

«М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин окулары – 19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110 - летию М.А. Гендельмана». - 2023. - Т.1, Ч.1.- С. 123-127.

УДК 635.657-152(571.1)

НАСЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДА «ВСХОДЫ - ЦВЕТЕНИЕ» И РАЗМЕРА СЕМЯН У НУТА (*CICER ARIETINUM L.*)

*С.П. Кузьмина, канд. с.-х. наук,
Н.Г. Казыдуб, д-х с.-х. наук,
А.А. Власова, бакалавр*

*Омский государственный аграрный университет
им. П.П. Столыпина, г. Омск*

Нут (*Cicer arietinum L.*) в мировом масштабе является третьей по значимости продовольственной бобовой культурой по объему производства. Спрос на зерно нута обусловлен богатым содержанием в нем питательных веществ. В семенах нута содержится от 20,0 до 32,5 % сырого протеина, до 8 % жира, 47-60 % крахмала. Нут - источник фолиевой кислоты, токоферолов, лецитина, рибофлавина, тиамина, никотиновой и пантотеновой кислот, холина [1, 2].

Наблюдающееся потепление климата создает возможность продвижения на север ареала возделывания этой культуры. Так, и в условиях Западной Сибири, в зонах с регулярными засухами, так же отмечается увеличение посевных площадей под нутом. Наблюдаемые тенденции в изменении климата: рост температуры воздуха, увеличение продолжительности безморозного периода создают возможность улучшения структуры и расширения зоны растениеводства, в частности, за счет продвижения на север ареалов возделывания ряда культур. Главными характеристиками сортов нута, определяющими пригодность возделывания в Западной Сибири, являются урожайность, укороченный вегетационный период и размер семян [2, 3, 4].

Сроки наступления фенологических фаз играют большую роль в адаптации нута к условиям произрастания засухе, критическим температурам, причем как высокими, так и низкими [5-9]. Однако, сокращение вегетационного периода неизбежно ведет за собой снижение его потенциальной урожайности. Вегетационный период у нута может сокращаться из-за засухи, а в условиях Западной Сибири - раннего наступления заморозков, что снижает его потенциальную урожайность.

Раннее цветение ведет к продлению репродуктивной фазы, что увеличивает урожайность за счет более эффективной системы водопотребления. В условиях умеренного климата, которым характеризуется Омская область ран-

нее цветение и созревание нута необходимо для ухода от заморозков в конце вегетационного периода [4, 6, 10, 11].

Крупность семян является важным компонентом, формирующим урожайность и адаптацию растений, определяет всхожесть, силу и массу проростков.

В связи с этим, изучение генетического контроля скороспелости и размера семян, закономерностей, действующих в расщепляющихся гибридных популяциях, является весьма актуальным, позволяет целенаправленно вести отбор, выбраковывать малоценные и отбирать уникальные генотипы, сократить время выведение новых сортов.

Экспериментальная часть работы выполнялась в учебно-опытном хозяйстве Омского ГАУ совместно с ЦКП «Селекция и семеноводство полевых культур» в южной лесостепи Омской области в 2016-2018 гг. Предшественник - пшеница яровая мягкая. Посев проводили во 2 декаде мая на глубину 5 см. Повторность трехкратная. Количество семян в каждом повторении у родительских форм - 20 шт., в F_1 - 20 шт., в F_2 - 30 шт. Площадь питания растений 10 x 60 см. Результаты гибридологического анализа обработаны с использованием критерия χ^2 для менделевского соотношения.

Материалом исследований служили коллекционные образцы, полученные из Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР, г. Санкт-Петербург) с комплексом ценных признаков: ПС-2394 (Турция), С-27 (Узбекистан), С-35 (Краснодар), С-80 (Азербайджан) и гибридных популяции второго поколения, полученные с их участием. Все подобранные генотипы принадлежали к *Kabuli* типу. Для изучения генетических и фенотипических особенностей формирования размера семян и времени цветения были для скрещивания подобраны родители, различающиеся по обоим признакам. ПС-2394 - линия раннего созревания, имеет средний размер семян была использована в качестве тестера. Материнские компоненты имели более позднее созревание и крупные (С-27), средние (С-35) и мелкие семена (С-80).

В первом поколении гибридов (F_1) во всех скрещиваниях у растений нута наблюдалось промежуточное наследование с уклоном в сторону более позднего родителя - от 30,7 до 33,5 дней (цветение запаздывало на 4-7 дней по сравнению с раннецветущим родителем), что указывает на преобладание позднего цветения во всех скрещиваниях.

Во всех гибридных популяциях нута F_2 наблюдалось большое варьирование по продолжительности периода от всходов до цветения. Причем, частота распределения генотипов по началу цветения в F_2 была смещена в сторону позднего родителя, а число растений с поздним цветением было больше, чем количество растений с ранним цветением, что так же указывает на то, что позднее цветение доминирует над ранним цветением.

Продолжительность периода от всходов до цветения в F_2 варьировала от 27 до 43 дней. Все популяции F_2 имели трансгрессивные формы в обоих направлениях по времени цветения. Трансгрессия так же может быть

результатом новых генетических комбинаций, связанных с фототермическим ответом растений на условия выращивания.

Наблюдения по продолжительности периода от всходов до цветения в каждой популяции F_2 были преобразованы в качественные данные, и растения были разделены на две группы: с ранним и поздним цветением в зависимости от естественных точек разрыва в частоте распределения в каждой популяции. Популяции F_2 всех скрещиваний достоверно соответствовали расщеплению 9:7 для позднего и раннего цветения (таблица 1).

Таблица 1 - Расщепление в гибридных популяциях нута F_2 по продолжительности периода «всходы-цветение» и массе 1000 семян

Образец	Распределение растений по фенотипам в F_2 , шт.			Ожидаемое соотношение	χ^2	P_{05}
Начало цветения:						
	позднее	раннее				
С-27 x ILC-2394	66	54		9:7	0,57	3,84
С-35 x ILC-2394	63	52		9:7	0,78	3,84
С-80 x ILC-2394	69	49		9:7	1,75	3,84
Размер семян:						
	мелкие	средние	крупные			
С-27 x ILC-2394	99	-	21	13:3	0,92	3,84
С-35 x ILC-2394	65	20	30	9:3:4	1,21	5,99
С-80 x ILC-2394	69	21	29	9:3:4	1,43	5,99

Это указывает на то, что продолжительность периода «всходы-цветение» определялась в основном двумя генами с двойным рецессивным эпистазом (или криптомерией) между ними. Рецессивный аллель каждого из генов в гомозиготном состоянии одновременно реципрокно подавляет действие другой пары генов (aa эпистатирует над В-, а bb над А). Это согласуется с имеющимися исследованиями, подтверждающими контроль продолжительности периода «всходы-цветение» двумя генами с дублирующимся рецессивным эпистазом [12]. Однако, в других исследованиях отмечается, что признак контролируется парой доминантных генов (9: 6: 1) с кумулятивным, но неравным эффектом, что, вероятно, может быть обусловлено влиянием разных основных и второстепенных генов у подобранных родительских компонентов [13].

Таким образом, генетический контроль генов раннего цветения, показывает, что признак раннего цветения у нута может быть включен в высокоурожайные сорта путем скрещивания с раннеспелым родителем или путем индивидуально отбора желаемого генотипа в F_2 и последующих поколениях.

Масса 1000 семян родительских линий варьировала в среднем от 152 (С-80) до 342 г (С-27). В первом поколении гибридов F_1 во всех скрещиваниях у растений нута наблюдалось промежуточное наследование с уклоном в сторону более мелкосемянного родителя - от 186 до 294 г (что уступает более крупносемянному родителю на 9-62 г). Это указывает на доминирование мелкого размера семян над крупными. Изменчивость массы 1000 семян у растений нута во всех комбинациях скрещиваний F_2 была сильной и варьировала от 102 до 410 г. Все популяции F_2 имели трансгрессии в обоих направлениях по размеру семян.

Количественные данные о массе 1000 семян в гибридной популяции нута F_2 С-27 x ILC-2394 были преобразованы в два разных фенотипических класса (мелкие семена - менее 250 г, крупные - более 250 г) на основе естественных точек разрыва в частоте распределения. При частотном распределении массы 1000 семян отдельных растений F_2 в этой гибридной популяции наблюдались два пика в точках: 160 и 340 г.

Однако, в других гибридных комбинациях нута С-35 x ILC-2394 и С-80 x ILC-2394 четко определилось 3 фенотипических класса: с крупными (более 250 г), средними (250-150 г) и мелкими (менее 150 г) семенами, в двух естественных точках разрыва. В этих гибридных комбинациях F_2 отмечалось 3 пика в точках: 120, 200 и 280 г.

В популяции F_2 С-27 x ILC-2394 число растений с мелким и крупным размером семян соответствовало ожидаемому соотношению 13:3, что предполагает, что масса 1000 семян определяется двумя генами с эпистатическим действием, причем мелкий размер семян доминирует над крупным (таблица 1).

В гибридных популяциях С-35 x ILC-2394 и С-80 x ILC-2394 расщепление по фенотипу соответствовало 9:3:4, что указывает на комплементарный характер взаимодействия генов, контролирующих размер семян нута. Причем, взаимодействие доминантных генов обуславливала мелкосемянность.

Таким образом, во всех комбинациях скрещивания изученный признак контролировался двумя генами с аддитивным эффектом. Полученные результаты о дигенном контроле массы 1000 семян согласуются с исследованиями ряда ученых, причем характер наследования и численное соотношение полученных фенотипических классов в них могли различаться: 9:7 [14], 5:6:5 [15], 12:3:1 [16].

Генетический контроль признака «массы 1000» семян позволяет надеется на возможность эффективного отбора трансгрессивных форм с крупным размером семян во всех изученных гибридных комбинациях нута. Отбор следует проводить, начиная с F_2 и в последующих поколениях гибридов.

Выводы

1. Продолжительность периода «всходы - цветение» нута имеет дигенный контроль и обусловлена двумя генами с двойным рецессивным эпистазом (криптомерией), причем позднее цветение доминирует над ранним.
2. Генетический контроль размера семян у изученных гибридных комбинаций нута имеет дигенный характер и находится под контролем двух основ-

ных генов с аддитивным типом действия (доминантный эпистаз и комплементарность), причем мелкосемянность доминирует над крупносемянностью.

3. Генетический контроль генов продолжительности периода «всходы-цветение», показывает, что признак раннего цветения у нута может быть включен в высокоурожайные сорта путем скрещивания с раннеспелым родителем или путем индивидуально отбора ценного генотипа в F_2 и последующих гибридных поколениях.

4. Эффективный отбор трансгрессивных форм по изученным признакам («всходы - цветение» и масса 1000 семян) возможен во всех гибридных комбинациях нута. Отбор следует проводить, начиная с F_2 и в последующих поколениях гибридов.

Список использованной литературы

1. Германцева, Н.И. Результаты и перспективы селекции нута на Краснокутской станции [Текст] / Н.И. Германцева // Аграрный вестник Юго-Востока, 2019, № 1 (21). – С. 9-14.

2. Зернобобовые культуры в Западной Сибири (фасоль и бобы овощные, нут): биология, генетика, селекция, использование: монография [Электронный ресурс] / Н.Г. Казыдуб [и др.]. – Электрон. дан., Омск, 2020.

3. Перспективы и результаты изучения коллекции нута в Омском ГАУ [Текст] / С.П. Кузьмина, Н.Г. Казыдуб, Е.А. Черненко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2017, № 178 (1). – С. 48-57.

4. Рожанская, О.А. Получение новых форм нута (*Cicer arietinum* L.), устойчивых к био- и абиотическим стрессорам, с помощью методов биотехнологии [Текст] / О.А. Рожанская, Л.Ф. Ашмарина, А.С. Коробейников // Кормопроизводство, 2017, № 12. – С. 18-23.

5. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых вир и его использование в отечественной селекции (обзор) [Текст] / М.А. Вишнякова [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2019, № 180 (2). – С. 109-123.

6. Наследование продолжительности вегетационного периода гибридов нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири [Текст] / С.П. Кузьмина, Н.Г. Казыдуб, В.А. Панченко // Вестник Омского ГАУ, 2020, № 1 (37). – С. 43-50.

7. Salt-induced expression of intracellular vesicle trafficking genes, CaRab-GTP, and their association with Na^+ accumulation in leaves of chickpea (*Cicer arietinum* L.) [Текст] / Sweetman C., Khassanova G., Miller T.K., Booth N.J., Kurishbayev A., Jatayev S., Gupta N.K., Langridge P., Jenkins C.L.D., Soole K.L., Day D.A., Shavrukov Y. // BMC Plant Biology, 2020. DOI 10.1186/s12870-020-02331-5.

8. Genotype by environment studies across Australia reveal the importance of phenology for chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement [Текст] / J.D. Berger, N.C. Turner // Aust J. Agric. Res., 2004, № 55. – P. 1071-1084.

9. Цыганков, В.И. Изучение и оценка генофонда нута на продуктивность и адаптивность к условиям Западного Казахстана [Текст] / В.И. Цыганков, С.В. Булынцев, М.Ю. Цыганкова, А.В. Цыганков // Генетичне та сортове різноманіття рослин для покращення якості життя людей, Київ, 2016. – С. 110-111.
10. Warkentin, T. Breeding chickpea for improved *Ascochyta* blight resistance and early maturity in western Canada. [Текст] / T. Warkentin, A. Vandenberg, S. Banniza et al. // Proceedings of international chickpea conference, Indira Gandhi Agricultural University, 20–22 January Raipur., India, 2003. – P. 1-4.
11. Adaptability of chickpea collection samples in the southern forest-steppe of Western Siberia [Текст] / Kazydub N., Kuzmina S., Chernenko E. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2017. Т. 23. № 5. С. 743-749.
12. Anbessa, Y. Inheritance of time to flowering in chickpea in a short–season temperate environments [Текст] / Y. Anbessa, T. Warkentin, A. Vandenberg, R. Ball // J. Hered., 2006, № 97. – P. 55-61.
13. Hegde, V.S. Genetics of flowering time in chickpea in a semi–arid environment [Текст] / V.S. Hegde // Plant Breed., 2010, № 129. – P. 683-687.
14. Sundaram, P. Inheritance and relationships of flowering time and seed size in kabuli chickpea [Текст] / P. Sundaram et al. // Euphytica, 2019, № 144.
15. Upadhyaya, H.D. Major genes with additive effects for seed size in kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) [Текст] / H.D. Upadhyaya, S. Sharma, C.L.L. Gowda // J. Genet., 2011, № 90. – P. 479-482.
16. Ghatge, R.D. Inheritance of seed size in chickpea (*Cicer arietinum* L.) [Текст] / R.D. Ghatge // J. Soils Crops, 1993, № 3. - P. 56-59.