

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми - практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.ІІ, Ч.І. – С.21-31

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ИНДУКТОРЫ НА ОСНОВЕ ВЕЩЕСТВ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЗАЩИТЕ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР

*Кусаинова М.,
студент Казахский агротехнический университет
им.С.Сейфуллина, г. Нур-Султан*

Аннотация: Статья посвящена исследованиям, благодаря которым вполне возможно определение спектра воздействия природного минерального компонента-диатомита на анатомо-морфологические свойства растений семейства Пальмовые (Palmaceae), рода Пальма (Arecales) с целью повышения их устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам окружающей среды. Проведение данного рода исследований позволит разработать новые, экологически безопасные технологии для борьбы с вредными организмами. Применение технологий, включающих использование диатомита в растениеводстве, позволит не только существенно сократить расход средств химизации при сохранении высокой продуктивности декоративных культур, но и значительно повысить уровень экологической безопасности продукции.

Ключевые слова: диатомит, анатомо-морфологические изменения, механизмы защиты растений, семейство Пальмовые (Palmaceae), кремний.

Мировая глобализация привела население к тому, что повсеместно предлагается продукция с большим содержанием химических веществ. Среди производителей наблюдается высокая конкуренция. Основная задача производителей: увеличить объемы выращиваемой продукции, снизить себестоимость, уменьшить потери. Перечисленные задачи могут быть решены с помощью современных многочисленных средств, при этом увеличивая проблемы со здоровьем у подрастающего поколения и не только, загрязняя почву, водоемы и т.д. Загрязнение химическими веществами приводит к потере положительных свойств почвы, что приводит к получению некачественных продуктов сельского хозяйства, минимизации кормовой базы животным, и в последствии к изменению экосистем. Пестициды – одна из главных причин смерти в результате отравления и одна из главных причин обеднения почв страны [1, с.23]. Однако получение высококачественной сельхозпродукции немыслимо без защиты растений, в основном с использованием химических средств [2, р.389-394]. Разработка систем защиты отдельных промышленных декоративных культур актуальна для нужд озеленения. В связи с задачами охраны окружающей среды и доказательством высокой токсичности пестицидов, в последнее время возник пристальный интерес к защитным препаратам органического происхождения, к числу которых относится

диатомит [3, с.493–505].

Диатомит известен как источник кремния, является природным пористым минералом из мельчайших панцирей диатомитовых водорослей, представляющих собой обводнённый кремнезем. Кремний (Si) диатомитов находится в доступной для растений форме в виде монокремниевой кислоты. Основной функцией Si в растении является повышение устойчивости к неблагоприятным условиям, болезням, насекомым-вредителям, выражающееся в упрочнении эпидермальных тканей (механическая защита). Академик Вернадский (1922г) выделял кремний как элемент, повышающий стрессоустойчивость растений к абиотическим и биотическим факторам. По литературным данным известно, добавка диатомита защищает от заморозков (диатомит долго нагревался и корни отмерзали позже, как следствие дерево распускалось позже), а летом – от засухи (диатомит впитывал и удерживал влагу) [3, с.89]. Диатомит, являясь осадочной породой, состоящей из остатков древних морских диатомовых водорослей, предотвращает появление и подавляет вредителей, повышает плодородие почвы, увеличивает урожайность [4, с.18-21]. В настоящее время объем добычи диатомита в мире составил свыше 2,5 млн т в год. Основной объем диатомита производится в США (33% мирового производства), Китае (24%), Дании (12%). По оценке геологов запасы диатомита в Казахстане составляют более 200 млн. тонн, сосредоточенных, в основном, в Муголжарском районе Актюбинской области. Диатомитовое плато Жалпак расположено в 28 км. от г.Эмбы. Диатомитовая руда месторождения плато Жалпак содержит: SiO₂ – 70%; Al₂O₃ – 9,25; Mg – 2,355; TiO₂ – 0,415, остальное составляют примеси соединений железа [4, с. 157]. Актюбинская руда характеризуется уникально низким содержанием соединений фосфора, мышьяка и фтора, что является существенным преимуществом, так как не требует дополнительной очистки от них. В настоящее время в Казахстане отсутствуют предприятия по переработке диатомитового сырья, но применение диатомитовых компонентов возрастает. [5, с. 171].

Основными факторами окружающей среды, ограничивающими производительность сельскохозяйственных растений, являются засуха, засоление почв, температурные колебания. Неблагоприятные последствия стрессов усугубляются изменением климата и непредсказуемостью погодных условий, что характерно для Северного региона Казахстана. Нужно отметить, что современная физиология растений среди основных функций кремния, выполняемых в растительном организме, называет повышение физической устойчивости к неблагоприятным факторам, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении надземного роста и повышении активности корневой системы (физиологическая защита), а также увеличение устойчивости к абиотическим стрессам (увядание от пересыхания и перегревания), к поражению различными болезнями (биохимическая защита). Перспективным является поиск кремнийсодержащих материалов и способов их использования с целью увеличения сопротивляемости растений к болезням, благодаря чему становится возможным снижение пестицидной нагрузки на агроценозы, а также оздоровление почвенной микробиоты.

Программа проведения исследований.

На основании изучения многочисленных исследований выявлено, что основными препятствиями широкому применению кремниевых удобрений являются: слабая изученность механизмов их влияния на растения и почву, а также трудности с определением оптимальных доз внесения [5, с. 96].

Целью данного исследования является изучение влияния внесения в почву различных доз диатомита (13,25,50г/кг) на рост и развитие *Phoenixdactylifera L.* расширение и улучшение доступности питательных веществ, усиление защитных механизмов от абиотических и биотических факторов. Исходные данные: универсальные почвы для декоративных культур и диатомит в мелкодисперсном состоянии для внесения в почву и в виде водного раствора диатомита в пастообразной консистенции для обработки семян.

Объект и методы исследований

Объектом для исследования служат семена, проростки, молодые растения

Phoenixdactylifera Linnaeus, растений семейства Пальмовые (*Palmaceae*), рода Пальма (*Arecales*). В качестве экспериментального материала для работы используется диатомит. В серии опытов будет проводиться поэтапная обработка мелкодисперсным диатомитом. Контроль - растения без применения рабочей смеси диатомита.

Использованы методы контроля визуального и общепринятых ботанических методик: измерение ростовых характеристик растений, измерение биомассы культур.

Результаты

Опыты закладывались согласно схеме (таблица 1) и наблюдения велись (с 2020 по 2022гг).

Таблица 1 – Схема опытов

Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1 кг.почвы+ Дренаж	1кг.почвы+ дренаж+ 13г.диатомита	1 кг.почвы+дрен аж+ 25г.диатомита	1 кг.почвы+дрен аж+ 50г.диатомита

Наблюдения за морфологическими изменениями растений.

Учет роста и развития ведется на протяжении всего вегетационного периода растений. С целью оценки морфологических изменений растений с момента посадки каждый месяц снимались мерки длины, ширины листьев, высоты растения. В каждом из вариантов брали по 3 растения, у которых измеряли перечисленные параметры. Затем вычисляли среднее значение. Для сравнения в таблице 2 приведены результаты измерений параметров растений всех вариантов, включая контрольный вариант без применения диатомита, спустя месяц после их посадки (ноябрь 2020 г.) и на данный момент (март 2022 г.).

Таблица 2 – Морфологические изменения финиковой пальмы

(Phoenixdactylifera)

Вариант № пробы	Высота растения, см	Длина стебля, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Состояние растений	дата
Контроль	20,0	5,0	15,0	0,5	Лист мягкий, гладкий, стебель не устойчивый	29.11.20
Вариант 13 Г. №1	20,5	5,8	16,4	0,9	Лист твердеет, стебель слабо устойчив	29.11.20
Вариант 25 Г. №2	27,2	7,2	17,8	0,8	Лист твердеет, стебель слабо устойчив	29.11.20
Вариант 50 Г. №3	22,0	5,0	15,5	0,5	Лист слегка твердый, стебель слабо устойчив	29.11.20
Контроль	42,7	7,5	19,8	0,7	Лист гладкий, твердеет, стебель среднеустойчив	10.03.22
Вариант 13 Г. №1	50,4	8,2	23,1	0,9	Прочность растения выше среднего	10.03.22
Вариант 25 Г. №2	65,0	10,9	53,2	1,9	оптимальное состояние ; выраженность листовой пластинки высокая.	10.03.22
Вариант 50	68,3	10,9	50,1	1,8	Достаточно высокое	10.03.22

Г. №3					растение, но стебель не очень устойчивый	
----------	--	--	--	--	---	--

По данным таблицы 3, произошли значимые изменения в варианте с дозой диатомита 25 г/кг: прочность растения увеличилась, что отражает эффект от применения диатомита. Из исследований зарубежных ученых известно, что благодаря диатомиту увеличивается площадь листовой поверхности. В связи с этим было проведено исследование листьев, пользуясь методом промеров.

Метод промеров. Из каждой пробы методом случайной выборки выбирают по 10 зеленых листьев, взвешивают их и определяют площадь методом линейных измерений по длине (Д) и наибольшей ширине (Ш). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывают по формуле (1):

$$S = \text{Дср.} * \text{Шср.} * k$$

(1), где Дср. – средняя длина листа;

Шср. – средняя ширина

листа; k – коэффициент.

Данный метод подходит для зерновых и других культур с линейной формой листьев [6, с.32].

Вычисления:

Sk (площадь контрольного варианта)

=19,8*0,7*0,7=9,7 см²; S1 (площадь варианта 13г.)

=23,1*0,9*0,7=14,5 см²;

S2 (площадь варианта 25г.)

=53,2*1,9*0,7=70,8 см²; S3 (площадь

варианта 50г.) =50,1*1,8*0,7=63,1 см².

Исходя из результатов вычислений, в вариантах 2 и 3 произошло заметное увеличение площади листовой поверхности растения. Наилучшие показатели у варианта 2, где диатомит был применен в дозе 25 г на 1 кг почвы.

При изучении прямого влияния активных форм кремния на ряд физиологических параметров растения, таких как корневая система, были проведены замеры корневой системы испытуемых вариантов (рисунок 2).

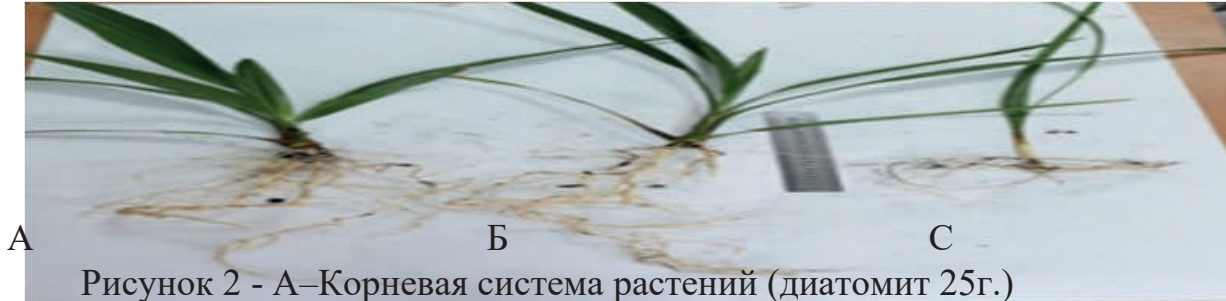


Рисунок 2 - А–Корневая система растений (диатомит 25г.)

Б– Корневая система растений (диатомит 50г.), С–Корневая система растений (контроль)

Исследование показывает зависимость роста и развития корневой системы (количество вторичных и третичных корешков), эффективность фотосинтеза от оптимизации кремниевого питания. Максимальный прирост корней



отмечен в варианте 2, при использовании диатомита в дозе 25г./кг. почвы (рисунок 3).

Рисунок 3 - Развитие корешков при применении диатомита

Декоративно цветочные культуры в посадках подвергаются воздействию выхлопных газов, пыли, что приводит к закупорке устьичных щелей. Следствием этого является снижение процесса фотосинтеза и угнетенное состояние растения. Применение диатомита, в качестве источника биодоступного кремния, на этапе «доращивания» растений в теплице и адаптации к открытому грунту повышает устойчивость к экологическим стрессам (засуха, токсичность металлов) [7, с. 255-261].

Результаты и их обсуждение: таким образом, проводя систематические замеры таких морфологических показателей, как длина, ширина листьев и стеблей, а также высоты посаженных растений, было замечено, что диатомит действительно увеличивает устойчивость стебля к полеганию, площадь листьев, сухую массу растений и, в конечном итоге приводит к получению устойчивой к абиотическим факторам культуры. Устойчивость проявляется в упрочнении покровных тканей растения, что делает неуязвимым растение к неблагоприятным погодным условиям и проникновению вредителей в ткани растения. Разница растений всех вариантов спустя месяц после посадки видна на рисунке 4.

Были рассчитаны средние значения измерений параметров растений.



Рисунок 4 - Сравнительная диаграмма развития растений всех вариантов по результатам измерений 29.11.20г.

Исходя из рисунка 4, заметна эффективность применения диатомита в дозе 25г диатомита на 1кг почвы. Спустя месяц использования диатомита установлена разница в испытуемых объектах. Наибольшая высота растения, длина листьев и стеблей наблюдается у варианта 25 г/кг почвы.

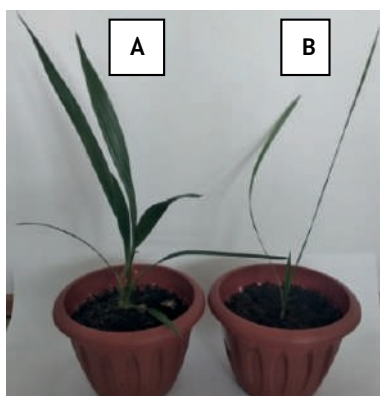
Результаты последних измерений представлены на рисунке 5. Опираясь на данные результаты, появится возможность сделать подробный анализ морфологических изменений в исследуемых объектах растений семейства Пальмовые (Palmaceae), рода Пальмовые (Arecales), вида Финиковая пальма (Phoenixdactylifera) по истечению годового применения полифункционального природного компонента диатомита в различных дозировках: 13 г диатомита на 1 кг почвы; 25 г/кг; 50 г/кг.



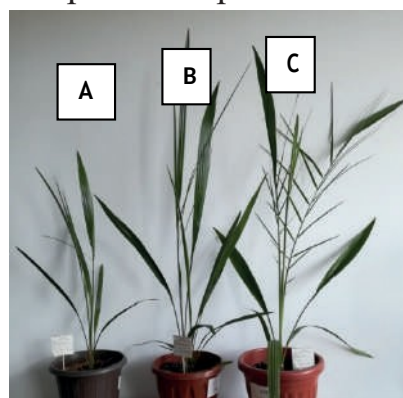
Рисунок 5 - Сравнительная диаграмма развития растений всех вариантов по результатам измерений 10.03.22г

Основываясь на рисунке 5, можно сделать вывод, что спустя год применения диато- мита на финиковой пальме (*Phoenixdactylifera*), эффективность дозы 25 г/кг почвы оста- лась такой же, как и год назад. Сравнивая рисунок 4 и рисунок 5 заметны весомые разли- чия таких параметров растений, как высота растений, длина листа, ширина листа, длина стебля. Особенно сильно заметны изменения в высоте растения и длине листьев пальм.

Морфологические изменения (рисунок 6) дают право утверждать, что диатомит ока- зывает положительное влияние на развитие растений.



Растения рода *Phoenix* 1,5 года: А – обработанное, В – необработанное



Растения рода *Phoenix* 3,2 года: А- растение необрабо- танное, В, С – 2 растения, обработанных

Рисунок 6 - Растения *phoenixdactylifera*

Исходя из рисунка 6, можно сделать вывод, что диатомит благоприятно влияет на декоративные качества растений.

В дальнейшем планируется установить, что диатомит способствует улучшению корневого дыхания, повышению объема, массы и адсорбирующей поверхности корневой системы, а также, что происходит значительное увеличение площади листьев и их обеспеченность хлорофиллом, что способствует повышению чистой продуктивности фото-



синтеза. С этой целью возникает необходимость взятия срезов корневой и зеленой массы исследуемого объекта для того, чтобы провести микроскопирование и изучить более детально проводящие, покровные и механические ткани растений семейства Пальмовые (*Palmaceae*), рода Пальма (*Arecales*), вида Финиковая пальма (*Phoenixdactylifera*). До настоящего периода были взяты срезы всех вариантов в трех дозировках диатомита, включая контрольный вариант, и приготовлены препараты для микроскопирования (рисунок 7).

Рисунок 7 - Процесс микроскопирования препаратов на электронном микроскопе [фото автора]

Результаты микроскопирования следующие:

В первую очередь был рассмотрен препарат контрольного варианта (рисунок 8).

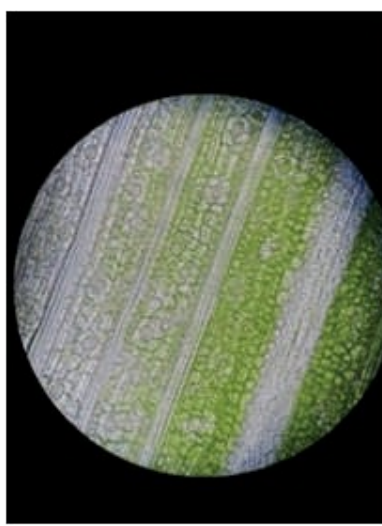


Рисунок 8 - Эпидерма листа финиковой пальмы *Phoenixdactylifera* (контрольный вариант без диатомита) под микроскопом [фото автора]

Основываясь на рисунок 8 с увеличением микроскопа 40х, можно прийти к выводу: устьица расположены хаотично, проводящие пучки небольших размеров (средняя длина одного проводящего пучка 18мкм). Клетки полуовальной, эллипсоидной формы, значительно различимы между собой по форме и размерам.

Следующим был рассмотрен срез листа пальмы с варианта №1, где диатомит был применен в дозе 13г на 1 кг почвы (рисунок 9).

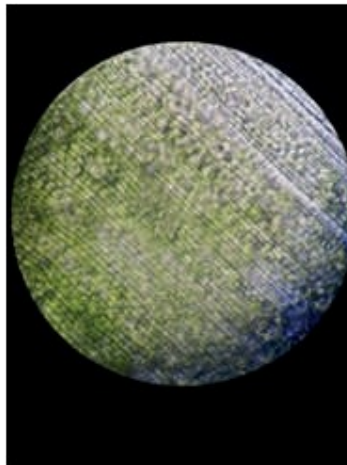


Рисунок 9 - Эпидерма листа финиковой пальмы *Phoenixdactylifera* (1 вариант 13г диатомита) под микроскопом [фото автора]

На рисунке 9 при увеличении микроскопа 40х замечено следующее: устьица легко различимы, проводящие пучки небольших размеров (средняя длина одного проводящего пучка 46мкм).

Также был рассмотрен вариант №2, в котором были замечены наибольшие изменения. Здесь диатомит был использован в дозе 25г на 1 кг почвы (рисунок 10).



Рисунок 10 - Эпидерма листа финиковой пальмы *Phoenixdactylifera* (2 вариант 25г диатомита) под микроскопом [фото автора]

На рисунке 10 при увеличении микроскопа 40х установлено: замыкающие клетки и устьица значительно варьируют в размерах в зависимости от расположения, проводящие пучки значимых размеров (средняя длина одного проводящего пучка 65мкм). В этом варианте замечена более мощная структура кутикулярного слоя в клетках покровных тканей, что приводит к выводу о том, что именно в этом варианте произошли самые значимые и положительные изменения в структурах покровных тканей. Данный результат указывает на эффективность применения природного компонента диатомита в дозе 25 г на 1 кг почвы на испытуемом объекте. Значимость увеличения кутикулярного слоя в клетках покровных тканей отражается в том, что благодаря такому эффекту улучшится сопротивляемость изучаемого объекта к климатическим условиям и вредителям.

Последним вариантом был №3, где диатомит был применен в наибольшей дозе 50г на 1 кг почвы (рисунок 11).



Рисунок 11 - Эпидерма листа финиковой пальмы *Phoenixdactylifera* (3 вариант 50г диатомита) под микроскопом [фото автора]

На рисунке 11 при увеличении микроскопа 40х установлено: устьица и замыкающие клетки, проводящие пучки небольших размеров (средняя длина

одного проводящего пучка 39мкм).

На определенных расстояниях друг от друга по поверхности листа рассеяны особые, специализированные клетки эпидермы (замыкающие клетки). Они всегда располагаются парами - две клетки рядом, - и между ними видно отверстие, которое называется устьи- цем. Устьица изображены на рисунке 12.

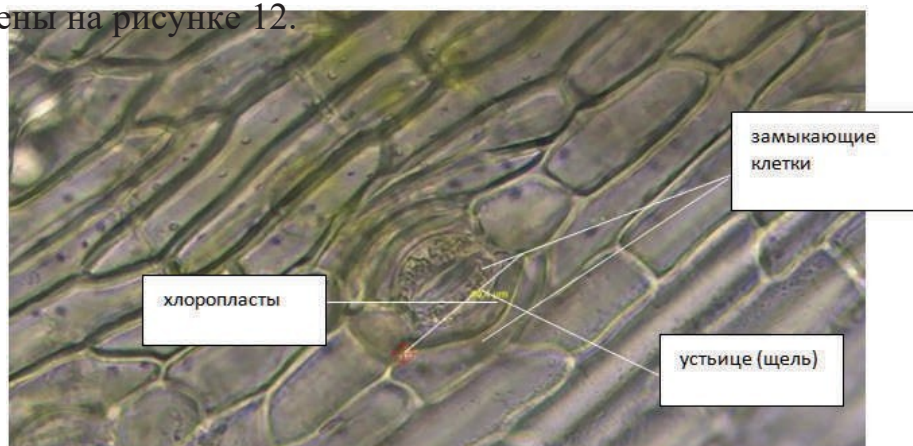


Рисунок 12 - Устьичный аппарат финиковой пальмы (*Phoenix dactylifera*)
[фото автора]

Замыкающие клетки, изображенные на рисунке 12, имеют характерную форму, отличную от формы других клеток эпидермы. Кроме того, это единственные клетки эпидермы, которые содержат хлоропласты; все прочие клетки эпидермы бесцветны. Размеры устьичного отверстия (устьичной щели) зависят от тургесцентности замыкающих клеток. Устьица обеспечивают возможность газообмена при фотосинтезе и дыхании, поэтому их больше всего в эпидерме листьев, хотя они встречаются также и на стебле. Через устьица выходят из растения наружу и пары воды, что составляет часть общего процесса, называемого транспирацией (Тахтаджян, 1982). Благодаря диатомиту слой в растениях утолщается, следовательно, защитная функция увеличивается, что дает возможность оценивать значимость диатомита в защите растений. Поскольку устьица увеличены при применении диатомита, процессы газообмена и испарения воды происходят в наибольшем качестве, благодаря чему растение может переживать недостаток воды, жару и самостоятельно себя охлаждать, что значимо для условий Северных областей.

В работе были использованы общепринятые методики, а также метод Д.Н.Анели (1978). С целью изучения устьиц растения был использован метод отпечатков. В данном случае целесообразно исследовать под микроскопом не отделенную эпидерму, а отпечатки, полученные с нее тем или иным способом. Это бывает необходимо для того, чтобы сохранить объект исследования живым (например, при изучении развития эпидермальных структур такой метод позволяет наблюдать одни и те же клетки через разные промежутки времени или процесс открывания и закрывания устьиц), а также позволяет сэкономить время при таких исследованиях, где нет необходимости рассматривать тонкую структуру покровных тканей (например, при подсчете устьиц на единицу площади и т.п.). Кроме того, полученные отпечатки позволяют судить о характере поверхности органов

сложной формы (ребристых и др.), а также ископаемых остатков. На качество отпечатка существенно влияет наличие опушения и толщина кутикулы. Толстая кутикула делает практически неразличимыми очертания клеток. Отпечаток можно получить путем нанесения быстро застывающих и образующих прочную эластичную пленку веществ на поверхность органа и снятия пленки после застывания. Если есть необходимость сохранить объект живым (например, при исследовании развития эпидермальных структур), необходимо использовать неядовитые для растения вещества. Хорошие результаты в этом случае дает использование полимеров на основе ацетата целлюлозы. Д.Н. Анели и Н.А. Анели (1986) рекомендуют для этой цели клей марки БФ-2 или БФ-6. Эти марки клея дают быстро застывающую пленку, которую можно снять с поверхности листа и исследовать под микроскопом.

По результатам измерений параметров растений и визуальных наблюдений ясно, что растения стали прочнее благодаря диатомиту: в вариантах с диатомитом было зафиксировано на снимках с микроскопа изменения в покровных тканях, а именно образование более мощного кутикулярного слоя в клетках покровных тканей. Благодаря утолщению в покровных тканях обеспечивается защита растения от климатических условий и от проникновения вредных организмов.

В нормальных условиях, без добавления диатомита размеры устьичного аппарата варьируют от 10 до 60 мкм. Исходя из приведенных снимков срезов финиковой пальмы (*Phoenixdactylifera*) было установлено, что размеры устьиц в вариантах с диатомитом больше, чем в контроле. Что отражает эффективность применения диатомита в качестве катализатора процесса транспирации.

Выводы. В Республике Казахстан около 90% декоративных растений импортируется из-за рубежа. Для них требуется период адаптации и выработка устойчивости к сложным климатическим условиям Казахстана. Данный факт наряду с экономическими потерями приводят к появлению фитосанитарных рисков ввоза новых видов вредных организмов. Предлагаемые исследования использование отечественного природного материала (диатомит) станет основой для получения оздоровленных растений и разработки системы непрерывной поддержки биологических свойств с целью усиления устойчивости и сокращения адаптационного периода. Это принесет экологическую и экономическую эффективность в развитие отрасли декоративного растениеводства страны. По результатам исследования рекомендуется к применению диатомит в дозе 25 г на 1 кг почвы для наилучшего защитного эффекта.

Список использованной литературы

- 1 <http://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/pesticide-residues-in-food> (дата обращения: 25.07.2021)
- 2 Myers D.F., Slobel G.A. // Transactions of the Brit. Mus. Soc. 1983. V. 80. P. 389-394.
- 3 Гарипова С.Р. // Успехи современной биологии. 2012. Т.132(5). С.493–505.
- 4 Иванов С.Э. Диатомит и области его применения / С.Э. Иванов, А.В. Беляков // Стекло и керамика. 2008. - №2. - С. 18-21.

5 Обзор рынка диатомита в СНГ (отчет экспертов ООО «ИГ «Инфолайн»). - М., 2016. - 171 с.

6 Дьяков В. М., Матыченков В. В., Чернышев В. А., Аммосова Я. М. Использование соединений кремния в сельском хозяйстве //Актуальные вопросы химической науки и технологии и охраны окружающей среды. - Выпуск 7. - М.: НИИТЭХИМ, 1990. - 32 с

7 Кульдеев Е.И., Бондаренко И.В., Тастанов Е.А., Абдулвалиев Р.А., Темирова С.С., Абдикерим Б.Е. Активированные диатомиты - инновационный материал многоцелевого назначения для развития индустрии Республики Казахстан//«Известия НАН РК. Серия-геологияи технических наук». - 2017. - № 5. С. 255-261