нет
89	11.70	11.90	11.80	-7.700	да!
90	13.30	12.90	13.10	-6.400	да!
91	11.00	11.20	11.10	-8.400	да!
92	11.10	10.70	10.90	-8.600	да!
93	13.80	14.00	13.90	-5.600	да!
94	16.30	16.90	16.60	-2.900	да!
95	7.100	8.100	7.600	-11.90	да!
96	23.10	23.30	23.20	3.700	да!
97	8.700	8.300	8.500	-11.00	да!
98	10.20	10.40	10.30	-9.200	да!
99	17.00	17.60	17.30	-2.200	да!
100	12.10	13.10	12.60	-6.900	да!
101	16.90	17.10	17.00	-2.500	да!
102	14.70	14.30	14.50	-5.000	да!
103	14.80	15.00	14.90	-4.600	да!
104	17.40	18.00	17.70	-1.800	да!
105	14.50	18.49	16.49	-3.005	да!
Средние	14.99	15.27	15.128	-4.372	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 262.45, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9924
Станд.ошибка = 0.3192 (2.11% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.1844 НСР(5%)= 0.8951 НСР(10%)= 0.7492

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 320.76, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9938
Станд.ошибка = 0.2888 (1.91% от общего среднего)
НСР(1%)= 1.0715 НСР(5%)= 0.8098 НСР(10%)= 0.6777

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Масса семян с растений среднепоздней группы
2018 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
общая	11000.998	1.0000	199	55.281	
фактор	10915.999	0.9923	99	110.263	
129.7					
сл.факторы	84.999	0.0077	100	0.850	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние		Разница		Значима?	
1	2	1	2	1	2	1	2
Варианты							
1	17.80	19.40	18.60	Контроль			
2	15.60	15.80	15.70	-2.900	да!		
3	21.70	24.10	22.90	4.300	да!		
4	18.60	17.60	18.10	-0.500	нет		
5	7.300	7.700	7.500	-11.10	да!		
6	16.20	17.60	16.90	-1.700	нет		
7	14.60	14.80	14.70	-3.900	да!		
8	10.75	11.05	10.90	-7.700	да!		
9	19.10	16.50	17.80	-0.800	нет		
10	10.10	10.50	10.30	-8.300	да!		
11	9.300	10.90	10.10	-8.500	да!		
12	5.600	5.800	5.700	-12.90	да!		
13	11.30	13.70	12.50	-6.100	да!		
14	20.30	19.30	19.80	1.200	нет		
15	15.80	16.20	16.00	-2.600	да!		
16	19.60	21.00	20.30	1.700	нет		
17	14.60	14.80	14.70	-3.900	да!		
18	17.65	17.95	17.80	-0.800	нет		
19	30.00	27.40	28.70	10.10	да!		
20	12.60	14.20	13.40	-5.200	да!		
21	14.80	15.00	14.90	-3.700	да!		
22	13.40	15.80	14.60	-4.000	да!		
23	12.40	11.40	11.90	-6.700	да!		
24	8.100	8.500	8.300	-10.30	да!		
25	35.30	36.70	36.00	17.40	да!		
26	28.80	29.00	28.90	10.30	да!		
27	9.750	10.05	9.900	-8.700	да!		
28	10.10	11.70	10.90	-7.700	да!		
29	4.200	4.400	4.300	-14.30	да!		
30	13.70	16.10	14.90	-3.700	да!		
31	18.80	17.80	18.30	-0.300	нет		
32	13.90	14.30	14.10	-4.500	да!		
33	4.900	6.300	5.600	-13.00	да!		
34	26.50	26.70	26.60	8.000	да!		
35	16.25	16.55	16.40	-2.200	да!		
36	35.60	33.00	34.30	15.70	да!		
37	14.50	16.10	15.30	-3.300	да!		
38	18.00	18.20	18.10	-0.500	нет		
39	8.400	10.80	9.600	-9.000	да!		
40	19.40	18.40	18.90	0.300	нет		
41	5.800	6.200	6.000	-12.60	да!		
42	38.00	39.40	38.70	20.10	да!		
43	38.70	38.90	38.80	20.20	да!		
44	5.050	5.350	5.200	-13.40	да!		
45	13.40	15.00	14.20	-4.400	да!		
46	27.20	27.40	27.30	8.700	да!		
47	13.80	16.20	15.00	-3.600	да!		
48	2.800	1.800	2.300	-16.30	да!		
49	12.60	13.00	12.80	-5.800	да!		
50	20.40	21.80	21.10	2.500	да!		
51	8.000	8.200	8.100	-10.50	да!		
52	13.45	13.75	13.60	-5.000	да!		
53	10.40	12.00	11.20	-7.400	да!		
54	7.400	7.600	7.500	-11.10	да!		
55	8.300	10.70	9.500	-9.100	да!		
56	13.60	12.60	13.10	-5.500	да!		
57	10.50	10.90	10.70	-7.900	да!		
58	18.80	20.20	19.50	0.900	нет		
59	9.600	9.800	9.700	-8.900	да!		
60	12.65	12.95	12.80	-5.800	да!		
61	18.60	16.00	17.30	-1.300	нет		
62	24.10	25.70	24.90	6.300	да!		
63	16.30	16.50	16.40	-2.200	да!		
64	7.200	9.600	8.400	-10.20	да!		
65	5.400	4.400	4.900	-13.70	да!		
66	28.90	29.30	29.10	10.50	да!		
67	11.70	13.10	12.40	-6.200	да!		
68	16.00	16.20	16.10	-2.500	да!		
69	11.15	11.45	11.30	-7.300	да!		
70	13.70	15.30	14.50	-4.100	да!		
71	17.40	17.60	17.50	-1.100	нет		
72	11.00	13.40	12.20	-6.400	да!		
73	24.80	23.80	24.30	5.700	да!		
74	15.00	15.40	15.20	-3.400	да!		
75	11.60	13.00	12.30	-6.300	да!		
76	17.30	17.50	17.40	-1.200	нет		
77	18.15	18.45	18.30	-0.300	нет		
78	14.30	11.70	13.00	-5.600	да!		
79	14.70	15.50	15.10	-3.500	да!		
80	19.90	21.50	20.70	2.100	да!		
81	21.10	21.30	21.20	2.600	да!		
82	22.10	24.50	23.30	4.700	да!		
83	15.90	14.90	15.40	-3.200	да!		
84	14.20	14.60	14.40	-4.200	да!		
85	9.900	11.30	10.60	-8.000	да!		
86	16.00	16.20	16.10	-2.500	да!		
87	19.85	20.15	20.00	1.400	нет		
88	15.00	16.60	15.80	-2.800	да!		
89	25.90	26.10	26.00	7.400	да!		
90	28.80	31.20	30.00	11.40	да!		
91	13.30	12.30	12.80	-5.800	да!		
92	14.70	15.10	14.90	-3.700	да!		
93	9.000	10.40	9.700	-8.900	да!		
94	26.60	26.80	26.70	8.100	да!		
95	20.55	20.85	20.70	2.100	да!		
96	21.10	18.50	19.80	1.200	нет		
97	18.70	19.30	19.00	0.400	нет		
98	15.59	15.81	15.70	-2.900	да!		
99	12.60	12.00	12.30	-6.300	да!		
100	32.60	33.00	32.80	14.20	да!		
Средние	16.16	16.63	16.398	-2.202	да!		

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-критерий = 129.72; ст.св.=99, 100, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9847
 Станд.Ошибка = 0.6519 (3.98% от общего среднего)
 НСР(1%)= 2.4209 НСР(5%)= 1.8291 НСР(10%)= 1.5307

36. Рендомизация в блоках:
 F-критерий = 147.34; ст.св.=99, 99, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9865
 Станд.Ошибка = 0.6117 (3.73% от общего среднего)
 НСР(1%)= 2.2720 НСР(5%)= 1.7165 НСР(10%)= 1.4363

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
 комментарии: Масса семян с растений раннеспелой группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий
Общая	17253.475	1.0000	93	185.521	
Фактор	17246.915	0.9996	46	374.933	
2686					
Сл.факторы	6.560	0.0004	47	0.140	

2. Анализ различия факторных средних.

Варианты	1	2	Средние	Разница	Значима?
1	19.20	19.40	19.30	Контроль	
2	18.90	18.50	18.70	-0.600	Нет
3	16.30	16.50	16.40	-2.900	да!
4	10.10	10.70	10.40	-8.900	да!
5	14.80	15.80	15.30	-4.000	да!
6	29.80	30.00	29.90	10.60	да!
7	9.700	9.300	9.500	-9.800	да!
8	10.20	10.40	10.30	-9.000	да!
9	8.700	9.300	9.000	-10.30	да!
10	10.80	11.80	11.30	-8.000	да!
11	28.30	28.50	28.40	9.100	да!
12	10.90	10.50	10.70	-8.600	да!
13	30.50	30.70	30.60	11.30	да!
14	9.300	9.900	9.600	-9.700	да!
15	9.300	10.30	9.800	-9.500	да!
16	9.700	9.900	9.800	-9.500	да!
17	13.60	13.20	13.40	-5.900	да!
18	7.800	8.000	7.900	-11.40	да!
19	20.00	20.20	20.10	0.800	да!
20	14.00	13.60	13.80	-5.500	да!
21	8.400	8.600	8.500	-10.80	да!
22	11.40	12.00	11.70	-7.600	да!
23	13.00	14.00	13.50	-5.800	да!
24	12.00	12.20	12.10	-7.200	да!
25	11.10	10.70	10.90	-8.400	да!
26	12.80	13.00	12.90	-6.400	да!
27	20.20	20.40	20.30	1.000	да!
28	10.30	9.900	10.10	-9.200	да!
29	13.30	13.50	13.40	-5.900	да!
30	14.70	14.90	14.80	-4.500	да!
31	16.70	16.30	16.50	-2.800	да!
32	39.20	39.40	39.30	20.00	да!
33	15.90	16.50	16.20	-3.100	да!
34	11.50	12.50	12.00	-7.300	да!
35	15.00	15.20	15.10	-4.200	да!
36	15.40	15.00	15.20	-4.100	да!
37	14.70	14.90	14.80	-4.500	да!
38	14.40	14.00	14.20	-5.100	да!
39	10.30	10.50	10.40	-8.900	да!
40	95.50	96.10	95.80	76.50	да!
41	7.400	8.400	7.900	-11.40	да!
42	15.30	15.50	15.40	-3.900	да!
43	24.10	23.70	23.90	4.600	да!
44	18.10	18.30	18.20	-1.100	да!
45	22.30	22.90	22.60	3.300	да!
46	18.60	19.60	19.10	-0.200	Нет
47	35.40	36.40	35.90	16.60	да!
Средние	17.42	17.68	17.551	-1.749	да!

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-критерий = 2686.3, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9993
 Станд.Ошибка = 0.2642 (1.51% от общего среднего)
 НСР(1%)= 1.0029 НСР(5%)= 0.7516 НСР(10%)= 0.6269

36. Рендомизация в блоках:
 F-критерий = 3430.1, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9994
 Станд.Ошибка = 0.2338 (1.33% от общего среднего)
 НСР(1%)= 0.8884 НСР(5%)= 0.6655 НСР(10%)= 0.5550

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
 комментарии: Масса семян с растений среднеспелой группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий
Общая	17253.475	1.0000	93	185.521	
Фактор	17246.915	0.9996	46	374.933	
2686					
Сл.факторы	6.560	0.0004	47	0.140	

общая	7109.618	1.0000	209	34.017
фактор	7095.025	0.9979	104	68.221
490.9				
Сл.факторы	14.593	0.0021	105	0.139

2. Анализ различия факторных средних.

Варианты	1	2	Средние	Разница	Значима?
1	21.20	21.60	21.40	Контроль	
2	9.700	9.100	9.400	-12.00	да!
3	10.10	10.90	10.50	-10.90	да!
4	12.90	13.10	13.00	-8.400	да!
5	13.57	14.20	13.89	-7.515	да!
6	15.90	16.30	16.10	-5.300	да!
7	14.40	14.20	14.30	-7.100	да!
8	14.30	15.10	14.70	-6.700	да!
9	10.45	10.60	10.52	-10.88	да!
10	19.10	19.70	19.40	-2.000	да!
11	8.100	8.500	8.300	-13.10	да!
12	10.50	9.900	10.20	-11.20	да!
13	10.20	10.60	10.40	-11.00	да!
14	24.90	24.30	24.60	3.200	да!
15	7.800	8.600	8.200	-13.20	да!
16	17.80	18.00	17.90	-3.500	да!
17	15.17	15.80	15.49	-5.915	да!
18	15.40	15.80	15.60	-5.800	да!
19	9.900	9.700	9.800	-11.60	да!
20	12.10	12.90	12.50	-8.900	да!
21	15.20	15.60	15.40	-6.000	да!
22	23.50	22.90	23.20	1.800	да!
23	16.50	17.30	16.90	-4.500	да!
24	8.400	8.600	8.500	-12.90	да!
25	12.17	12.80	12.49	-8.915	да!
26	14.80	15.20	15.00	-6.400	да!
27	17.50	17.30	17.40	-4.000	да!
28	7.500	8.300	7.900	-13.50	да!
29	11.95	12.10	12.02	-9.375	да!
30	14.00	14.60	14.30	-7.100	да!
31	28.60	29.00	28.80	7.400	да!
32	10.50	9.900	10.20	-11.20	да!
33	9.000	9.800	9.400	-12.00	да!
34	12.10	12.30	12.20	-9.200	да!
35	10.27	10.90	10.59	-10.82	да!
36	12.20	12.60	12.40	-9.000	да!
37	13.90	13.70	13.80	-7.600	да!
38	8.200	9.000	8.600	-12.80	да!
39	24.45	24.60	24.53	3.125	да!
40	9.400	9.800	9.600	-11.80	да!
41	13.80	13.20	13.50	-7.900	да!
42	29.50	30.30	29.90	8.500	да!
43	20.30	20.50	20.40	-1.000	да!
44	14.87	15.50	15.18	-6.215	да!
45	8.900	9.300	9.100	-12.30	да!
46	9.400	9.200	9.300	-12.10	да!
47	9.800	10.60	10.20	-11.20	да!
48	20.35	20.50	20.42	-0.975	да!
49	8.900	9.500	9.200	-12.20	да!
50	9.200	9.600	9.400	-12.00	да!
51	5.200	5.600	5.400	-16.00	да!
52	12.60	12.00	12.30	-9.100	да!
53	14.50	15.30	14.90	-6.500	да!
54	8.600	8.800	8.700	-12.70	да!
55	11.07	11.70	11.39	-10.02	да!
56	15.50	15.90	15.70	-5.700	да!
57	4.400	4.200	4.300	-17.10	да!
58	19.20	20.00	19.60	-1.800	да!
59	8.150	8.300	8.225	-13.18	да!
60	11.40	12.00	11.70	-9.700	да!
61	13.60	14.00	13.80	-7.600	да!
62	14.10	13.50	13.80	-7.600	да!
63	15.50	16.30	15.90	-5.500	да!
64	20.10	20.30	20.20	-1.200	да!
65	17.17	17.80	17.49	-3.915	да!
66	14.90	15.30	15.10	-6.300	да!
67	31.70	31.50	31.60	10.20	да!
68	14.20	15.00	14.60	-6.800	да!
69	6.250	6.400	6.325	-15.08	да!
70	14.80	15.40	15.10	-6.300	да!
71	3.000	3.400	3.200	-18.20	да!
72	17.20	16.60	16.90	-4.500	да!
73	10.90	11.70	11.30	-10.10	да!
74	15.40	15.60	15.50	-5.900	да!
75	10.97	11.60	11.28	-10.12	да!
76	8.200	8.600	8.400	-13.00	да!
77	10.70	11.10	10.90	-10.50	да!
78	17.80	17.20	17.50	-3.900	да!
79	10.80	11.60	11.20	-10.20	да!
80	25.80	26.00	25.90	4.500	да!
81	19.17	19.80	19.49	-1.915	да!
82	16.10	16.50	16.30	-5.100	да!
83	12.80	12.60	12.70	-8.700	да!
84	12.60	13.40	13.00	-8.400	да!
85	14.15	14.30	14.23	-7.175	да!
86	14.60	15.20	14.90	-6.500	да!
87	28.40	28.80	28.60	7.200	да!
88	13.50	13.90	13.70	-7.700	да!
89	10.70	10.10	10.40	-11.00	да!
90	15.10	15.90	15.50	-5.900	да!
91	12.30	12.50	12.40	-9.000	да!
92	10.47	11.10	10.78	-10.62	да!
93	12.50	12.90	12.70	-8.700	да!
94	11.00	10.80	10.90	-10.50	да!
95	8.000	8.400	8.200	-13.20	да!
96	23.10	22.50	22.80	1.400	да!
97	10.60	11.40	11.00	-10.40	да!
98	20.50	20.70	20.60	-0.800	да!
99	36.87	37.50	37.18	15.78	да!
100	13.20	13.60	13.40	-8.000	да!
101	21.70	21.50	21.60	0.200	Нет
102	13.20	14.00	13.60	-7.800	да!
103	17.25	17.40	17.33	-4.075	да!
104	11.10	11.70	11.40	-10.00	да!
105	11.10	11.50	11.30	-10.10	да!

Средние 14.21 14.52 | 14.364 | -7.036 да! |

За. полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 490.87; ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9959
Станд.Ошибка = 0.2636 (1.84% от общего среднего)
НСР(1%)= 0.9780 НСР(5%)= 0.7392 НСР(10%)= 0.6187

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 724.08; ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9972
Станд.Ошибка = 0.2170 (1.51% от общего среднего)
НСР(1%)= 0.8054 НСР(5%)= 0.6087 НСР(10%)= 0.5094

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Масса семян с растений среднепоздней группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
общая	20784.589	1.0000	199	104.445	
фактор	20778.179	0.9997	99	209.881	
сл.факторы	6.411	0.0003	100	0.064	

2. Анализ различия факторных средних.

повторности		Средние	Разница	Значима?
1	2			
Варианты				
1	21.00 20.80	20.90	контроль	
2	14.80 15.20	15.00	-5.900	да!
3	14.14 14.30	14.22	-6.680	да!
4	18.89 19.30	19.09	-1.805	да!
5	6.700 6.900	6.800	-14.10	да!
6	16.20 15.60	15.90	-5.000	да!
7	17.40 17.20	17.30	-3.600	да!
8	10.20 10.60	10.40	-10.50	да!
9	15.04 15.20	15.12	-5.780	да!
10	7.590 8.000	7.795	-13.10	да!
11	8.900 9.100	9.000	-11.90	да!
12	4.900 4.300	4.600	-16.30	да!
13	12.89 13.30	13.10	-7.805	да!
14	22.90 23.10	23.00	2.100	да!
15	17.60 17.00	17.30	-3.600	да!
16	16.30 16.10	16.20	-4.700	да!
17	14.20 14.60	14.40	-6.500	да!
18	15.54 15.70	15.62	-5.280	да!
19	30.19 30.60	30.40	9.495	да!
20	9.500 9.700	9.600	-11.30	да!
21	10.49 10.90	10.69	-10.20	да!
22	24.90 25.10	25.00	4.100	да!
23	10.90 10.30	10.60	-10.30	да!
24	8.700 8.500	8.600	-12.30	да!
25	42.10 42.50	42.30	21.40	да!
26	35.34 35.50	35.42	14.52	да!
27	10.29 10.70	10.49	-10.40	да!
28	8.200 8.400	8.300	-12.60	да!
29	11.59 12.00	11.80	-9.105	да!
30	10.40 10.60	10.50	-10.40	да!
31	25.40 24.80	25.10	4.200	да!
32	14.00 13.80	13.90	-7.000	да!
33	5.700 6.100	5.900	-15.00	да!
34	14.74 14.90	14.82	-6.080	да!
35	18.89 19.30	19.09	-1.805	да!
36	25.70 25.90	25.80	4.900	да!
37	16.99 17.40	17.19	-3.705	да!
38	23.00 23.20	23.10	2.200	да!
39	9.700 9.100	9.400	-11.50	да!
40	33.10 32.90	33.00	12.10	да!
41	3.800 4.200	4.000	-16.90	да!
42	27.94 28.10	28.02	7.120	да!
43	48.99 49.40	49.19	28.30	да!
44	4.800 5.000	4.900	-16.00	да!
45	11.89 12.30	12.10	-8.805	да!
46	73.30 73.50	73.40	52.50	да!
47	16.00 15.40	15.70	-5.200	да!
48	1.900 1.700	1.800	-19.10	да!
49	16.80 17.20	17.00	-3.900	да!
50	13.54 13.70	13.62	-7.280	да!
51	5.490 5.900	5.695	-15.20	да!
52	11.80 12.00	11.90	-9.000	да!
53	9.390 9.800	9.595	-11.30	да!
54	12.10 12.30	12.20	-8.700	да!
55	26.60 26.00	26.30	5.400	да!
56	13.50 13.30	13.40	-7.500	да!
57	7.700 8.100	7.900	-13.00	да!
58	16.24 16.40	16.32	-4.580	да!
59	6.590 7.000	6.795	-14.10	да!
60	11.20 11.40	11.30	-9.600	да!
61	12.49 12.90	12.69	-8.205	да!
62	21.40 21.60	21.50	0.600	да!
63	15.30 14.70	15.00	-5.900	да!
64	13.90 13.70	13.80	-7.100	да!
65	19.30 19.70	19.50	-1.400	да!
66	34.14 34.30	34.22	13.32	да!
67	17.99 18.40	18.19	-2.705	да!
68	10.40 10.60	10.50	-10.40	да!
69	5.290 5.700	5.495	-15.40	да!
70	16.10 16.30	16.20	-4.700	да!
71	27.00 26.40	26.70	5.800	да!
72	9.400 9.200	9.300	-11.60	да!
73	30.90 31.30	31.10	10.20	да!
74	14.14 14.30	14.22	-6.680	да!
75	8.690 9.100	8.895	-12.00	да!
76	18.30 18.50	18.40	-2.500	да!
77	14.89 15.30	15.10	-5.805	да!
78	11.90 12.10	12.00	-8.900	да!
79	18.70 18.10	18.40	-2.500	да!

80	21.60 21.40	21.50	0.600	да!
81	22.80 23.20	23.00	2.100	да!
82	22.24 22.40	22.32	1.420	да!
83	15.29 15.70	15.49	-5.405	да!
84	10.70 10.90	10.80	-10.10	да!
85	17.29 17.70	17.50	-3.405	да!
86	11.10 11.30	11.20	-9.700	да!
87	13.90 13.30	13.60	-7.300	да!
88	16.80 16.60	16.70	-4.200	да!
89	28.99 29.40	29.19	8.295	да!
90	32.30 32.50	32.40	11.50	да!
91	13.50 12.90	13.20	-7.700	да!
92	11.00 10.80	10.90	-10.00	да!
93	11.99 12.40	12.19	-8.705	да!
94	24.70 24.90	24.80	3.900	да!
95	23.40 22.80	23.10	2.200	да!
96	14.90 14.70	14.80	-6.100	да!
97	20.10 20.50	20.30	-0.600	да!
98	18.84 19.00	18.92	-1.980	да!
99	15.39 15.80	15.60	-5.305	да!
100	36.40 36.60	36.50	15.60	да!

Средние 17.18 17.28 | 17.231 | -3.669 да! |

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 3273.9; ст.св.=99, 100, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9994
Станд.Ошибка = 0.1790 (1.04% от общего среднего)
НСР(1%)= 0.6649 НСР(5%)= 0.5023 НСР(10%)= 0.4204

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 3524.9; ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9994
Станд.Ошибка = 0.1725 (1.00% от общего среднего)
НСР(1%)= 0.6409 НСР(5%)= 0.4842 НСР(10%)= 0.4052

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: Масса 1000 семян раннеспелой группы 2018 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
общая	337603.173	1.0000	93	3630.142	
фактор	337451.433	0.9996	46	7335.901	
сл.факторы	151.740	0.0004	47	3.229	

2. Анализ различия факторных средних.

повторности		Средние	Разница	Значима?
1	2			
Варианты				
1	158.7 160.9	159.8	контроль	
2	188.9 189.1	189.0	29.20	да!
3	133.4 135.2	134.3	-25.50	да!
4	88.40 90.40	89.40	-70.40	да!
5	83.50 85.10	84.30	-75.50	да!
6	252.8 253.2	253.0	93.20	да!
7	159.6 160.4	160.0	0.200	нет
8	90.40 91.40	90.90	-68.90	да!
9	104.9 105.5	105.2	-54.60	да!
10	64.30 66.70	65.50	-94.30	да!
11	190.1 188.3	189.2	29.40	да!
12	195.6 193.0	194.3	34.50	да!
13	221.4 224.6	223.0	63.20	да!
14	113.4 114.8	114.1	-45.70	да!
15	111.6 109.9	110.8	-49.05	да!
16	112.3 111.0	111.7	-48.15	да!
17	243.3 246.5	244.9	85.10	да!
18	95.90 100.5	98.20	-61.60	да!
19	248.9 252.7	250.8	91.00	да!
20	163.0 161.2	162.1	2.300	нет
21	190.2 186.4	188.3	28.50	да!
22	170.2 173.4	171.8	12.00	да!
23	143.7 148.7	146.2	-13.60	да!
24	126.1 123.7	124.9	-34.90	да!
25	111.8 109.8	110.8	-49.00	да!
26	152.8 150.2	151.5	-8.300	да!
27	164.5 167.7	166.1	6.300	да!
28	154.5 155.9	155.2	-4.600	да!
29	150.5 148.8	149.6	-10.15	да!
30	130.2 129.0	129.6	-30.20	да!
31	86.30 89.50	87.90	-71.90	да!
32	294.4 299.0	296.7	136.9	да!
33	163.2 167.0	165.1	5.300	да!
34	161.5 159.7	160.6	0.800	нет
35	136.4 136.8	136.6	-23.20	да!
36	116.0 113.4	114.7	-45.10	да!
37	168.6 171.8	170.2	10.40	да!
38	153.2 154.6	153.9	-5.900	да!
39	88.30 86.60	87.45	-72.35	да!
40	259.7 258.5	259.1	99.30	да!
41	28.30 31.50	29.90	-129.9	да!
42	237.5 242.1	239.8	80.00	да!
43	210.5 214.3	212.4	52.60	да!
44	184.9 183.1	184.0	24.20	да!
45	251.6 252.0	251.8	92.00	да!
46	226.6 227.2	226.9	67.10	да!
47	268.7 269.1	268.9	109.1	да!

Средние 160.7 161.5 | 161.07 | 1.272 нет |

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 2272.2; ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9991
Станд.Ошибка = 1.2705 (0.79% от общего среднего)
НСР(1%)= 4.8236 НСР(5%)= 3.6147 НСР(10%)= 3.0149

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 2498.6; ст.св.=46, 46, Q=0.0000

Степень влияния по Снедекору = 0.9992
 Станд.Ошибка = 1.2116 (0.75% от общего среднего)
 НСР(1%)= 4.6042 НСР(5%)= 3.4491 НСР(10%)= 2.8764

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
 комментарий: Масса 1000 семян среднеспелой группы 2018 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	кватратов	вариации	свободы	кватрат	
Общая	836911.990	1.0000	209	4004.364	
Фактор	836696.665	0.9997	104	8045.160	
сл.факторы	215.325	0.0003	105	2.051	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности	1	2	Средние	Разница	Значима?
Варианты					
1	239.7	241.5	240.6	Контроль	
2	99.30	102.9	101.1	-139.5	да!
3	102.5	101.3	101.9	-138.7	да!
4	206.9	209.1	208.0	-32.60	да!
5	114.4	114.6	114.5	-126.1	да!
6	187.2	189.0	188.1	-52.50	да!
7	209.7	211.7	210.7	-29.90	да!
8	130.7	132.3	131.5	-109.1	да!
9	122.2	122.6	122.4	-118.2	да!
10	154.2	155.0	154.6	-86.00	да!
11	104.6	105.6	105.1	-135.5	да!
12	148.7	149.3	149.0	-91.60	да!
13	76.40	78.80	77.60	-163.0	да!
14	286.3	284.5	285.4	44.80	да!
15	79.30	76.70	78.00	-162.6	да!
16	163.5	166.7	165.1	-75.50	да!
17	151.6	153.0	152.3	-88.30	да!
18	179.5	177.8	178.6	-61.95	да!
19	160.8	159.5	160.1	-80.45	да!
20	133.8	137.0	135.4	-105.2	да!
21	158.0	162.6	160.3	-80.30	да!
22	148.8	152.6	150.7	-89.90	да!
23	282.9	281.1	282.0	41.40	да!
24	102.0	98.20	100.1	-140.5	да!
25	89.10	92.30	90.70	-149.9	да!
26	92.10	97.10	94.60	-146.0	да!
27	131.2	128.8	130.0	-110.6	да!
28	70.90	68.90	69.90	-170.7	да!
29	118.3	115.7	117.0	-123.6	да!
30	146.3	149.5	147.9	-92.70	да!
31	270.7	272.1	271.4	30.80	да!
32	111.4	109.7	110.6	-130.1	да!
33	90.00	88.80	89.40	-151.2	да!
34	226.5	228.9	227.7	-12.90	да!
35	101.2	102.2	101.7	-138.9	да!
36	157.6	157.2	157.4	-83.20	да!
37	182.5	181.7	182.1	-58.50	да!
38	136.6	134.8	135.7	-104.9	да!
39	312.4	314.2	313.3	72.70	да!
40	105.7	109.3	107.5	-133.1	да!
41	118.0	116.8	117.4	-123.2	да!
42	295.4	293.5	294.5	53.85	да!
43	285.1	287.9	286.5	45.90	да!
44	306.3	307.3	306.8	66.20	да!
45	94.10	93.70	93.90	-146.7	да!
46	120.4	119.6	120.0	-120.6	да!
47	158.9	160.1	159.5	-81.10	да!
48	295.1	294.4	294.8	54.15	да!
49	138.9	139.5	139.2	-101.4	да!
50	93.50	95.90	94.70	-145.9	да!
51	61.60	61.40	61.50	-179.1	да!
52	145.4	143.6	144.5	-96.10	да!
53	174.9	177.3	176.1	-64.50	да!
54	108.8	109.8	109.3	-131.3	да!
55	110.0	109.6	109.8	-130.8	да!
56	177.8	177.0	177.4	-63.20	да!
57	123.8	122.0	122.9	-117.7	да!
58	195.3	197.1	196.2	-44.40	да!
59	93.40	97.00	95.20	-145.4	да!
60	209.9	208.7	209.3	-31.30	да!
61	149.8	147.9	148.9	-91.75	да!
62	120.0	122.8	121.4	-119.2	да!
63	114.9	115.9	115.4	-125.2	да!
64	107.9	107.5	107.7	-132.9	да!
65	183.5	182.7	183.1	-57.50	да!
66	92.70	93.90	93.30	-147.3	да!
67	262.0	261.3	261.6	21.05	да!
68	162.5	163.1	162.8	-77.80	да!
69	98.20	100.6	99.40	-141.2	да!
70	161.1	160.9	161.0	-79.60	да!
71	83.40	81.60	82.50	-158.1	да!
72	169.7	172.1	170.9	-69.70	да!
73	169.2	170.2	169.7	-70.90	да!
74	135.9	135.5	135.7	-104.9	да!
75	147.2	146.4	146.8	-93.80	да!
76	92.10	90.30	91.20	-149.4	да!
77	97.90	99.70	98.80	-141.8	да!
78	268.8	272.4	270.6	30.00	да!
79	77.80	76.60	77.20	-163.4	да!
80	246.0	244.1	245.1	4.450	да!
81	226.8	229.6	228.2	-12.40	да!
82	155.1	156.1	155.6	-85.00	да!
83	118.7	118.3	118.5	-122.1	да!
84	175.9	175.1	175.5	-65.10	да!
85	133.4	134.6	134.0	-106.6	да!
86	312.2	311.5	311.9	71.25	да!
87	227.1	227.7	227.4	-13.20	да!

88	125.3	127.7	126.5	-114.1	да!
89	123.3	123.9	123.6	-117.0	да!
90	186.0	188.4	187.2	-53.40	да!
91	154.8	153.0	153.9	-86.70	да!
92	130.8	128.2	129.5	-111.1	да!
93	155.3	158.5	156.9	-83.70	да!
94	113.5	114.9	114.2	-126.4	да!
95	90.60	88.90	89.75	-150.9	да!
96	320.3	319.0	319.6	79.05	да!
97	97.80	98.40	98.10	-142.5	да!
98	224.5	226.9	225.7	-14.90	да!
99	244.9	243.1	244.0	3.400	да!
100	145.2	142.6	143.9	-96.70	да!
101	181.1	184.3	182.7	-57.90	да!
102	147.7	149.1	148.4	-92.20	да!
103	133.5	131.8	132.6	-108.0	да!
104	142.0	140.7	141.4	-99.25	да!
105	122.3	125.5	123.9	-116.7	да!

Средние 157.3 157.8 | 157.58 | -83.02 да! |

3а. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
 F-критерий = 3923.1, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9995
 Станд.Ошибка = 1.0126 (0.64% от общего среднего)
 НСР(1%)= 3.7569 НСР(5%)= 2.8395 НСР(10%)= 2.3765

3б. Рендомизация в блоках:
 F-критерий = 4106.5, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
 Степень влияния по Снедекору = 0.9995
 Станд.Ошибка = 0.9897 (0.63% от общего среднего)
 НСР(1%)= 3.6727 НСР(5%)= 2.7756 НСР(10%)= 2.3230

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
 комментарий: масса 1000 семян среднепоздней группы 2018 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	кватратов	вариации	свободы	кватрат	
Общая	1093148.825	1.0000	199	5493.210	
Фактор	1092900.480	0.9998	99	11039.399	
сл.факторы	248.345	0.0002	100	2.483	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности	1	2	Средние	Разница	Значима?
Варианты					
1	245.3	247.5	246.4	Контроль	
2	125.9	126.1	126.0	-120.4	да!
3	162.8	164.6	163.7	-82.70	да!
4	192.2	194.2	193.2	-53.20	да!
5	78.50	80.10	79.30	-167.1	да!
6	152.4	152.8	152.6	-93.80	да!
7	109.7	110.5	110.1	-136.3	да!
8	107.3	108.3	107.8	-138.6	да!
9	223.5	224.1	223.8	-22.60	да!
10	81.20	83.60	82.40	-164.0	да!
11	78.70	76.90	77.80	-168.6	да!
12	45.50	42.90	44.20	-202.2	да!
13	90.20	93.40	91.80	-154.6	да!
14	195.6	197.0	196.3	-50.10	да!
15	94.50	92.80	93.65	-152.7	да!
16	146.4	145.2	145.8	-100.6	да!
17	138.2	141.4	139.8	-106.6	да!
18	163.4	168.0	165.7	-80.70	да!
19	271.5	275.3	273.4	27.00	да!
20	137.3	135.5	136.4	-110.0	да!
21	139.6	135.8	137.7	-108.7	да!
22	261.0	264.2	262.6	16.20	да!
23	112.3	117.3	114.8	-131.6	да!
24	103.5	101.1	102.3	-144.1	да!
25	298.1	296.1	297.1	50.70	да!
26	278.2	275.6	276.9	30.50	да!
27	143.5	146.7	145.1	-101.3	да!
28	118.1	119.5	118.8	-127.6	да!
29	64.10	62.40	63.25	-183.1	да!
30	106.4	105.1	105.8	-140.6	да!
31	188.9	192.1	190.5	-55.90	да!
32	134.9	139.5	137.2	-109.2	да!
33	51.50	55.30	53.40	-193.0	да!
34	194.8	193.0	193.9	-52.50	да!
35	152.1	152.5	152.3	-94.10	да!
36	299.4	296.8	298.1	51.70	да!
37	223.1	226.3	224.7	-21.70	да!
38	215.6	217.0	216.3	-30.10	да!
39	76.10	74.30	75.20	-171.2	да!
40	246.3	245.0	245.6	-0.750	Нет
41	71.60	74.80	73.20	-173.2	да!
42	271.8	276.4	274.1	27.70	да!
43	231.7	235.5	233.6	-12.80	да!
44	52.80	51.00	51.90	-194.5	да!
45	284.7	285.1	284.9	38.50	да!
46	254.0	254.6	254.3	7.900	да!
47	294.7	297.1	295.9	49.50	да!
48	22.50	20.70	21.60	-224.8	да!
49	144.8	142.2	143.5	-102.9	да!
50	126.5	129.7	128.1	-118.3	да!
51	85.60	87.00	86.30	-160.1	да!
52	160.8	159.1	160.0	-86.45	да!
53	113.7	112.4	113.1	-133.3	да!
54	134.7	135.3	135.0	-111.4	да!
55	103.8	105.2	104.5	-141.9	да!
56	152.1	149.9	151.0	-95.40	да!
57	63.40	62.80	63.10	-183.3	да!
58	201.9	204.3	203.1	-43.30	да!

59	64.40	62.60	63.50	-182.9	да!
60	125.6	123.0	124.3	-122.1	да!
61	248.2	251.4	249.8	3.400	да!
62	223.6	225.0	224.3	-22.10	да!
63	208.3	206.6	207.5	-38.95	да!
64	108.5	107.3	107.9	-138.5	да!
65	103.1	103.7	103.4	-143.0	да!
66	278.0	277.4	277.7	31.30	да!
67	93.00	92.60	92.80	-153.6	да!
68	170.8	169.2	170.0	-76.40	да!
69	105.3	105.5	105.4	-141.0	да!
70	139.3	141.7	140.5	-105.9	да!
71	131.3	129.5	130.4	-116.0	да!
72	103.4	100.8	102.1	-144.3	да!
73	234.8	238.0	236.4	-10.00	да!
74	200.7	202.1	201.4	-45.00	да!
75	209.5	207.8	208.6	-37.75	да!
76	180.0	178.8	179.4	-67.00	да!
77	166.4	167.0	166.7	-79.70	да!
78	101.3	101.5	101.4	-145.0	да!
79	134.1	135.5	134.8	-111.6	да!
80	190.5	188.3	189.4	-57.00	да!
81	154.0	153.4	153.7	-92.70	да!
82	239.4	240.6	240.0	-6.400	да!
83	145.0	147.6	146.3	-100.1	да!
84	140.2	142.0	141.1	-105.3	да!
85	118.9	121.3	120.1	-126.3	да!
86	288.0	286.2	287.1	40.70	да!
87	323.7	321.1	322.4	76.00	да!
88	143.7	146.9	145.3	-101.1	да!
89	270.4	271.8	271.1	24.70	да!
90	264.2	262.5	263.4	16.95	да!
91	128.3	127.1	127.7	-118.7	да!
92	191.4	192.0	191.7	-54.70	да!
93	106.5	108.9	107.7	-138.7	да!
94	294.6	292.8	293.7	47.30	да!
95	289.1	286.5	287.8	41.40	да!
96	168.2	171.4	169.8	-76.60	да!
97	296.4	297.8	297.1	50.70	да!
98	133.5	131.7	132.6	-113.8	да!
99	91.60	90.40	91.00	-155.4	да!
100	310.5	311.1	310.8	64.40	да!
Средние	166.4	166.8	166.57	-79.83	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 4445.2, ст.св.=99, 100, Q=-.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 1.1143 (0.67% от общего среднего)
НСР(1%)= 4.1381 НСР(5%)= 3.1265 НСР(10%)= 2.6164

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 4554.1, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 1.1009 (0.66% от общего среднего)
НСР(1%)= 4.0891 НСР(5%)= 3.0893 НСР(10%)= 2.5851

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: масса 1000 семян раннеспелой группы 2019 года

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
Общая	495395.166	1.0000	93	5326.830	
Фактор	495271.231	0.9997	46	10766.766	
4083					
Сл.факторы	123.935	0.0003	47	2.637	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние		Разница		Значима?	
1	2	1	2	1	2	1	2
Варианты							
1	164.2	166.4	165.3	Контроль			
2	191.6	191.8	191.7	26.40	да!		
3	139.7	141.5	140.6	-24.70	да!		
4	83.00	85.00	84.00	-81.30	да!		
5	117.7	119.3	118.5	-46.80	да!		
6	292.6	293.0	292.8	127.5	да!		
7	92.40	93.20	92.80	-72.50	да!		
8	70.40	71.40	70.90	-94.40	да!		
9	81.80	82.40	82.10	-83.20	да!		
10	70.20	72.60	71.40	-93.90	да!		
11	203.8	202.0	202.9	37.60	да!		
12	109.2	106.6	107.9	-57.40	да!		
13	215.3	218.5	216.9	51.60	да!		
14	80.60	82.00	81.30	-84.00	да!		
15	94.30	92.50	93.40	-71.90	да!		
16	68.60	67.30	67.95	-97.35	да!		
17	201.3	204.5	202.9	37.60	да!		
18	78.60	83.20	80.90	-84.40	да!		
19	252.4	256.2	254.3	89.00	да!		
20	141.2	139.4	140.3	-25.00	да!		
21	84.40	80.60	82.50	-82.80	да!		
22	88.70	91.90	90.30	-75.00	да!		
23	138.9	140.7	139.8	-25.50	да!		
24	115.9	119.5	117.7	-47.60	да!		
25	90.80	91.80	91.30	-74.00	да!		
26	150.0	150.6	150.3	-15.00	да!		
27	169.8	172.2	171.0	5.700	да!		
28	160.4	158.6	159.5	-5.800	да!		
29	98.60	96.00	97.30	-68.00	да!		
30	102.4	105.6	104.0	-61.30	да!		
31	98.50	99.90	99.20	-66.10	да!		
32	264.0	262.3	263.1	97.85	да!		
33	165.6	164.4	165.0	-0.300	Нет		
34	116.2	119.4	117.8	-47.50	да!		
35	116.1	120.7	118.4	-46.90	да!		
36	116.2	119.0	117.6	-47.70	да!		
37	142.1	143.1	142.6	-22.70	да!		

38	146.1	145.7	145.9	-19.40	да!
39	63.70	62.90	63.30	-102.0	да!
40	313.6	311.8	312.7	147.4	да!
41	56.40	58.20	57.30	-108.0	да!
42	296.4	300.0	298.2	132.9	да!
43	251.1	249.9	250.5	85.20	да!
44	187.5	185.6	186.6	21.25	да!
45	209.7	212.5	211.1	45.80	да!
46	274.8	275.8	275.3	110.0	да!
47	308.3	307.9	308.1	142.8	да!
Средние	150.5	151.4	150.96	-14.34	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 4083.1, ст.св.=46, 47, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9995
Станд.Ошибка = 1.1482 (0.76% от общего среднего)
НСР(1%)= 4.3593 НСР(5%)= 3.2668 НСР(10%)= 2.7247

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 4643.6, ст.св.=46, 46, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 1.0767 (0.71% от общего среднего)
НСР(1%)= 4.0915 НСР(5%)= 3.0651 НСР(10%)= 2.5561

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: масса 1000 семян среднеспелой группы 2019 года
1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
критерий	квадратов	вариации	свободы	квадрат	
Общая	1033397.194	1.0000	209	4944.484	
Фактор	1033169.179	0.9998	104	9934.319	
4575					
Сл.факторы	228.015	0.0002	105	2.172	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности		Средние		Разница		Значима?	
1	2	1	2	1	2	1	2
Варианты							
1	234.7	236.5	235.6	Контроль			
2	74.70	78.30	76.50	-159.1	да!		
3	95.20	94.00	94.60	-141.0	да!		
4	151.5	153.7	152.6	-83.00	да!		
5	127.3	127.5	127.4	-108.2	да!		
6	173.5	175.3	174.4	-61.20	да!		
7	147.2	149.2	148.2	-87.40	да!		
8	139.0	140.6	139.8	-95.80	да!		
9	101.8	102.2	102.0	-133.6	да!		
10	158.3	159.1	158.7	-76.90	да!		
11	77.50	78.50	78.00	-157.6	да!		
12	112.5	113.1	112.8	-122.8	да!		
13	68.90	71.30	70.10	-165.5	да!		
14	273.6	271.8	272.7	37.10	да!		
15	46.70	44.10	45.40	-190.2	да!		
16	149.1	152.3	150.7	-84.90	да!		
17	146.6	148.0	147.3	-88.30	да!		
18	152.7	150.9	151.8	-83.80	да!		
19	150.1	153.3	151.7	-83.90	да!		
20	114.7	116.1	115.4	-120.2	да!		
21	200.3	198.5	199.4	-36.20	да!		
22	145.4	144.2	144.8	-90.80	да!		
23	285.0	288.2	286.6	51.00	да!		
24	63.20	67.80	65.50	-170.1	да!		
25	118.0	121.8	119.9	-115.7	да!		
26	109.5	107.7	108.6	-127.0	да!		
27	163.9	164.3	164.1	-71.50	да!		
28	78.20	75.60	76.90	-158.7	да!		
29	92.40	95.60	94.00	-141.6	да!		
30	130.8	132.2	131.5	-104.1	да!		
31	282.7	281.0	281.9	46.25	да!		
32	117.1	115.8	116.4	-119.2	да!		
33	85.90	89.10	87.50	-148.1	да!		
34	240.7	245.3	243.0	7.400	да!		
35	97.40	99.20	98.30	-137.3	да!		
36	161.6	165.2	163.4	-72.20	да!		
37	161.5	160.3	160.9	-74.70	да!		
38	129.6	131.8	130.7	-104.9	да!		
39	278.3	278.5	278.4	42.80	да!		
40	100.6	102.4	101.5	-134.1	да!		
41	129.5	131.5	130.5	-105.1	да!		
42	274.8	276.4	275.6	40.00	да!		
43	282.3	282.7	282.5	46.90	да!		
44	340.9	341.7	341.3	105.7	да!		
45	85.80	86.80	86.30	-149.3	да!		
46	109.9	110.5	110.2	-125.4	да!		
47	154.3	156.7	155.5	-80.10	да!		
48	309.9	308.1	309.0	73.40	да!		
49	124.4	121.8	123.1	-112.5	да!		
50	84.90	88.10	86.50	-149.1	да!		
51	50.20	51.60	50.90	-184.7	да!		
52	136.5	134.8	135.6	-99.95	да!		
53	191.2	194.4	192.8	-42.80	да!		
54	81.80	83.20	82.50	-153.1	да!		
55	90.90	89.20	90.05	-145.6	да!		
56	182.4	184.2	183.3	-52.30	да!		
57	107.5	111.1	109.3	-126.3	да!		
58	234.8	233.6	234.2	-1.400	Нет		
59	65.70	67.90	66.80	-168.8	да!		
60	242.0	242.2	242.1	6.500	да!		
61	125.5	127.3	126.4	-109.2	да!		
62	116.9	118.9	117.9	-117.7	да!		
63	121.8	123.4	122.6	-113.0	да!		
64	115.9	116.3	116.1	-119.5	да!		</

70	176.1	173.5	174.8	-60.80	да!
71	82.90	86.10	84.50	-151.1	да!
72	215.0	216.4	215.7	-19.90	да!
73	142.0	140.3	141.1	-94.45	да!
74	143.9	147.1	145.5	-90.10	да!
75	106.2	107.6	106.9	-128.7	да!
76	108.8	107.1	107.9	-127.7	да!
77	92.40	90.70	91.55	-144.1	да!
78	244.0	245.8	244.9	9.300	да!
79	91.60	95.20	93.40	-142.2	да!
80	214.7	213.5	214.1	-21.50	да!
81	186.6	188.8	187.7	-47.90	да!
82	177.0	177.2	177.1	-58.50	да!
83	140.1	141.9	141.0	-94.60	да!
84	151.5	153.5	152.5	-83.10	да!
85	140.1	141.7	140.9	-94.70	да!
86	366.1	366.5	366.3	130.7	да!
87	242.7	243.5	243.1	7.500	да!
88	99.20	100.2	99.70	-135.9	да!
89	122.2	122.8	122.5	-113.1	да!
90	222.4	224.8	223.6	-12.00	да!
91	173.2	171.4	172.3	-63.30	да!
92	130.0	127.4	128.7	-106.9	да!
93	160.2	163.4	161.8	-73.80	да!
94	94.00	95.40	94.70	-140.9	да!
95	98.10	96.40	97.25	-138.4	да!
96	330.9	334.1	332.5	96.90	да!
97	111.1	112.5	111.8	-123.8	да!
98	275.2	273.5	274.4	38.75	да!
99	309.7	308.0	308.9	73.25	да!
100	159.9	161.3	160.6	-75.00	да!
101	187.9	186.1	187.0	-48.60	да!
102	125.2	128.4	126.8	-108.8	да!
103	161.0	162.4	161.7	-73.90	да!
104	133.9	135.3	134.6	-101.0	да!
105	105.4	103.7	104.6	-131.1	да!
Средние	155.5	156.4	155.94	-79.66	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 4574.7, ст.св.=104, 105, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 1.0420 (0.67% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.8660 НСР(5%)= 2.9219 НСР(10%)= 2.4455

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 5466.1, ст.св.=104, 104, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 0.9533 (0.61% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.5374 НСР(5%)= 2.6734 НСР(10%)= 2.2374

**** Дисперсионный анализ экспериментальных данных.
комментарии: масса 1000 семян среднепоздней группы 2019 года
1. таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма	Доля	Степени	Средний	F-
	квадратов	вариации	свободы	квадрат	критерий
общая	1240228.353	1.0000	199	6232.303	
фактор	1239970.282	0.9998	99	12524.952	
4853					
сл.факторы	258.071	0.0002	100	2.581	

2. Анализ различия факторных средних.

Варианты	повторности		Средние	Разница	Значима?
	1	2			
1	248.3	250.5	249.4	Контроль	
2	131.0	131.2	131.1	-118.3	да!
3	118.1	119.9	119.0	-130.4	да!
4	182.2	185.8	184.0	-65.40	да!
5	79.80	81.40	80.60	-168.8	да!
6	158.4	158.8	158.6	-90.80	да!
7	129.0	130.8	129.9	-119.5	да!
8	92.50	93.50	93.00	-156.4	да!
9	226.7	227.3	227.0	-22.40	да!
10	73.10	76.90	75.00	-174.4	да!
11	73.50	71.70	72.60	-176.8	да!
12	40.70	38.10	39.40	-210.0	да!
13	111.7	115.3	113.5	-135.9	да!
14	217.0	218.4	217.7	-31.70	да!
15	118.2	118.8	118.5	-130.9	да!
16	139.2	145.6	142.4	-107.0	да!
17	137.4	138.0	137.7	-111.7	да!
18	156.7	159.1	157.9	-91.50	да!
19	283.6	281.8	282.7	33.30	да!
20	110.7	107.5	109.1	-140.3	да!
21	99.60	102.8	101.2	-148.2	да!

22	262.3	263.7	263.0	13.60	да!
23	103.8	102.1	102.9	-146.4	да!
24	81.90	79.90	80.90	-168.5	да!
25	290.7	292.5	291.6	42.20	да!
26	279.5	283.1	281.3	31.90	да!
27	153.6	154.5	154.1	-95.35	да!
28	102.1	103.1	102.6	-146.8	да!
29	109.4	110.0	109.7	-139.7	да!
30	94.60	97.00	95.80	-153.6	да!
31	263.6	261.8	262.7	13.30	да!
32	136.9	134.3	135.6	-113.8	да!
33	54.80	58.00	56.40	-193.0	да!
34	151.9	153.3	152.6	-96.80	да!
35	178.1	178.7	178.4	-71.00	да!
36	279.3	281.7	280.5	31.10	да!
37	253.8	254.4	254.1	4.700	да!
38	202.7	205.1	203.9	-45.50	да!
39	88.10	86.30	87.20	-162.2	да!
40	281.4	282.2	281.8	32.40	да!
41	48.10	49.10	48.60	-200.8	да!
42	215.2	215.8	215.5	-33.90	да!
43	296.3	298.7	297.5	48.10	да!
44	45.40	39.20	42.30	-207.1	да!
45	301.2	298.6	299.9	50.50	да!
46	296.5	299.7	298.1	48.70	да!
47	244.4	245.8	245.1	-4.300	да!
48	16.70	17.30	17.00	-232.4	да!
49	190.3	192.7	191.5	-57.90	да!
50	118.9	119.7	119.3	-130.1	да!
51	60.10	61.10	60.60	-188.8	да!
52	139.7	140.3	140.0	-109.4	да!
53	95.50	97.90	96.70	-152.7	да!
54	221.5	219.7	220.6	-28.80	да!
55	261.8	259.2	260.5	11.10	да!
56	155.0	155.8	155.4	-94.00	да!
57	46.10	47.90	47.00	-202.4	да!
58	135.4	137.0	136.2	-113.2	да!
59	57.90	62.30	60.10	-189.3	да!
60	111.9	108.1	110.0	-139.4	да!
61	185.6	183.0	184.3	-65.10	да!
62	192.6	195.8	194.2	-55.20	да!
63	138.0	139.4	138.7	-110.7	да!
64	176.9	177.5	177.2	-72.20	да!
65	165.8	168.2	167.0	-82.40	да!
66	301.6	302.2	301.9	52.50	да!
67	135.2	137.6	136.4	-113.0	да!
68	112.3	110.5	111.4	-138.0	да!
69	51.10	51.90	51.50	-197.9	да!
70	156.9	157.9	157.4	-92.00	да!
71	199.8	200.4	200.1	-49.30	да!
72	77.30	79.70	78.50	-170.9	да!
73	292.6	290.8	291.7	42.30	да!
74	129.9	127.3	128.6	-120.8	да!
75	80.80	84.00	82.40	-167.0	да!
76	189.2	190.6	189.9	-59.50	да!
77	137.7	138.3	138.0	-111.4	да!
78	93.20	95.60	94.40	-155.0	да!
79	164.1	164.7	164.4	-85.00	да!
80	196.6	199.0	197.8	-51.60	да!
81	161.2	162.0	161.6	-87.80	да!
82	230.8	231.8	231.3	-18.10	да!
83	147.4	148.0	147.7	-101.7	да!
84	104.3	106.7	105.5	-143.9	да!
85	200.6	198.8	199.7	-49.70	да!
86	107.0	104.4	105.7	-143.7	да!
87	308.4	311.6	310.0	60.60	да!
88	150.7	156.1	153.4	-96.00	да!
89	306.2	306.8	306.5	57.10	да!
90	284.0	286.4	285.2	35.80	да!
91	132.1	132.7	132.4	-117.0	да!
92	123.5	125.9	124.7	-124.7	да!
93	111.8	110.0	110.9	-138.5	да!
94	270.6	271.4	271.0	21.60	да!
95	311.7	312.7	312.2	62.80	да!
96	126.9	127.5	127.2	-122.2	да!
97	297.8	300.2	299.0	49.60	да!
98	161.1	159.3	160.2	-89.20	да!
99	117.3	114.7	116.0	-133.4	да!
100	314.4	317.6	316.0	66.60	да!
Средние	165.0	165.8	165.39	-84.01	да!

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)
F-критерий = 4853.3, ст.св.=99, 100, Q=-.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 1.1359 (0.69% от общего среднего)
НСР(1%)= 4.2184 НСР(5%)= 3.1872 НСР(10%)= 2.6671

36. Рендомизация в блоках:
F-критерий = 5504.5, ст.св.=99, 99, Q=0.0000
Степень влияния по Снедекору = 0.9996
Станд.Ошибка = 1.0666 (0.64% от общего среднего)
НСР(1%)= 3.9618 НСР(5%)= 2.9931 НСР(10%)= 2.5046

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Оценка на соле- и засухо- устойчивости и урожайность сортообразцов нута в пределах групп спелости, 2018-2020 г.г.

Таблица Ж.1 – Оценка на соле- и засухоустойчивость раннеспелых образцов нута, 2018-2020 гг.

Сорт, линия	Страна	Урожайность, г/м ²		По- ле- вая оце нка, балл	Индек с засух о- устой - чивос ти	Всх о- жес ть на кон рол е, %	Всхо- жесть на сахаро- розе, %	Всхо- жесть на сахаро- зе, % к контр олю	Всхо - жес ть на кон- роле, %	Всхо - жес ть в раст воре NaCl , %	Всхо- жесть на раств оре NaCl, % к контр ол ю
		2018	2019								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Икарда 1, st.	Казахстан	235,1	231,6	9	0,124	100	100	100	100	94	94,0
ICC-10945	Индия	172,8	279,8	8	-5,153	98,8	95,2	96,4	96,8	81,2	83,9
ICC-11284	СССР	272,7	196,7	8	2,319	99,2	96,0	96,8	96,4	81,2	84,2
ICC-11498	Индия	164,6	134,6	9	1,517	97,2	95,2	97,9	92	78,4	85,2
ICC-1164	Нигерия	178,5	137,5	9	1,911	94,4	59,2	62,7	97,2	81,2	83,5
ICC-1205	Индия	199,2	240,6	8	-1,729	98,0	90,4	92,2	99,2	84,8	85,5
ICC-1230	Индия	203,6	170,6	7	1,349	93,6	93,6	100,0	88	73,2	83,2
ICC-12928	Индия	196,7	143,7	9	2,242	99,2	92,8	93,5	96,8	80,8	83,5
ICC-13124	Индия	161,6	126,6	8	1,802	94,4	74,4	78,8	96,4	72,4	75,1
ICC-1356	Индия	258,7	236,7	7	1,043	95,2	90,0	94,5	96	79,6	82,9
ICC-13764	Иран	367,2	361,4	8	0,131	98,0	85,4	87,1	98,4	83,2	84,6
ICC-14077	Эфиопия	224,8	149,8	9	2,776	90,8	26,0	28,6	96,4	82	85,1
ICC-1431	Индия	404,4	387,2	8	0,354	81,2	80,8	99,5	100	86,4	86,4
ICC-14799	Индия	214,6	143,6	9	2,753	94,4	94,4	100	94	78,4	83,4
ICC-1510	Индия	202,7	137,7	9	2,668	98,8	83,2	84,2	96	81,2	84,6
ICC-15618	Индия	257,6	146,6	8	3,586	98,4	82,4	83,7	99,6	84,8	85,1
ICC-1715	Индия	220,5	201,5	7	0,717	98,8	92,0	93,1	98,8	82,4	83,4
ICC-1923	Индия	132,9	94,9	9	2,379	100	65,6	65,6	93,2	78,4	84,1
ICC-2072	Индия	287,6	261,6	8	0,752	99,2	82,4	83,1	97,6	78,4	80,3
ICC-2210	Алжир	266,5	206,5	9	1,873	92,4	85,2	92,2	95,2	80,4	84,5
ICC-2242	Индия	290,9	143,9	9	4,205	96,4	96,0	99,6	98,8	83,2	84,2
ICC-2507	Иран	268,7	187,7	8	2,508	100	89,2	89,2	95,2	78,4	82,4
ICC-3325	Кипр	231,6	215,6	7	0,575	94,4	56,4	59,7	92,8	73,2	78,9
ICC-4182	Иран	212,5	169,5	9	1,684	93,6	86,8	92,7	93,6	79,6	85,0
ICC-440	Индия	252,9	174,9	8	2,566	96,4	72,8	75,5	96,8	81,2	83,9
ICC-4495	Турция	275,9	205,9	7	2,111	97,2	53,6	55,1	91,6	82,6	90,2
ICC-4533	Индия	297,8	303,8	8	-0,168	99,2	98,0	98,8	98,4	82,8	84,1
ICC-5613	Индия	128,7	151,7	8	-1,487	95,2	90,4	95,0	92	75,2	81,7
ICC-7052	Иран	289,6	214,6	9	2,155	98,0	74,8	76,3	96	81,2	84,6

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ICC-7150	Турция	207,5	181,5	9	0,708	91,2	42,8	46,9	92,8	55,6	59,9
ICC-7305	Афганистан	249,6	264,6	8	-0,500	94,0	86,8	92,3	96	80,8	84,2
ICC-8515	Греция	167,6	272,0	7	-5,189	96,8	73,6	76,0	94	59,2	63,0
ICC-8621	Эфиопия	249,9	274,9	9	-0,832	91,6	84,4	92,1	95,2	81,2	85,3
ICC-8718	Афганистан	263,6	180,6	8	2,620	95,6	83,2	87,0	90,4	76,8	85,0
ICC-8752	Афганистан	297,5	181,5	7	3,245	94,4	88,4	93,6	92,0	77,6	84,3
ICC-8855	Афганистан	282,9	197,9	8	2,500	94,0	89,2	94,9	98,8	83,2	84,2
ICC-9590	Египет	292,8	236,8	9	1,592	92,8	73,6	79,3	84,4	71,6	84,8
ICC-9643	Афганистан	252,7	226,7	8	0,856	90,8	32,0	35,2	96	81,6	85,0
ICC-9712	Афганистан	231,6	177,6	9	1,940	94,4	84,0	89,0	94,8	80,4	84,8
ICC 14669	Индия	235,5	287,5	9	-1,837	95,6	95,2	99,6	95,2	81,2	85,3
Тассай	Казахстан	70,0	141,9	8	-8,547	94,0	83,2	88,5	97,6	90,4	92,6
Луч	Казахстан	271,9	269,7	7	0,067	95,2	92,6	97,2	96,8	82,0	84,7
Лин.С-93	Казахстан	127,7	95,7	9	2,085	100	100	100	94,4	80,4	85,2
Приво	Россия	285,6	273,6	8	0,350	92,4	81,2	87,9	97,6	82,4	84,4
Зол.любил.	Россия	266,6	248,4	9	0,568	95,2	85,1	89,4	100	81,2	81,2
К-3500	Украина	254,7	253,7	9	0,033	98,4	89,3	90,8	100	84,4	84,4
ICC-1194	Индия	106,5	143,5	8	-2,891	95,6	71,6	74,9	98,4	81,2	82,5

Таблица Ж.2 – Оценка на соле- и засухоустойчивость среднеспелых образцов нута, 2018-2020 гг.

Сорт, линия	Страна	Урожайность, г/м ²		Пол евая оцек а, балл	Инде К-с засух о- устой - чивос ти	Всх о- жес ть на кон рол е, %	Всхо - жест ь на сахар розе, %	Всхо- жест ь на сахар озе, % к контр олю	Всхо - жест ь на кон- роле, %	Всхо- жест ь в раств оре NaCl, %	Всхо- жест ь на раство ре NaCl, % к кон- тролю
		2018	2019								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Юбил., st.	Россия	189,6	184,0	9	0,262	100	100	100	100	95,2	95,2
ICC-11121	Индия	237,7	169,7	6	2,530	100	94,4	94,4	95,2	84,4	88,7
ICC-11944	Непал	254,7	166,7	8	3,056	94,4	74,4	78,8	95,6	71,2	74,5
ICC-12654	Эфиопия	286,2	235,6	8	1,565	94,0	86,8	92,3	94,4	70,4	74,6
ICC-12824	Эфиопия	272,9	261,9	8	0,357	96,4	96,0	99,6	95,2	70,8	74,4
ICC-12916	Индия	327,1	292,3	8	0,941	100	85,7	85,7	98,8	69,2	70,0
ICC-283	Индия	268,7	214,7	8	1,778	99,2	97,2	98,0	94,8	61,2	64,6
ICC-4463	Иран	247,6	247,6	8	0,000	95,6	71,6	74,9	98,4	72,8	74,0
ICC-5639	Индия	208,9	197,9	9	0,466	100	89,2	89,2	95,2	71,2	74,8
ICC-9872	Афганистан	291,4	302,7	8	-0,343	96,4	83,2	86,3	90,4	65,6	72,6
ICC-11279	Пакистан	184,5	132,5	8	2,493	100	89,2	89,2	90,8	67,6	74,4
ICC-12537	Эфиопия	227,9	181,9	7	1,785	91,6	57,2	62,4	92,4	68,8	74,5
ICC-12851	Эфиопия	209,7	185,7	9	1,012	91,2	88,8	97,4	97,6	71,2	73,0
ICC-13187	Иран	97,3	90,1	8	0,655	96,8	53,0	54,8	96,4	72	74,7

Продолжение таблицы Ж.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ICC-14778	Индия	269,7	139,7	8	4,264	98,8	84,4	85,4	96	54,4	56,7
ICC-14815	Индия	196,8	178,6	9	0,818	98,4	91,2	92,7	99,6	63,6	63,9
ICC-16915	Индия	285,6	263,6	8	0,681	94,0	86,8	92,3	96	58,8	61,3
ICC-1915	Индия	280,6	279,6	8	0,032	100	100	100	95,2	71,6	75,2
ICC-2263	Иран	137,5	176,5	7	-2,509	95,6	95,2	99,6	97,6	73,2	75,0
ICC-4639	Индия	271,9	198,9	9	2,375	100	91,2	91,2	94	64,8	68,9
ICC-4973	Индия	212,6	230,6	9	-0,749	100	91,2	91,2	100	65,2	65,2
ICC-1161	Пакистан	286,3	283,5	6	0,087	100	68,0	68,0	90	66,4	73,8
ICC-11879	Турция	229,2	203,9	9	0,977	93,6	55,6	59,4	90,8	67,2	74,0
ICC-12155	Бангладеш	234,6	161,6	9	2,752	91,6	67,6	73,8	91,6	73,2	79,9
ICC-12299	Непал	207,7	199,7	8	0,341	92,8	70,0	75,4	91,2	67,6	74,1
ICC-12307	Мьянма	236,6	195,6	8	1,533	91,6	79,6	86,9	90,4	66,4	73,5
ICC-12492	Индия	219,5	154,5	8	2,619	98,0	86,4	88,2	100	51,6	51,6
ICC-12726	Эфиопия	176,5	133,5	9	2,155	90,4	81,6	90,3	98	75,6	77,1
ICC-12886	Эфиопия	297,6	215,6	9	2,437	92,4	90,0	97,4	90,4	67,2	74,3
ICC-13219	Иран	217,9	243,9	7	-1,055	100	32,0	32,0	96	71,2	74,2
ICC-13283	Иран	220,2	207,6	9	0,504	99,2	84,0	84,7	94,8	70	73,8
ICC-13357	Иран	147,7	112,7	9	2,096	90,4	83,2	92,0	99,2	76	76,6
ICC-13524	Иран	193,6	159,6	8	1,553	81,2	81,2	100,0	72,8	54,4	74,7
ICC-13599	Иран	212,7	194,7	9	0,749	95,2	89,6	94,1	96,8	71,2	73,6
ICC-13863	Эфиопия	232,6	157,6	9	2,852	91,6	45,6	49,8	95,2	70,4	73,9
ICC-1392	Индия	212,5	210,5	9	0,083	98,8	81,2	82,2	97,6	66	67,6
ICC-14051	Эфиопия	264,9	246,9	8	0,601	90,0	77,6	86,2	90,8	67,6	74,4
ICC-14098	Эфиопия	190,6	145,6	9	2,088	92,4	91,2	98,7	94,4	69,2	73,3
ICC-14199	Мекика	134,5	113,3	9	1,393	95,6	71,6	74,9	98,4	55,6	56,5
ICC-14402	Индия	231,9	162,9	9	2,632	95,2	94,4	99,2	100	69,2	69,2
ICC-14669	Индия	196,8	201,8	8	-0,225	100	82,8	82,8	94	67,2	71,5
ICC-15248	Иран	179,6	260,2	7	-3,969	98,8	92,0	93,1	98,8	72,8	73,7
ICC-15294	Иран	211,3	228,5	9	-0,719	100	65,6	65,6	100	73,2	73,2
ICC-15435	Морокко	84,4	78,0	8	0,675	91,2	82,4	90,4	97,6	72,4	74,2
ICC-15610	Индия	160,7	107,7	9	2,917	100	97,2	97,2	95,2	68,8	72,3
ICC-15612	Танзания	203,6	148,6	8	2,389	92,4	62,0	67,1	98,8	73,6	74,5
ICC-15614	Tanzania	214,5	162,5	7	2,144	90,4	89,2	98,7	95,2	70	73,5
ICC-15762	Сирия	215,2	224,7	9	-0,391	92,4	90,4	97,8	90	67,2	74,7
ICC-15785	Сирия	221,5	156,5	8	2,596	93,6	86,4	92,3	90,4	65,6	72,6
ICC-15868	Индия	239,9	159,9	6	2,950	96,4	90,4	93,8	96,8	61,2	63,2
ICC-15888	Индия	111,8	70,8	9	3,244	97,2	96,4	99,2	91,6	55,6	60,7
ICC-15996	Сирия	235,7	219,7	8	0,600	91,2	90,0	98,7	92,8	66,4	71,6
ICC-16207	Мьянма	245,6	237,6	8	0,288	90,8	70,4	77,5	92,4	68,8	74,5
ICC-16524	Пакистан	208,5	129,5	7	3,351	99,2	72,4	73,0	91,2	68,4	75,0
ICC-16903	Индия	282,7	195,7	9	2,722	100	83,2	83,2	100	64,8	64,8
ICC-1710	Индия	304,7	297,7	8	0,203	96,8	81,6	84,3	98	74	75,5
ICC-2580	Иран	121,9	88,9	9	2,395	98,8	90,0	91,1	100	90,4	90,4
ICC-2593	Иран	310,3	309,9	8	0,012	100	91,7	91,7	98,8	71,2	72,1
ICC-2629	Иран	189,7	122,7	8	3,124	96,8	73,6	76,0	100	73,2	73,2

Продолжение таблицы Ж.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ICC-2737	Иран	207,6	197,6	7	0,426	100	32,0	32,0	96	72,4	75,4
ICC-2969	Иран	301,6	260,6	7	1,202	96,4	83,2	86,3	99,2	69,6	70,2
ICC-2990	Иран	243,5	249,5	9	-0,218	100	100	100	94,4	71,2	75,4
ICC-3218	Иран	275,4	317,4	8	-1,348	85,2	85,2	100	96,8	70,4	72,7
ICC-3421	Израиль	211,8	221,7	8	-0,417	90,8	17,2	18,9	91,2	60,4	66,2
ICC-3512	Иран	218,5	225,5	7	-0,283	98,8	81,2	82,2	97,6	72,4	74,2
ICC-3761	Иран	264,9	255,9	9	0,301	95,2	77,6	81,5	61,2	45,6	74,5
ICC-3776	Иран	213,5	298,8	8	-3,533	98,4	94,8	96,3	68,8	51,2	74,4
ICC-4567	Индия	220,5	291,5	7	-2,848	95,2	94,0	98,7	100	73,2	73,2
ICC-4814	Иран	140,9	99,9	8	2,574	98,8	44,4	44,9	96	71,2	74,2
ICC-4918	Индия	259,8	256,8	8	0,102	98,4	90,8	92,3	99,6	63,6	63,9
ICC-4948	Индия	94,7	56,7	7	3,549	98,8	92,0	93,1	98,8	64,8	65,6
ICC-4991	Индия	242,7	255,7	8	-0,474	99,2	94,4	95,2	97,6	70,8	72,5
ICC-506	Индия	262,6	192,6	8	2,358	100	89,2	89,2	95,2	67,2	70,6
ICC-5383	Индия	266,5	217,5	7	1,626	96,4	87,2	90,5	98,8	72,8	73,7
ICC-9942	Индия	225,5	190,5	7	1,373	100	100	100	94,4	67,2	71,2
Лин С 87	Казахстан	99,9	117,9	9	-1,594	95,2	94,4	99,2	96,8	73,2	75,6
Дуэт Азии	Казахстан	224,8	196,8	8	1,102	95,6	90,0	94,1	95,2	91,2	95,8
Камила 1255	Казахстан	292,1	291,1	8	0,030	98,8	94,4	95,5	98,4	92,8	94,3
Краснокутский 36	Россия	137,6	144,6	7	-0,450	90,8	89,6	98,7	96,8	72,4	74,8
Линия С 29	Украина	273,5	233,5	9	1,294	91,2	86,4	94,7	95,2	71,2	74,8
К-272	Узбекистан	246,6	194,6	8	1,865	91,6	91,6	100	98,4	71,6	72,8
ICC-10018	Индия	285,8	258,8	7	0,836	100	82,0	82,0	94	68,4	72,8
ICC-10341	Турция	191,7	163,7	9	1,292	91,2	32,4	35,5	90	57,2	63,6
ICC-10399	Индия	298,6	233,6	7	1,925	98,4	91,2	92,7	99,6	58,4	58,6
ICC-10685	Турция	228,5	253,5	9	-0,968	94,4	44,4	47,0	90,4	64,8	71,7
ICC-10755	Турция	141,7	163,2	9	-1,348	82,4	39,6	48,1	94,4	67,6	71,6
ICC-1083	Иран	193,8	256,4	8	-2,857	99,2	82,4	83,1	97,6	72,8	74,6
ICC-11198	Индия	257,6	231,6	9	0,893	96,4	95,2	98,8	98,8	69,2	70,0
ICC-6294	Иран	225,6	157,6	8	2,666	100	96,4	96,4	98	71,6	73,1
ICC-6571	Иран	273,5	231,5	8	1,358	93,6	86,8	92,7	93,6	70	74,8
ICC-6579	Иран	223,9	174,9	7	1,936	96,4	72,8	75,5	96,8	73,2	75,6
ICC-6811	Иран	197,8	183,8	9	0,626	82,4	66,8	81,1	91,6	65,2	71,2
ICC-6816	Иран	249,7	214,7	8	1,240	99,2	98,0	98,8	98,4	73,6	74,8
ICC-6875	Иран	263,6	194,6	8	2,315	95,2	82,4	86,6	66	49,2	74,5
ICC-7184	Турция	152,5	131,5	7	1,218	92,4	54,8	59,3	91,2	57,2	62,7
ICC-7255	Индия	46,3	24,2	9	4,228	100	93,2	93,2	100	69,2	69,2
ICC-7554	Иран	134,8	86,8	8	3,150	94,0	86,8	92,3	96,0	70	72,9
ICC-7571	Израиль	164,7	185,7	8	-1,128	91,6	51,2	55,9	92,4	66	71,4
ICC-7819	Иран	309,6	219,6	7	2,571	100	100	100	95,2	68,4	71,8
ICC-8195	Пакистан	238,5	213,5	9	0,927	95,6	91,2	95,4	90,8	66	72,7
ICC-8740	Афганистан	270,6	258,6	8	0,392	95,2	90,0	94,5	99,2	74,8	75,4
ICC-95	Индия	261,5	216,7	8	1,515	100	94,4	94,4	98,8	66	66,8

Продолжение таблицы Ж.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ICC-9636	Афганистан	224,9	208,9	7	0,629	94,0	73,6	78,3	96	71,2	74,2
ICC-9755	Афганистан	266,8	228,8	9	1,260	91,6	32,0	34,9	96	72	75,0
ICC-9862	Афганистан	263,7	202,7	8	2,046	91,2	84,0	92,1	94,8	70,4	74,3

Таблица Ж.3 – Оценка на соле- и засухоустойчивость среднепоздних образцов нута, 2018-2020 гг.

Сорт, линия	Страна	Урожайность, г/м ²		По- ле- вая оцен- ка балл	Инде- кс засух- о- устой- чи- вос- ти	Всхо- жест- ь на контр- оле, %	Всхо- жест- ь на сахар- розе, %	Всхо- жест- ь на сахар- озе, % к контр- олю	Всхо- жест- ь на контр- оле, %	Всхо- жест- ь в раств- оре NaCl, %	Всхо- жест- ь на раств- оре NaCl, % к контр- олю
		2018	2019								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Краснокутс- кий 123, st.	Россия	195,0	187,4	9	0,380	97,2	97,2	100	98,4	91,6	93,1
ICC 16261	Малави	282,5	239,5	9	1,492	91,6	73,2	79,9	92,8	72,4	78,0
ICC 16269	Малави	297,9	269,9	8	0,921	90,8	66,0	72,7	90,4	70	77,4
ICC 16374	Малави	289,9	285,9	9	0,135	92,4	74,8	81,0	91,6	71,2	77,7
ICC 1882	Индия	127,8	108,8	7	1,457	100	89,2	89,2	64,8	45,2	69,8
ICC 2065	Индия	304,7	270,7	9	1,093	94,0	86,8	92,3	96	59,6	62,1
ICC 2720	Иран	278,6	241,6	8	1,301	96,8	73,6	76,0	98	74,4	75,9
ICC 2884	Иран	196,7	166,7	8	1,495	82,4	82,4	100	95,2	67,6	71,0
ICC 2919	Иран	346,1	326,9	7	0,544	95,6	80,0	83,7	97,6	72,8	74,6
ICC 3230	Иран	185,5	116,5	9	3,645	98,8	90,0	91,1	100	74,4	74,4
ICC 3239	Иран	180,9	107,9	8	3,954	100	94,4	94,4	98,8	74	74,9
ICC 3362	Иран	74,6	78,6	8	-0,525	96,8	73,6	76,0	100	73,2	73,2
ICC 3391	Иран	199,5	196,5	8	0,147	100	34,4	34,4	96	70	72,9
ICC 3582	Иран	237,9	206,9	9	1,277	99,2	77,2	77,8	94,8	68,8	72,6
ICC 3631	Иран	272,8	276,8	8	-0,144	96,4	83,2	86,3	99,2	73,2	73,8
ICC 3946	Иран	283,7	210,7	8	2,522	78,4	78,4	100	94,4	82,4	87,3
ICC 4093	Иран	263,9	215,9	9	1,782	95,2	89,6	94,1	96,8	69,2	71,5
ICC 4418	Иран	249,8	202,8	9	1,844	95,6	17,2	18,0	95,2	70,4	73,9
ICC 456	Индия	192,3	247,4	8	-2,806	98,8	81,2	82,2	81,6	58	71,1
ICC 4657	Индия	187,5	172,5	8	0,784	98,4	94,8	96,3	100	50,4	50,4
ICC 4593	Индия	267,6	181,6	9	3,149	95,2	91,2	95,8	100	47,2	47,2
ICC 4841	Морокко	203,7	174,7	8	1,395	90,4	71,6	79,2	98,4	73,2	74,4
ICC 5135	Индия	190,6	191,6	9	-0,051	97,2	96,8	99,6	91,6	64,8	70,7
ICC 5221	Индия	149,7	145,7	9	0,262	99,2	98,0	98,8	98,4	51,6	52,4
ICC 5337	Индия	118,9	131,9	8	-1,068	95,2	90,4	95,0	100	81,2	81,2
ICC 5434	Индия	288,5	283,5	9	0,170	98,0	86,0	87,8	100	51,6	51,6
К-2389	Индия	168,7	125,7	8	2,498	100	91,2	91,2	96	69,2	72,1
34-Б	Морокко	130,6	116,6	8	1,050	93,2	84,0	90,1	94,8	70,8	74,7
К-3329	Морокко	81,7	70,7	9	1,319	92,4	83,2	90,0	96,4	70	72,6

Продолжение таблицы Ж.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К-3179	Сирия	237,6	189,6	8	1,980	90,4	83,2	92,0	92,4	68,4	74,0
К-2436	Сирия	182,5	200,5	9	-0,967	93,6	84,4	90,2	92,8	69,2	74,6
Мальхотра	Сирия	183,9	208,9	9	-1,332	92,4	17,2	18,6	91,2	66,8	73,2
К-3236	Сирия	61,6	70,6	8	-1,432	94,0	81,2	86,4	90,4	67,6	74,8
К-3190	Сирия	212,5	162,5	8	2,306	91,2	77,6	85,1	92,8	69,6	75,0
К-3217	Сирия	163,9	133,9	9	1,794	90,8	85,2	93,8	91,2	65,6	71,9
К-3124	Сирия	205,7	206,7	8	-0,048	90,4	71,6	79,2	92,4	68,8	74,5
К-3227	Сирия	122,6	120,6	6	0,160	93,2	66,8	71,7	91,6	66,4	72,5
К-3507	Испания	217,5	277,5	9	-2,703	91,2	62,0	68,0	90	56,4	62,7
К-3193	Испания	86,5	74,9	8	1,314	83,2	46,4	55,8	94	69,2	73,6
ErbsenSpni	Германия	264,8	230,8	8	1,258	90,0	46,0	51,1	92	65,6	71,3
К-2764 hyson	Австрия	48,0	35,7	9	2,511	91,6	38,4	41,9	81,2	58,4	71,9
К-1285	Болгария	154,6	84,1	8	4,469	92,8	86,8	93,5	94,4	53,6	56,8
Кабули	Турция	232,5	147,7	8	3,574	91,2	35,2	38,6	94	70,4	74,9
К-3246	Турция	47,0	48,7	9	-0,354	94,0	37,6	40,0	93,6	66	70,5
ТН-45/0-01	Азербайд жан	234,6	218,6	8	0,668	90,8	86,8	95,6	97,6	72,8	74,6
Линия С- 303	Азербайд жан	191,0	146,7	7	2,273	92,4	90,0	97,4	94,4	79,6	84,3
28-Б	Украина	271,9	263,3	9	0,310	100	89,9	89,9	98,8	73,2	74,1
К-3194	Армения	45,7	30,5	8	3,259	90,8	73,6	81,1	91,2	70,8	77,6
ICC 10393	Индия	255,8	237,8	8	0,690	99,2	98,0	98,8	98,4	49,6	50,4
ICC 1052	Пакистан	274,7	204,7	7	2,497	95,2	89,2	93,7	90,4	67,6	74,8
ICC 10673	Турция	129,6	107,6	9	1,664	91,6	51,6	56,3	90,4	59,6	65,9
ICC 1098	Иран	272,5	225,5	8	1,690	100	57,2	57,2	46,4	34,4	74,1
ICC 5845	Индия	201,9	152,9	8	2,378	100	97,2	97,2	100	54,4	54,4
ICC 5878	Индия	127,8	109,8	8	1,380	94,0	94,0	100	96	44,8	46,7
ICC 6263	СССР	161,7	131,7	9	1,818	90,8	81,6	89,9	98	73,2	74,7
ICC 6279	Индия	222,6	214,6	8	0,352	100	100	100	95,2	69,6	73,1
ICC 6293	Италия	191,7	118,7	7	3,732	92,4	79,2	85,7	89,6	54,4	60,7
ICC 6306	СССР	291,9	293,9	9	-0,067	92,4	52,0	56,3	96,4	74,4	77,2
ICC 637	Индия	145,8	94,8	8	3,428	100,0	94,4	94,4	98,8	63,2	64,0
ICC 6537	Иран	191,7	202,7	8	-0,562	96,8	73,6	76,0	100	73,2	73,2
ICC 67	Индия	276,6	215,6	9	2,161	100	97,2	97,2	96	74	77,1
ICC 6802	Иран	298,5	300,5	8	-0,066	78,4	77,2	98,5	94,8	71,6	75,5
ICC 6874	Иран	229,7	224,7	9	0,213	96,4	83,2	86,3	99,2	73,2	73,8
ICC 6877	Иран	143,6	96,6	9	3,207	57,2	57,2	100	94,4	69,6	73,7
ICC 708	Индия	112,7	97,7	8	1,304	95,2	44,8	47,1	96,8	56,8	58,7
ICC 7272	Алжир	125,1	102,6	8	1,764	91,2	55,2	60,5	95,2	71,2	74,8
ICC 7413	Индия	223,5	236,5	9	-0,570	98,8	95,2	96,4	97,6	62,8	64,3
ICC 7441	Индия	225,9	178,9	8	2,039	95,2	43,2	45,4	66,8	35,2	52,7
ICC 762	Индия	157,8	109,8	7	2,981	98,4	94,8	96,3	61,2	40,4	66,0
ICC 7867	Иран	260,7	258,7	9	0,075	82,4	71,6	86,9	98,4	72,8	74,0
ICC 791	Индия	226,9	186,9	8	1,728	76,0	74,4	97,9	91,6	24,4	26,6
ICC 8200	Иран	206,8	167,8	8	1,848	99,2	82,0	82,7	98,4	72,8	74,0

Продолжение таблицы Ж.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ICC 8318	Индия	282,4	262,0	9	0,708	95,2	88,4	92,9	66	34,4	52,1
ICC 8384	Индия	243,6	212,6	9	1,247	98,0	90,4	92,2	100	61,2	61,2
ICC 8522	Италия	159,5	160,5	8	-0,061	90,4	29,2	32,3	93,6	63,2	67,5
ICC 867	Индия	278,7	238,7	9	1,406	81,2	79,2	97,5	96	54	56,3
ICC 8950	Индия	274,6	241,6	8	1,178	96,8	93,6	96,7	98	88,4	90,2
ICC 9002	Иран	194,7	204,7	8	-0,503	100	77,2	77,2	95,2	71,6	75,2
ICC 9402	Иран	226,6	183,6	9	1,860	95,6	95,2	99,6	97,6	73,2	75,0
ICC 9434	Иран	310,5	258,5	9	1,641	96,0	73,6	76,7	96	72	75,0
ICC 9586	Индия	350,4	345,6	8	0,134	100	93,1	93,1	98,8	64,8	65,6
ICC 9848	Афганист.	255,8	267,8	9	-0,460	96,8	73,6	76,0	91,2	66	72,4
ICC 11584	Индия	261,7	247,7	8	0,524	94,0	41,6	44,3	96,0	59,6	62,1
ICC 11627	Индия	244,6	161,6	7	3,325	96,8	94,8	97,9	98,0	76,4	78,0
ICC 11664	Индия	211,7	227,7	9	-0,741	98,0	82,4	84,1	95,2	65,2	68,5
ICC 1180	Индия	241,6	156,6	8	3,448	95,6	62,0	64,9	97,6	62,4	63,9
ICC 11903	Германия	199,6	240,2	7	-1,995	90,8	42,0	46,3	90,4	63,2	69,9
ICC 1194	Индия	300,9	249,9	9	1,661	90,0	22,4	24,9	98,8	67,6	68,4
ICC 12028	Мексика	233,7	204,7	8	1,216	100	32,0	32,0	96,0	62,8	65,4
ICC 12947	Индия	180,3	259,4	8	-4,302	96,8	96,4	99,6	95,2	70,4	73,9
ICC 13441	Иран	178,6	118,6	7	3,292	79,2	78,0	98,5	94,8	68,8	72,6
ICC 13628	Иран	298,7	163,7	9	4,429	96,4	79,2	82,2	99,2	73,2	73,8
ICC 1398	Индия	204,6	207,6	8	-0,144	77,2	76,8	99,5	61,2	38	62,1
ICC 14595	Индия	192,1	247,7	7	-2,832	95,2	94,0	98,7	96,8	55,2	57,0
ICC 15406	Морокко	149,4	138,6	7	0,709	95,6	56,8	59,4	95,2	68,8	72,3
ICC 15510	Морокко	277,6	266,6	9	0,388	90,8	81,2	89,4	94	67,2	71,5
ICC 15518	Морокко	103,7	101,4	6	0,217	95,2	77,0	80,9	100	82,4	82,4
ICC 15567	Индия	281,9	282,9	8	-0,035	98,4	82,4	83,7	81,2	60	73,9
ICC 15606	Индия	208,7	249,7	7	-1,925	95,6	85,2	89,1	82,4	59,2	71,8
ICC 15697	Сирия	337,2	327,9	9	0,270	97,2	82,0	84,4	91,6	68,4	74,7

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Основные элементы продуктивности и биометрические показатели гибридов
ИСС-1083 × Камила 1255 и Луч×ИСС-10945, 2018-2020 г

Таблица И.1 – Показатели продуктивности и морфологические признаки гибридов ИСС-1083 × Камила 1255 и Луч×ИСС-10945, 2018 г.

Родительская форма, гибрид	Высота прикр. нижн. боба, см	Высота растения, см	Число растений, шт/м ²	Ветвистость, шт	Число бобов с растения, шт	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИСС-1083	12,1	38,2	12,1	3,2	112,5	27,9	118,2	25,1	164,9
Камила 1255	16,1	55,8	11,3	2,9	136,1	27,8	137,9	23,2	215,3
И1083×К-5	15,9	43,9	10,2	2,8	101,4	26,8	109,2	25,8	186,9
И1083×К-51	16,8	50,3	9,6	3,6	127,3	33,1	136,9	29,8	222,1
И1083×К-64	13,5	40,5	8,2	2,6	101,3	25,2	94,2	21,4	166,3
И1083×К-95	13,9	37,7	9,3	2,6	100,8	30,2	98,9	23,3	181,5
И1083×К-103	16,7	49,6	10,6	2,7	120,2	30,1	105,2	27,5	218,4
Луч	23,8	48,9	10,6	3,6	93,2	34,8	94,7	28,1	218,8
ИСС-10945	11,9	38,1	14,1	2,7	93,7	23,3	100,2	18,6	156,1
Л×И10945-24	25,5	54,5	10,8	3,1	99,9	31,3	135,4	25,6	227,3
Л×И10945-45	16,2	41,3	8,2	2,3	97,9	31,2	96,1	19,1	154,3
Л×И10945-68	24,2	33,6	11,5	2,6	123,7	29,3	99,9	25,9	229,5
Л×И10945-112	19,3	55,3	11,6	3,9	128,6	32,8	138,3	27,8	194,1
Л×И10945-129	18,3	47,4	10,9	2,5	121,4	26,7	118,7	21,8	234,4

Таблица И.2 – Показатели продуктивности и морфологические признаки гибридов ИСС-1083 × Камила 1255 и Луч×ИСС-10945, 2019 г.

Родительская форма, гибрид	Высота прикр. нижн. боба, см	Высота растения, см	Число растений, шт/м ²	Ветвистость, шт	Число бобов с растения, шт	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИСС-1083	12,6	38,2	10,1	3,2	96,1	26,3	117,8	25,4	169,7
К-амила 1255	16	46,8	10,4	1,9	124,6	29,4	137,5	21,2	213,3
И1083×К-5	15,6	41,8	10,1	2,4	96,5	27,1	113,7	24,6	192,3
И1083×К-51	16,6	48,6	9,4	3,4	121,1	35,4	130,8	29,3	222,8
И1083×К-64	13,2	38,2	8,4	2,2	98,8	25,5	89,6	21,7	165,4
И1083×К-95	13,1	36,3	9,1	2,4	93,4	31,6	99,7	24,8	177,8
И1083×К-103	16,4	48,2	11,2	2,3	119,6	31,4	120,6	26,8	217,3
Луч	21,1	49,4	10,2	4,4	91,5	33,9	94,2	26,3	211,7
ИСС-10945	9,4	38,1	13,1	2,6	89	25,6	97,3	19,6	156,6
Л×И10945-24	23,6	54,1	11,1	2,9	92,4	29,7	131,5	27,1	231,3

Продолжение таблицы И.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L×I10945-45	14,7	40,6	9,2	2,2	91,2	29,8	96,6	19,8	147,3
L×I10945-68	22,3	31,7	11,1	2,8	116,3	30,5	100,8	24,2	230,8
L×I10945-112	17,2	55,4	10,7	3,8	121,9	34,4	135,7	26,4	192,2
L×I10945-129	17,4	46,1	10,4	2,4	114,7	33,5	114,8	23,8	236,8

Таблица И.3 – Показатели продуктивности и морфологические признаки гибридов ИСС-1083 ×Камила 1255 и Луч×ИСС-10945, 2020 г.

Родительская форма, гибрид	Высота прикр. нижн. боба, см	Высота растения, см	Число растений, шт/м ²	Ветвистость, шт	Число бобов с растения, шт	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИСС-1083	12,4	36,2	11,3	2,9	108,9	28,2	106,4	26,2	171,5
К-амила 1255	16,1	43,3	10,7	2,6	132,9	31,6	128,2	22,6	216,6
I1083×К-5	14,9	43,1	9,1	2,6	105,6	28,8	111,9	26,1	208,3
I1083×К-51	19,2	48,8	10,3	3,6	131,2	34,1	138,5	29,7	219,8
I1083×К-64	12,5	39,8	8,8	2,8	107,2	26,1	91,6	22,5	169,8
I1083×К-95	15,7	35,6	10,2	2,4	103,7	29,5	99,8	25,5	178,8
I1083×К-103	16	48,8	10,4	2,4	121,1	33,2	121,1	25,5	219,9
Луч	22,5	49,8	10,4	3,2	114,2	32,6	117,3	22,6	252,3
ИСС-10945	10,7	37,6	13,4	2,7	132,8	24,2	142,3	20,4	166,5
L×I10945-24	22,3	54,2	11,3	2,8	101,2	36,3	136,8	26,5	230,5
L×I10945-45	15,3	42,1	8,5	2,1	100,1	18,3	96,3	18,6	146,8
L×I10945-68	22,7	33,2	11,3	2,5	125,2	29,8	98,7	24,6	233,6
L×I10945-112	18,6	54,9	11,1	3,9	130,8	38,7	144,5	28,1	191,3
L×I10945-129	17,9	45,5	11,2	2,6	123,6	24,8	115,2	20,9	236,3

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Дисперсионный анализ данных по урожайности гибридных популяций ИСС-1083 × Камила 1255 и Луч × ИСС-10945, 2018-2020 г

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.

К-омментарии:

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма к-вадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний к-вадрат	F- критерий
общая	0.471	1.0000	13	0.036	
фактор	0.429	0.9108	6	0.071	11.91
сл.фак-торы	0.042	0.0892	7	0.006	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности					
1	2	Средние	Разница	Значима?	
Варианты					
1	1.950 2.000	1.975	К-контроль		
2	1.850 1.750	1.800	К-контроль		
3	1.750 1.600	1.675	-0.300	Да!	
4	1.930 1.920	1.925	-0.050	Нет	
5	1.400 1.450	1.425	-0.550	Да!	
6	1.650 1.570	1.610	-0.365	Да!	
7	1.800 1.600	1.700	-0.275	Да!	
Средние	1.761 1.699	1.7300	-0.245	Да!	

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 11.906, ст.св.=6, 7, Q=0.0023

Степень влияния по Снедек-ору = 0.8450

Станд.Ошибк-а = 0.0548 (3.17% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.2711 НСР(5%) = 0.1832 НСР(10%) = 0.1468

3б. Рендомизация в блок-ах:

F-к-ритерий = 15.214, ст.св.=6, 6, Q=0.0021

Степень влияния по Снедек-ору = 0.8766

Станд.Ошибк-а = 0.0485 (2.80% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.2540 НСР(5%) = 0.1677 НСР(10%) = 0.1332

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.

К-омментарии:

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма к-вадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний к-вадрат	F- критерий
общая	1.010	1.0000	13	0.078	
фактор	0.885	0.8764	6	0.148	8.271
сл.фак-торы	0.125	0.1236	7	0.018	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности					
1	2	Средние	Разница	Значима?	
Варианты					
1	1.910 1.900	1.905	К-контроль		
2	1.900 1.930	1.920	К-контроль		
3	1.825 1.820	1.813	-0.003	Нет	
4	1.875 1.900	1.898	0.082	Нет	
5	2.200 2.500	2.350	0.535	Да!	
6	2.325 2.650	2.488	0.673	Да!	
7	2.050 2.200	2.125	0.310	Нет	
Средние	2.012 2.100	2.0561	0.241	Да!	

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 8.2709, ст.св.=6, 7, Q=0.0067

Степень влияния по Снедек-ору = 0.7843

Станд.Ошибк-а = 0.0944 (4.59% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.4674 НСР(5%) = 0.3159 НСР(10%) = 0.2531

3б. Рендомизация в блок-ах:

F-к-ритерий = 9.0463, ст.св.=6, 6, Q=0.0084

Степень влияния по Снедек-ору = 0.8009

Станд.Ошибк-а = 0.0903 (4.39% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.4735 НСР(5%) = 0.3125 НСР(10%) = 0.2482

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.

К-омментарии:

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма к-вадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний к-вадрат	F- критерий
общая	3.102	1.0000	13	0.239	
фактор	2.965	0.9559	6	0.494	25.31
сл.фак-торы	0.137	0.0441	7	0.020	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности					
1	2	Средние	Разница	Значима?	
Варианты					
1	2.100 2.300	2.200	К-контроль		
2	1.950 2.150	2.050	К-контроль		
3	1.800 1.600	1.700	-0.500	Да!	
4	2.300 2.500	2.400	0.200	Нет	
5	1.600 1.300	1.450	-0.750	Да!	
6	1.200 1.050	1.125	-1.075	Да!	
7	1.200 1.230	1.215	-0.985	Да!	
Средние	1.736 1.733	1.7343	-0.466	Да!	

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 25.307, ст.св.=6, 7, Q=0.0002

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9240

Станд.Ошибк-а = 0.0988 (5.70% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.4890 НСР(5%) = 0.3305 НСР(10%) = 0.2648

3б. Рендомизация в блок-ах:

F-к-ритерий = 21.696, ст.св.=6, 6, Q=0.0008

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9119

Станд.Ошибк-а = 0.1067 (6.15% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.5595 НСР(5%) = 0.3693 НСР(10%) = 0.2933

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.

К-омментарии:

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма к-вадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний к-вадрат	F- критерий
общая	0.406	1.0000	13	0.031	
фактор	0.396	0.9775	6	0.066	50.71
сл.фак-торы	0.009	0.0225	7	0.001	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности					
1	2	Средние	Разница	Значима?	
Варианты					
1	2.425 2.400	2.412	К-контроль		
2	2.350 2.450	2.400	К-контроль		
3	2.775 2.750	2.763	-0.362	Да!	
4	2.250 2.300	2.275	-0.125	Да!	
5	2.563 2.600	2.582	-0.181	Да!	
6	2.275 2.250	2.263	-0.138	Да!	
7	2.550 2.600	2.575	-0.175	Да!	
Средние	2.455 2.479	2.4670	0.067	Да!	

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 50.708, ст.св.=6, 7, Q=0.0000

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9613

Станд.Ошибк-а = 0.0255 (1.03% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.1263 НСР(5%) = 0.0854 НСР(10%) = 0.0684

3б. Рендомизация в блок-ах:

F-к-ритерий = 54.706, ст.св.=6, 6, Q=0.0001

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9641

Станд.Ошибк-а = 0.0246 (1.00% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.1289 НСР(5%) = 0.0850 НСР(10%) = 0.0675

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.

К-омментарии:

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма к-вадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний к-вадрат	F- критерий
общая	7.225	1.0000	13	0.556	
фактор	7.197	0.9962	6	1.200	306.7
сл.фак-торы	0.027	0.0038	7	0.004	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности					
1	2	Средние	Разница	Значима?	
Варианты					
1	2.000 2.100	2.050	К-контроль		
2	2.100 2.150	2.125	К-контроль	Нет	
3	3.165 3.200	3.182	1.132	Да!	
4	3.500 3.300	3.400	1.350	Да!	
5	1.660 1.690	1.675	-0.375	Да!	
6	1.360 1.370	1.365	-0.685	Да!	
7	1.755 1.760	1.757	-0.293	Да!	
Средние	2.220 2.224	2.2221	0.172	Да!	

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 306.73, ст.св.=6, 7, Q=0.0000

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9935

Станд.Ошибк-а = 0.0442 (1.99% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.2188 НСР(5%) = 0.1479 НСР(10%) = 0.1185

3б. Рендомизация в блок-ах:

F-к-ритерий = 263.53, ст.св.=6, 6, Q=0.0000

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9924

Станд.Ошибк-а = 0.0477 (2.15% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.2501 НСР(5%) = 0.1651 НСР(10%) = 0.1311

**** дисперсионный анализ экспериментальных данных.

К-омментарии:

1. Таблица разложения дисперсии ANOVA. Полная рендомизация.

Дисперсия	Сумма к-вадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний к-вадрат	F- критерий
общая	12.192	1.0000	13	0.938	
фактор	12.038	0.9874	6	2.006	91.41
сл.факторы	0.154	0.0126	7	0.022	

2. Анализ различия факторных средних.

Повторности					
1	2	Средние	Разница	Значима?	
Варианты					
1	2.600 2.850	2.725	контроль		
2	2.255 2.110	2.182	контроль	Да!	
3	3.300 3.500	3.400	0.675	Да!	
4	0.875 0.800	0.837	-1.887	Да!	
5	3.100 3.050	3.075	0.350	Нет	
6	3.325 3.450	3.388	0.663	Да!	
7	1.600 1.200	1.400	-1.325	Да!	
Средние	2.436 2.423	2.4296	-0.295	Да!	

За. Полная рендомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-к-ритерий = 91.412, ст.св.=6, 7, Q=0.0000

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9784

Станд.Ошибк-а = 0.1048 (4.31% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.5184 НСР(5%) = 0.3503 НСР(10%) = 0.2807

3б. Рендомизация в блок-ах:

F-к-ритерий = 78.683, ст.св.=6, 6, Q=0.0000

Степень влияния по Снедек-ору = 0.9749

Станд.Ошибк-а = 0.1129 (4.65% от общего среднего)

НСР(1%) = 0.5920 НСР(5%) = 0.3907 НСР(10%) = 0.3103

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Акты внедрения исходного материала, полученного в результате исследования

Акт Л.1 - Акт внедрения в ТОО "НПЦЗХ им. А.И. Бараева"

/ Генеральный директор
ТОО "НПЦЗХ им. А.И. Бараева,
д.с.-х.н.
К.К.Абдуллаев
2020 г.



Акт

внедрения в селекционный процесс исходного материала нута

Наименование внедренного материала - Линии нута (*Cicer arietinum* L.), полученные путем традиционной селекции с применением методов молекулярной биологии и генетики в количестве 4 номеров: 30/2-12, 18-3-1, 35-15, 11-1-21.

Каким научным или учебным учреждением мероприятие предложено к внедрению - НАО "Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина" - д.с.-х.н., профессор кафедры Куришбаев А.К., к.б.н., ст. преподаватель Джатаев С.А., докторант по специальности 6D080100 - "Агрономия" Хасанова Г.Ж., кафедры "Земледелие и растениеводство"

Наименование хозяйства (организация), адрес - ТОО "НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева" п. Научный, Шортандинский район, Акмолинская область

Календарные сроки внедрения - 2020 год

Цель использования - Для включения линий в селекционный процесс в качестве исходного материала

От кафедры "Земледелие и растениеводство" НАО "Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина":

д.с.-х.н., профессор кафедры

Куришбаев А.К.

к.б.н., ст. преподаватель

Джатаев С.А.

магистр агрономии

Хасанова Г.Ж.

От ТОО "НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева":

к.с.-х.н., Зав.отделом селекции с.х. культур

Бабкенов А.Т.

Акт Л.2 - Акт внедрения в ТОО "КарСХОС им. А.Ф. Христенко"



Директор ТОО "КарСХОС
им. А.Ф. Христенко"

Б.К. Калымов .

" 8 " 04 2020 г.

Акт

внедрения в селекционный процесс исходного материала нута

Наименование внедренного материала - Линии нута (*Cicer arietinum* L.), полученные путем традиционной селекции с применением методов молекулярной биологии и генетики в количестве 4 номеров: 30/2-12, 18-3-1, 35-15, 11-1-21.

Каким научным или учебным учреждением мероприятие предложено к внедрению - НАО "Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина" - д.с.-х.н., профессор кафедры Куришбаев А.К., к.б.н., ст. преподаватель Джатаев С.А., докторант по специальности 6D080100 - "Агрономия" Хасанова Г.Ж., кафедры "Земледелие и растениеводство"

Наименование хозяйства (организация), адрес - ТОО "КарСХОС им. А.Ф. Христенко" с. Центральное, Бухар-Жырауский район, Карагандинская область

Календарные сроки внедрения - 2020 год

Цель использования - Для включения линий в селекционный процесс в качестве исходного материала

От кафедры "Земледелие и растениеводство" НАО "Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина":

д.с.-х.н., профессор кафедры

Куришбаев А.К.

к.б.н., ст. преподаватель

Джатаев С.А.

магистр агрономии

Хасанова Г.Ж.

От ТОО "КарСХОС им. А.Ф. Христенко":

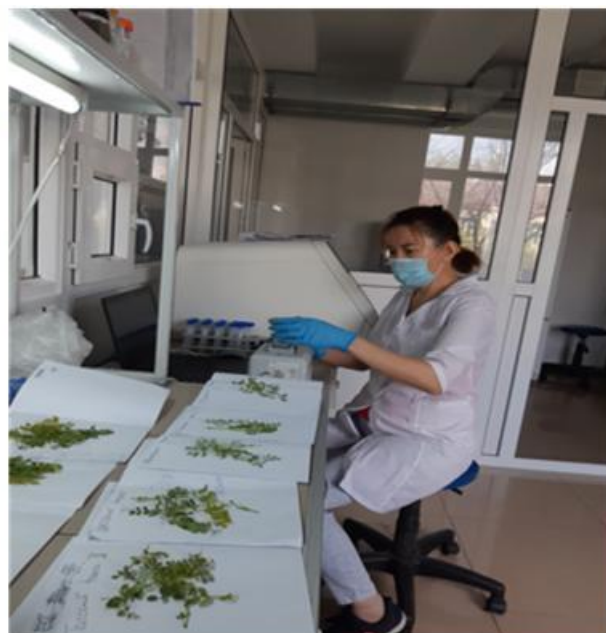
к.с.-х.н., Зав.отделом селекции и семеноводства

Серета Г.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ М



а



б



в



г

а - Коллекционные образцы нута; б - работа в лаборатории; в - сбор образцов для молекулярных исследований; г - гибридизация растений нута

Рисунок М 1 - Проведение научных исследований в полевых и лабораторных условиях

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Сертификаты зарубежных стажировок




Adelaide, November 17, 2017

CERTIFICATE OF TRAINING

The Certificate is issued to confirm that **Mrs. Gulmira Khassanova**, PhD student, successfully completed a training program for higher qualification titled 'Genotyping of chickpea plants with use of SNP molecular markers and gene expression' at the University of Adelaide and Flinders University, Adelaide (Australia) for 15 days, November 2-17, 2017.

As a result of this training, Mrs. Gulmira Khassanova received a knowledge and appropriate experience in the following areas: Plant material samplings, RNA extraction and concentration adjustment, synthesis of cDNA library, preparation and qRT-PCR using BioRad instruments for gene expression analysis, work with Genes of interest and House-keeping genes, serious of standard dilutions, preparation of amplification curve and calculation of Relative gene expression normalised with House-keeping genes and statistical treatments.


Dr. Yuri Shavrukov
 Senior Research Associate
 University of Adelaide
 (Australia)


Ass. Prof. Kathleen Soole
 Deputy Head of the School
 Flinders University
 (Australia)



Центр передовых технологий при
Министерстве инновационного развития
Республики Узбекистан

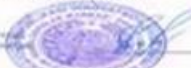
СЕРТИФИКАТ

Данный сертификат подтверждает, что
Хасанова Гульмира Жумагалиевна
 успешно прошла научную стажировку
 «Использование современных методов молекулярной
 генетики в селекции сельскохозяйственных культур»
 в период со 2 по 22 февраля 2019 года

Исходный регистрационный № 0811/2019

Дата выдачи: 22.02.2019 г.

Директор, профессор


Ш. У. Турдаков



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

СЕРТИФИКАТ

данный сертификат подтверждает, что
Гульмира Хасанова
 Успешно прошла научную стажировку «Использование современных
 методов молекулярной генетики в селекции сельскохозяйственных
 культур» в период со 10 по 28 февраля, 2020 года.

Директор, член-корреспондент НАНА
Зейнал Акперов

Дата выдачи: 28.02.2020
 Баку /Азербайджан



ВЫДАНО

**ХАСАНОВОЙ
ГУЛЬМИРЕ ЖУМАГАЛИЕВНЕ**

в том, что она с 5 по 16 ноября 2018 г. прошла обучение во
 Всероссийском научно-исследовательском институте защиты
 растений (лицензия Минобрнауки РФ №24Н-064 от
 19.02.01) по курсу «Использование молекулярных маркеров
 для диагностики болезней и селекции на устойчивость
 зерновых культур и картофеля» в объеме 72 часов.

Врио директора ФГБНУ ВИЗР
 к.б.н.
Ф.Б. Ганибал

Руководитель курса
 академик РАН
О.С. Афанасенко

16 ноября 2018 г. г. Санкт-Петербург - Пушкин

ЗР № 736