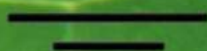




Зелёный журнал



2017



Выпуск № 3

Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада
Тверского государственного университета,
Green journal – Bulletin of the Botanical Garden
of Tver State University:
Научный журнал / гл. ред. Ю.В. Наумцев.
Выпуск 3. Тверь: 2017 г., 47 с.

Свидетельство о регистрации Средства массовой
информации ЭЛ No ФС77-58706 от 21 июля 2014 г.,
выдано Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

12+

САД И ЛЮДИ: ФИЛОСОФИЯ ОТНОШЕНИЙ С ЛЮДЬМИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ XXI ВЕКА

Ю.В. Наумцев

Тверской государственный университет, Ботанический сад ТвГУ

e-mail: garden@tversu.ru

Ботанический сад! Что это – место, учреждение, коллекция, научный центр, парк, лаборатория, питомник? Если Вам в Вашей жизни не пришлось работать в ботаническом саду или хотя бы сотрудничать с ботаническим садом, то понять это трудно. Понять ощущения, которые охватывают человека, даже когда он просто приходит в ботанический сад посмотреть, отдохнуть, погулять, узнать что-то новое. А когда он оказывается допущен к общению с людьми, для которых сам ботанический сад не просто место работы, а часть жизни. Ботанические сады, словно особенно душевные и человечные острова самой жизни в самых светлых ее проявлениях.

Ботанические сады это не учреждения, это не просто места в пространстве, это гораздо большее. Это ощущения и чувства, это эмоции и время, это люди, это природа, это растения, это живое в самых прекрасных проявлениях жизни. Что такое ботанический сад нельзя описать терминами или словами, это можно только понять и почувствовать. Как мы чувствуем семейную атмосферу и не можем никогда полностью объяснить, что для нас значит семья. В ботаническом саду именно так. И это дар судьбы, когда твоя судьба переплетается с частью истории и жизни ботанического сада. Этот дар может, а скорее должен быть доступен не только тем людям, которые волею судьбы являются сотрудниками ботанического сада и работают здесь над своими проектами. Дар общения с ботаническим садом должен быть открыт и доступен каждому обычному человеку, именно обычному, жизнь которого может быть исключительно далека от ботаники. Нас ботаников, даже в глобальном масштабе ничтожно мало по сравнению с миллиардами обыкновенных людей. Но именно этим обыкновенным людям мы должны научиться дарить радость от общения с миром живой природы в ботанических садах и именно от этих обыкновенных людей, коих миллиарды зависит наш собственный успех. Успех наших стараний изучить, а самое главное сохранить мир растений и мир живой природы. Именно от нас – сотрудников ботанических садов во многом зависит, каким станет это общение сада и людей, от первого свидания, до дальнейших отношений в жизни. Именно от нас – сотрудников ботанических садов зависит, начнут ли обыкновенные люди для начала просто массово приходить в ботанические сады. Но главное, чего мы должны добиться, чтобы обыкновенные люди остались в ботаническом саду максимально долго, а уходя из него, унесли в своей душе и в своем сердце ощущение и понимание того, что ботанический сад не простой парк, сквер или просто место отдыха и развлечения. Чтобы обыкновенные люди ощутили не только эмоциональное удовлетворение, но и эмоциональное желание получить знания о мире растений и мире живой природы, чтобы ботанический сад стал для обыкновенных людей источником радости от познания, источником, который будит в людях чувства и желание участвовать в изучении и сохранении мира живой природы.

Ботанические сады – удивительные и поистине уникальные творения человеческой цивилизации. За несколько столетий ботанические сады превратились из небольших монастырских огородов, а затем садов первых европейских университетов в настоящий научно-образовательный феномен. Ботанические сады совершенно неповторимым образом объединили в себе фундаментальные и прикладные исследования в области ботаники и огромного количества смежных наук, как естественнонаучного спектра, так и социально-общественного. Ботанические сады за несколько веков сумели объединиться в альянсы и сети на региональном, национальном и даже на глобальном уровне. Более 2500

ботанических садов по всему миру объединены в одну из самых грандиозных глобальных ботанических природоохранных общественных организаций – Международный совет ботанических садов по охране растений (BGCI). В настоящий момент согласно базе данных BGCI GardenSearch мировое сообщество ботанических садов сумело аккумулировать в своих живых коллекциях около 30% разнообразия видов мировой флоры (93% семейств сосудистых растений, 56% родов). Мировое сообщество ботанических садов координирует свою работу согласно целевым задачам уже второй редакции Глобальной стратегии сохранения растений, которая выполняется в рамках Конвенции по сохранению биоразнообразия. Ежегодно, согласно статистике BGCI, ботанические сады по всему миру посещают около 500 млн. человек. Цифры впечатляют! И мы понимаем, что помимо небольшой доли профессионалов, которые работают в природоохранной сфере или по различным направлениям естественнонаучных исследования это обыкновенные люди, которые приходят в ботанические сады по всему миру.

Итак, тысячи ботанических садов по всему миру, значительные коллекции, сотни миллионов людей, которые приходят в ботанические сады. И эти люди не только видят растения, а имеют возможность что-то узнать о мире растений и об их ценности для сохранения природы и самой жизни на Земле. Эти люди имеют возможность общения, как со специалистами, так и с миром живой природы в среде. Обучение и просвещение в среде – одно из самых инновационных и перспективных современных направлений, за которым будущее в методических подходах для организации образования и просвещения на базе ботанических садов. Так все-таки, что именно и как видят и что узнают люди в ботанических садах? Почему в ботанические сады не приходит больше людей, ведь на нашей планете людей миллиарды и их число продолжает расти?! Ведь прямо или косвенно именно обычные люди ответственны за сохранение живой природы, как важнейшей, а точнее единственной составляющей, которая может сохранить на Земле жизнь для будущих поколений. Понимание обычными людьми роли в этом именно сохранения биоразнообразия растений и растительных сообществ является ключевым. Специалистов ботаников, как и собственно ботанических садов никогда не будет достаточно для того, чтобы они смогли обособленно и самостоятельно сохранить растительное разнообразие и даже отдельные редкие и исчезающие растения. Для этого необходимо объединить усилия огромного количества людей всех социальных групп и организаций всех уровней. На этом пути роль ботанических садов неопределима! Ведь именно в ботанических садах, при правильном, грамотном и новаторском понимании и реализации проектов и стратегий на современном уровне можно достичь конкретных долговременных результатов в направлении интерпретации результатов научных исследований в области ботаники и охраны природы для образования и просвещения всех социальных групп населения и организаций всех уровней. Только в этом случае совместные усилия по сохранению мира растений и мира живой природы окажутся скоординированы и результативны. Только в этом случае мы сможем учесть все вызовы современного состояния природной среды и общества на фоне глобальных и региональных проблем связанных с сохранением биоразнообразия отдельных видов и природных сообществ.

Ботанический сад в новое время, какими должны оставаться традиции образования, просвещения, науки и, какими должны быть инновации? Каким должен быть ботанический сад на современном этапе? В течение более 15 последних лет Ботанический сад Тверского государственного университета, совместно с партнерами из многих ботанических садов разных стран мира занимается разработкой, обменом и внедрением новых методов и инструментов по интерпретации результатов научных исследований в ботанических садах для всех социальных групп населения и организаций всех уровней. При этом постоянный обмен знаниями и опытом между ботаническими садами на глобальном уровне, а также возможность взаимно проверить, адаптировать и улучшить

методы и подходы имеют решающее значение. На настоящем этапе Ботанический сад Тверского государственного университета уже выступает в качестве экспертной организации для разработки новых стратегий и проектных исследований для ботанических садов и природоохранных организаций в целом ряде регионов Российской Федерации, а также других стран.

Классическая фундаментальная и прикладная ботаническая наука, использование достижений современной науки в разных областях, разработка инновационных научных подходов в изучении и сохранении растений и растительных сообществ без сомнения были и останутся основой работы ботанических садов на современном этапе развития общества и окружающей среды. Но современные международные методики в деятельности ботанических садов однозначно направлены именно на разработку и реализацию стратегий и комплексных научно-социальных проектов для общественной пропаганды, образования и просвещения, для достижения эмоций и чувств людей, которые приходят в ботанические сады. Это одно из новых, но одновременно одно из самых важных направлений научных исследований в современном ботаническом саду, которое комплексно, меж-дисциплинарно и инновационно.

Мы готовы привести хотя бы некоторые основные положения сути общения Сада с людьми, которые мы вкладываем в основу особой методики, а скорее философии общения, образования и просвещения на базе ботанического сада и которые приобретают все более важное значение и для развития науки в ботанических садах:

- считайте и называйте людей, которые приходят в наши Сады не «посетителями», но «гостями»;

- разрабатывайте, используйте и применяйте особую систему планирования и зонирования территории Сада для создания камерности и уюта;

- организуйте сенсорные и интерактивные дисплеи и экспозиции;

- привлекайте местное сообщество к созданию коллекций и экспозиций в ботанических садах;

- используйте семейный принцип в работе с людьми, которые приходят в ботанический сад, в том числе, и это особенно важно, при формировании атмосферы на территории Сада;

- применяйте современные принципы работы в интернет среде и формируйте уникальный и понятный обычным людям «Культурный код» вашего Сада, который вписан в «Миссию Сада» обязательную для каждого ботанического сада на современном этапе;

- включайте в проектную деятельность Сада инициативы и инновации в области социального маркетинга всех уровней для разработки и реализации комплексных научно-образовательных социальных проектов;

- овладевайте методиками по разработке и реализации проектов и программ по интерпретации результатов научных исследований для образования и просвещения всех групп населения на основе инновационных эмоционально-чувственных методов.

Эти положения должны стать для ботанических садов, на современном этапе развития человеческого общества и экологической ситуации, одними из самых первостепенных! Мы убеждены, что эти положения во многом определяют стратегию будущего развития ботанических садов. Они определяют наш успех в достижении целей изучения и сохранения растений и мира живой природы, если мы действительно верим в этот успех и понимаем, как мы можем его достичь.

Мы верим в успех, мы прилагаем все усилия, чтобы наш Сад, стал ботаническим садом, в который наши гости приходят как в Сад Души!

ФИТОЭМБРИОНАЛЬНЫЙ СКРИНИНГ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ДОНБАССА

А.И. Сафонов

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», биологический факультет, г. Донецк
e-mail: andrey_safonov@mail.ru

Представлены данные индикационной значимости эмбриональных структур у представителей фитобиоты Донбасса. Предложены шкалы варьирования признаков строения растений, имеющих значение для проведения эколого-диагностических мероприятий в регионе.

Ключевые слова: фитоиндикация, экологический мониторинг, Донбасс, эмбриональные структуры, диагностика экотопов промышленного района

Введение

Жизненная стратегия растений в промышленном регионе реализуется в условиях совокупности индивидуальных видовых возможностей, локальных экологических режимов, фитоценологических барьеров и влияния мощного многовекторного антропогенного фактора. Такая разнонаправленность человеческого воздействия всеми способами вносит дисбаланс в существующие изучаемые природные системы. Если рассматривать стратегию индивидуальной реализации программы выживания растений [2; 8; 12], то пути противостояния человеческому вмешательству в экосистемы рассматриваются учеными с двух крайних позиций: 1) механическая трансформация экотопов и 2) совокупность факторов химического воздействия, которое часто объединено в общий процесс загрязнения [10; 13; 16; 17; 18; 20; 22].

В условиях старопромышленных регионов, к которым относится территория современного Донбасса, наблюдается одновременное влияние всех форм и путей воздействия человека на вещественно-энергетический баланс в естественных системах. И в таких обстоятельствах локально стабилизированные и характерные для конкретной геоточки растительные организмы на протяжении своей вегетации являются не только неостратегиями факторов стресса, но и уникальными природными диагностическими станциями, т.е. фитоиндикаторами [4; 5; 16-21]. Однако, фитоиндикационную значимость нужно доказать в сравнительном анализе системы "опыт – контроль", установить зависимость между регистрируемыми признаками состояния растительных организмов и факторами, формирующими дополнительные вмешательства в экосистемы. И только тогда фитоиндикационные показатели могут быть рекомендованы для использования в программах локального, факториального, импактного, регионального, государственного мониторинга и специфических сценариев проведения токсикологической оценки, квантификации, диагностики и экспертизы состояния экотопов [5; 17; 18; 21].

Из числа всех разнообразных характеристик по структурно-функциональной организации растительного организма в фитоэкологическом мониторинге наиболее стратегически значимыми являются показатели репродуктивной сферы [2; 5; 11; 14; 15; 19]. На основании классических представлений в научном направлении по эмбриологии растений [1; 6-8; 11; 15] развиваются и прикладные вопросы использования карполого-эмбриональных характеристик растений в программах фитомониторинга [2; 5; 9; 13; 20; 21], определения фитотоксичности природных сред и методов внедрения фитотесторов в диагностические программы [4; 10; 13; 16; 18; 22], изучения банка семенного материала в эдафическом компоненте [2; 14; 19; 21] и др. Следовательно, скрининговые технологии могут быть уместно использованы экологическими службами при проведении мониторинга окружающей среды в техногенно трансформированном регионе.

Цель работы – представить результаты индикационного фитоэмбрионального скрининга для использования данных в экологическом мониторинге экотопов Донецкого экономического промышленного узла.

Материал и методика исследования

Анализировали семенной материал *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip., *Tanacetum vulgare* L., *Reseda lutea* L. и *Plantago major* L., собранный в непосредственной близости от промышленных предприятий и на удаленных территориях для условного контроля: 1) Енакиевский металлургический завод, 2) Макеевский металлургический комбинат, 3) Донецкий металлургический завод, 4) Зуевская ТЭС, 5) Старобешевская ТЭС, 6) Енакиевский коксохимзавод, 7) Макеевский коксохимзавод, 8) буферная территория ООПТ Донецкий Кряж, 9) парк Ленинского комсомола, г. Донецк, 10) территория дендрария ГУ "Донецкий ботанический сад".

Для изучения структурных особенностей доступных элементов эмбрионального аппарата перечисленных видов растений использовали метод косо́го освещения. Для метрических исследований получали объем выборки не менее 300 повторностей по каждому показателю. Диапазон значения факторов подвергали процессу 10-балльного шкалообразования с дальнейшим проведением фитоиндикационного анализа.

Особенностью реализации активного варианта фитомониторинговых программ в этом блоке экспериментов является использование однородной выборки семенного материала, полученного из контрольной точки – пробной площади № 10 и пророщенного на всех указанных опытных участках – пробных площадках 1-7.

В предыдущих публикациях указаны некоторые параметры структурной организации растений в карполого-эмбриологическом аспекте [2; 4; 17], где отмечено, что в стабильных и естественных условиях произрастания видов-индикаторов матрикальность может иметь информативность об обеспеченности отдельных особей минеральными и органическими веществами, тогда как возрастающий показатель разнокачественности эмбрионального аппарата при токсической нагрузке имеет информативно-индикаторное значение. Особое место в матрикальной гетероспермии имеют симметрия и асимметрия в развитии растений, плодов и семян. Дисимметрический полиморфизм наблюдается в том случае, если качественно одинаковые объекты имеют различные формы дисимметрии. 10-балльная индикаторная шкала была сформирована по диапазону варьирования показателей коэффициента вариации, которые и указывали на значения индексов степени карполого-эмбриологической матрикальности.

Для установления причинной связи возникновения или стимулирования появления гетероструктурных элементов должен быть разработан определенный статистический или модельный аппарат. Для этого определяли следующие показатели:

1) $KPCi$ – частота встречаемости (ч. в.) пыльцевых зерен *C. intybus* с атипичным строением лакун;

2) $KKPRI$ – ч. в. четырехгранных пыльцевых зерен *R. lutea*;

3) $VsPPm$ – вариабельность скульптуры пыльцевых зерен *P. major*;

4) $VsPRI$ – вариабельность скульптуры пыльцевых зерен *R. lutea*;

5) $KDNECi$ – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *C. intybus*;

6) $KDNETi$ – ч. в. деформированного или несформированного зародыша

T. inodorum;

7) $KDNETv$ – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *T. vulgare*;

8) $KTrSCi$ – ч. в. тератологической синкотилии *C. intybus*;

9) $KTrSTi$ – ч. в. тератологической синкотилии *T. inodorum*;

10) $KTrSTv$ – ч. в. тератологической синкотилии *T. vulgare*;

11) $KTrShCi$ – ч. в. тератологической схизокотилии *C. intybus*;

12) $KTrShTi$ – ч. в. тератологической схизокотилии *T. inodorum*;

13) $KTrShTv$ – ч. в. тератологической схизокотилии *T. vulgare*.

Детально рассмотрены основные показатели карпо-эмбриогенеза индикаторных видов. В норме семянки *C. intybus*, *T. inodorum* и *T. vulgare* образуются из нижней завязи. Срастание плодолистиков с цветочной трубкой в этом случае настолько плотное, что на протяжении всего периода развития стенки плода нельзя провести четкую границу между перикарпом и цветочной трубкой. Из внешнего эндосперма (дву-трехклеточный слой) формируется плотный слой. Оболочки клеток этой ткани сравнительно более утолщенные. Между эндоспермом и остатками интегумента (одноклеточный прерывистый слой) образуется гиалиновая оболочка, покрытая кутикулой, которая, в свою очередь, представлена кутикулой нуцеллуса и кутикулой интегумента. При полном созревании плода внешние слои стенки не разрушаются и формируют гомогенное покрытие семянки.

Результаты и обсуждение

При установлении атипичной (существенно увеличенной) вариативности структур необходимо констатировать факт наличия диссимметричного полиморфизма, который может быть естественным и стимулировано-индуцированным в контрастных условиях антропогенно измененной среды. В зонах промышленного загрязнения для плодов и содержащихся в них семян *Cichorium intybus*, *Tripleurospermum inodorum* и *Tanacetum vulgare* установлены различные формы диссимметрии и высокий уровень диссимметричного полиморфизма эмбриональных структур. Комплексный показатель асимметрии плодов *C. intybus*, *T. inodorum* и *T. vulgare* часто связан со многими гистологическими трансформациями: диссимметричность проявляется при атипичном строении таких анатомических структур, как дерматоген, корневой чехлик, протодермальные образования разных сторон зародыша, где формируются разные по количеству клеток ткани (ярусность) вследствие гетеротенденциозных периклиналильных делений. Следовательно, при выяснении причин проявления матриальности, избыточной вариативности и возможности использования этого показателя в экологическом мониторинге промышленного региона, необходимы также данные о гистоструктурных преобразованиях эмбриональных аппаратов уже используемых индикаторных видов растений.

KPCi – частота встречаемости пыльцевых зерен *C. intybus* с атипичным строением лакун. При установленной норме квадратных и (или) 6-угольных лакун пыльцевых зерен тест-вида индексирование признака проведено по процентному соотношению пыльцевых зерен с атипичным строением ко всем зернам в количестве не меньше 300 шт. в совокупности разных полей зрения микроскопа. Форма лакун характеризуется настолько широким диапазоном варьирования, что обособить несколько модельных типов не представляется возможным: были зарегистрированы пыльцевые зерна *C. intybus* с эллиптическими лакунами на пробных площадках № 2, 4, 5 и 7; округлыми – № 1-4 и 7; с округлыми лакунами, которые имеют один угол или заострение (утолщение) – № 3, 4, 6 и 7; с округлыми лакунами, которые имеют два неспецифических заострения – № 1 и 3-5; с гантелеобразными лакунами – № пробных площадей 1, 4 и 7. Следовательно, была проанализирована частота встречаемости сборной фракции с атипичным строением лакун. Для этого показателя по признаку варьирования всей выборки предложена 10-балльная шкала (табл. 1) и индексированные значения этого критерия по предложенной шкале (табл. 2). Априори считали, что трансформация структурных показателей лакун пыльцевых зерен зависит от конкретного фактора или группы сопряженных по действию факторов. Максимальные значения показателя *KPCi* зарегистрированы на участках (табл. 2), характеризующихся большим загрязнением кадмия, синца и цинка.

KKPRI – ч. в. четырехгранных пыльцевых зерен *R. lutea*. В контрольных участках пыльцевые зерна *Reseda lutea* 3(4)-бороздно-оровые, почти шаровидные, с полюсов трехгранные или округло-треугольные, с экватора – широкоэллиптические. Эмпирически отмечено наличие четырехгранных пыльцевых зерен, по проценту которых проводили

индексирование этого атипичного структурного признака (табл. 1). Высокие значения индекса *KKPRI* были отмечены в точках металлургических и коксохимических заводов (табл. 2). Диапазон значений для шкалообразования варьирует от нуля до 17% встречаемости. Предположительно (по сопутствующему анализу запыленности), этот признак связан с высокой концентрацией крупных металлоидных частичек в воздухе и сопряжен со степенью механического нарушения почвенного покрова.

Таблица 1.

Шкала варьирования показателей эмбриональной структурной пластичности *Cichorium intybus* L., *Reseda lutea* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. и *Tanacetum vulgare* L.

№ интервала (индекс)	<i>KPCi</i> , %	<i>KKPRI</i> , %	<i>KDNECi</i> , %	<i>KDNETi</i> , %	<i>KDNETv</i> , %
1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
2	1,00-2,49	1,00-2,99	1,00-1,99	1,00-2,99	1,00-1,99
3	2,50-4,99	3,00-4,99	2,00-2,99	3,00-4,99	2,00-2,99
4	5,00-7,49	5,00-6,99	3,00-3,99	5,00-6,99	3,00-3,99
5	7,50-9,99	7,00-8,99	4,00-4,99	7,00-8,99	4,00-4,99
6	10,00-12,49	9,00-10,99	5,00-5,99	9,00-9,99	5,00-5,99
7	12,50-14,99	11,00-12,99	6,00-6,99	10,00-10,99	6,00-7,99
8	15,00-17,49	13,00-14,99	7,00-7,99	11,00-11,99	8,00-9,99
9	17,50-19,99	15,00-16,99	8,00-8,99	12,00-12,99	10,00-11,99
10	≥20,00	≥17,00	≥9,00	≥13,00	≥12,00

Примечание: *KPCi* – частота встречаемости (ч. в.) пыльцевых зерен *C. intybus* с атипичным строением лакун; *KKPRI* – ч. в. четырехгранных пыльцевых зерен *R. lutea*; *KDNECi* – ч.в. деформированного или несформированного зародыша *C. intybus*; *KDNETi* – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *T. inodorum*; *KDNETv* – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *T. vulgare*.

Таблица 2.

Индексированные показатели значений фитоиндикационных параметров

Пробная площадь	<i>KPCi</i>	<i>KKPRI</i>	<i>VsPPm</i>	<i>VsPRI</i>	<i>KDNECi</i>	<i>KDNETi</i>	<i>KDNETv</i>	<i>KTrSCi</i>	<i>KTrSTi</i>	<i>KTrSTv</i>	<i>KTrShCi</i>	<i>KTrShTi</i>	<i>KTrShTv</i>
1	10	9	2	2	10	10	10	10	10	10	6	6	6
2	7	10	2	2	10	10	10	10	10	10	5	5	5
3	8	10	3	3	10	10	10	10	10	10	6	6	6
4	4	4	2	2	7	7	7	6	6	6	4	4	4
5	4	3	2	2	5	5	5	6	6	6	10	10	10
6	6	8	2	2	6	6	6	8	8	8	4	4	4
7	6	9	10	10	6	6	6	9	9	9	4	4	4
8	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Примечание: *KPCi* – ч. в. пыльцевых зерен *C. intybus* с атипичным строением лакун; *KKPRI* – ч. в. четырехгранных пыльцевых зерен *R. lutea*; *VsPPm* – вариабельность скульптуры пыльцевых зерен *P. major*; *VsPRI* – вариабельность скульптуры пыльцевых зерен *R. lutea*; *KDNECi* – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *C. intybus*; *KDNETi* – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *T. inodorum*; *KDNETv* – ч. в. деформированного или несформированного зародыша *T. vulgare*; *KTrSCi* – ч. в. тератологической синкотилии *C. intybus*; *KTrSTi* – ч. в. тератологической синкотилии *T. inodorum*; *KTrSTv* – ч. в. тератологической синкотилии *T. vulgare*; *KTrShCi* ч. в. тератологической схизокотилии *C. intybus*; *KTrShTi* – ч. в. тератологической схизокотилии *T. inodorum*; *KTrShTv* – ч. в. тератологической схизокотилии *T. vulgare*.

VsPPm – вариабельность скульптуры пыльцевых зерен *P. major* – пример характеристики перехода из качественных параметров в количественные. Скульптура пыльцевых зерен *Plantago major* мелкогорбчатая, в норме горбики образуют на поверхности зерна сетчатый рисунок, текстура – мелкоточечная, покров волнистый, по толщине даже превышает расположенные глубже слои. Установлены значительные вариации строения скульптуры, или покровной орнаментации, пыльцевых зерен. Индексирование (табл. 2) и шкалообразование проводили по подсчету совокупности признаков, которые считали отклонением от нормы: почти гладкая скульптура, гранулированная, пятнистая, гладко-гранулированная, гранулированная с сосочками, сетчатая с сосочкам и гранулировано-сетчатая скульптура пыльцевого зерна. Высокие значения этого показателя зарегистрированы в пробной площадке № 7 (Макеевский коксохимический завод) в локалитете с высоким содержанием никеля в корнеобитаемом слое почвы.

VsPRI – вариабельность скульптуры пыльцевых зерен *R. lutea* – изначально качественный параметр, индексированный в количественную величину. Скульптура пыльцевых зерен этого вида в норме мелкосетчатая, ячейки тонкостенные, глубокие, округлые. На опытных участках территорий промышленных и энергетических предприятиях Донецкого экономического узла отмечена существенная вариабельность скульптуры пыльцевых зерен. Индексирование (табл. 2) проводили, как и в случае с *P. major*, однако наиболее встречаемыми атипичными признаками скульптуры пыльцевых зерен этого вида считали следующие: гранулированная скульптура с сосочками, пятнисто-сетчатая, сетчатая с сосочками, сосочковидная с гладкими участками, червеобразная, червеобразно-гранулированная, пятнистая, сетчатая с гранулированными участками, сетчатая скульптура с игловидными (игольчатыми) выростами – как начальный признак эхинолофатности. Высокие значения этого признака зарегистрированы у особей, произрастающих в локалитете никелевого загрязнения пробной площадки Макеевского коксохимического завода.

Следовательно, между последними двумя признаками существует эпигенетическая связь металлогенных трансформации растительного организма. Для понимания механизма таких изменения факт нуждается в проверке на молекулярном уровне химико-структурных особенностей поверхности пыльцевого зерна для представленных и других тест-индикаторов по палинологическому эксперименту.

KDNECi – частота встречаемости деформированного или несформированного зародыша *C. intybus*; *KDNETi* – *T. inodorum*; *KDNETv* – *T. vulgare*. Один признак для трех видов-индикаторов, систематически близких для дальнейшего альтернативного взаимоисключения при проведении мониторингового скрининга. При анализе гистоструктурных особенностей обращали внимание на степень дифференциации зародыша, его сформированность и четкость проявления при окрашивании. В зрелом зародыше растений контрольных мест произрастания дифференцировали две центральных клетки, которые находятся в непосредственной близости с элементами периферы. Центральная плерома отслаивает инициали прокамбия (перицикла). Корневой чехлик и дерматоген формируются из одного и того же инициального слоя клеток – дерматокалиптрогена. По диапазонам варьирования шкалы для этих трех видов в одинаковых экотопах отличаются (табл. 1), однако если проводить индексирование (табл. 2), то значения параметров совпадают. Важным для мониторинга является установленный факт, что максимальные значения этого параметра встречаются у растений промышленных экотопов с высокими концентрациями ртути в почвенном горизонте. Однако, на промышленных предприятиях наблюдается и суммарное высокое полиметаллическое загрязнение. Проблема установления сравнительного экологического значения в разных аспектах преобразования структур зародыша (проблема иерархичности структур и факторов) является наименее разработанной в экологической эмбриологии [7]. Особенности организации зародышей имеют разные адаптивные значения, на основании

идентификации которых можно дифференцировать более-менее информативные показатели о состоянии среды. Структура эта функционально уязвима и особо чувствительна к меняющимся неблагоприятным условиям.

KTrSCi – частота встречаемости тератологической синкотилии *C. intybus*; *KTrSTi* – *T. inodorum*; *KTrSTv* – *T. vulgare*. Синкотилия – явление срастания семядолей в процессе эмбриогенеза путем объединения их инициалей. Тератологической в данной серии экспериментов она (в том числе гемисинкотилия) названа как нетипичная для исследуемых видов в нормальных условиях произрастания. Для шкалообразования (табл. 3) и индексирования (табл. 2) использовали процентное соотношение тератологических семенных аппаратов к нормальным. Эксперимент с использованием трех видов с одним признаком и расчета для каждого вида отдельной шкалы также позволяет констатировать совпадение индексов варьирования в локальных пробных площадях. На основании полученных данных установлено, что процессы образования деформированного или несформированного зародыша и синкотилии структурно и функционально сопряжены, – зависимы от высокого уровня загрязнения, – в первую очередь ртутного. Этот вопрос требует дальнейшего анализа, поскольку влияние синкотилии на развитие зародыша изучается главным образом на тератологических формах уже на стадии проростка.

Таблица 3.

Шкала варьирования показателей эмбриональной структурной пластичности *Cichorium intybus* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. и *Tanacetum vulgare* L.

№ интервала (индекс)	<i>KTrSCi</i> , %	<i>KTrSTi</i> , %	<i>KTrSTv</i> , %	<i>KTrShCi</i> , %	<i>KTrShTi</i> , %	<i>KTrShTv</i> , %
1	<1,00	<1,00	<1,00	<2,00	<2,00	<1,00
2	1,00-2,49	1,00-1,99	1,00-1,99	2,00-3,99	2,00-3,99	1,00-2,49
3	2,50-3,99	2,00-2,99	2,00-2,99	4,00-5,99	4,00-5,99	2,50-4,99
4	4,00-5,49	3,00-3,99	3,00-3,99	6,00-7,99	6,00-7,99	5,00-7,49
5	5,50-6,99	4,00-4,99	4,00-4,99	8,00-9,99	8,00-9,99	7,50-9,99
6	7,00-8,49	5,00-5,99	5,00-5,99	10,00-14,99	10,00-12,99	10,00-12,49
7	8,50-9,99	6,00-6,99	6,00-7,99	15,00-19,99	13,00-15,99	12,50-14,99
8	10,00-11,49	7,00-7,99	8,00-9,99	20,00-24,99	16,00-18,99	15,00-17,49
9	11,50-12,99	8,00-8,99	10,00-11,99	25,00-29,99	19,00-21,99	17,50-19,99
10	≥13,00	≥9,00	≥12,00	≥30,00	≥22,00	≥20,00

Примечание: *KTrSCi* – ч. в. тератологической синкотилии *C. intybus*; *KTrSTi* – ч. в. тератологической синкотилии *T. inodorum*; *KTrSTv* – ч. в. тератологической синкотилии *T. vulgare*; *KTrShCi* ч. в. тератологической схизокотилии *C. intybus*; *KTrShTi* – ч. в. тератологической схизокотилии *T. inodorum*; *KTrShTv* – ч. в. тератологической схизокотилии *T. vulgare*.

KTrShCi – частота встречаемости тератологической схизокотилии *C. intybus*; *KTrShTi* – *T. inodorum*; *KTrShTv* – *T. vulgare*. Синкотилия – явление разделение семядолей в процессе их развития на более, чем две (для двудольных). Морфологически нами отмечены (для зон промышленного воздействия) поликотилия, гемитетракотилия, гемитрикотилия. В случае анализа этого признака установлено, что в контрольных зонах с минимальным промышленным воздействием процент семенного материала с тератологической схизокотилией значительно меньше, чем в участках экстремальных воздействий. Важно отметить, что диапазон частот тератологической схизокотилии значительно выше, по сравнению с синкотилией, однако наблюдается и значительная межвидовая вариабельность. Использование шкал, учитывающих ступенчатость частот встречаемости этого признака в общей выборке семенного материала, указывает на возможность альтернативного использования одного из видов растений (в случае отсутствия других), что имеет значение при проведении мониторингового скрининга.

Локалитет с высоким уровнем свинцового загрязнения (пробная площадка № 5 – Сткробешевская ТЭС) позволяет выделить ведущую роль этого элемента в трансформации структурных показателей растительного организма по тератологическому проявлению рассечения семядолей как деградатогенного, но имеющего значение в диагностике и экологической экспертизе. Следует иметь ввиду, что тератологические проростки схизокотильной формы практически всегда являются нежизнеспособными. В таком случае семенной материал малопродуктивный в целом, однако, играет высокую диагностическую роль в скрининговых программах региона.

Выводы

Гетерогенность условий формирования растений, пластичных по своей природе, приводит к паратипической изменчивости семян и плодов в целом, что стимулирует проявление гетеро(карпо)спермии, которая и является информативным показателем степени механической трансформации и загрязнения среды.

Эмбриональные структуры растений формируют информативное пространство, которое при использовании в фитоиндикационном мониторинге имеет диагностические характеристики.

Несмотря на сложные экотоксикологические условия в системе общей трансформации среды Донецкого экономического региона, растительные организмы этих специфических экотопов подтверждают факт всюдности биосферных элементов, продолжают выполнять многочисленные функции автотрофного блока экосистем, представляют собой уникальный фитокомплекс реализаций генетических программ и природно-эстетических целевых особенностей антропогенно напряженной степной континентальной территории Европы.

Список литературы

1. *Макрушин Н.М.* Основы гетеросперматологии. М.: Агропромиздат, 1989. 287 с.
2. *Сафонов А.И., Глухов А.З.* Скрининг элементов диссеминации фитоиндикаторов техногенных нагрузок на эдафотопы Донбасса // Материалы Междунар. конф., посвященной 90-летию со дня основания заповедника "Хомутовская степь". Донецк: "Ноулидж", Донецкое отделение, 2016. С. 55–57.
3. *Сафонов А.И., Захаренкова Н.С.* Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2016. № 1–2. Р. 18–24.
4. *Сафонов А.И.* Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2016. № 3–4. С. 23–29.
5. *Сафонов А.И.* Экологический фитомониторинг в Донбассе / А. И. Сафонов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов XI Международной научной конференции (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.) / ДонНТУ, ДонНУ. Донецк: ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону: Изд. ЮФУ, 2017. С. 4–7.
6. *Эмбриология* цветковых растений. Терминология и концепции / Под ред. Т. Б. Батыгиной. – Генеративные органы цветка. Санкт-Петербург: Мир и семья, 1994. Т. 1. 320 с.
7. *Эмбриология* цветковых растений. Терминология и концепции / Под ред. Т. Б. Батыгиной. – Семя. Санкт-Петербург: Мир и семья, 1997. Т. 2. 823 с.
8. *Эмбриология* цветковых растений. Терминология и концепции / Под ред. Т. Б. Батыгиной. – Системы репродукции. Санкт-Петербург: Мир и семья, 2000. Т. 3. 640 с.
9. *Christensen S.W., Brandt C.C.* Importance of data management in a long-term biological monitoring program // Environmental Management. 2011. № 47. Р. 1112–1124.
10. *Cruz J.M., Lopes P.R.M., Montagnolli R.N., Tamada I.S.* Phytotoxicity of Soil Contaminated with Petroleum Derivatives and Biodiesel // Ecotoxicology. Environmental. Contamination. 2013; Vol. 8, № 1. Р. 49–54.
11. *Flowering plant embryology* / N.R. Lersten. Iowa: Blackwell Publishing. 2004. 552 p.

12. *Gibson D.J.* Grasses and Grassland Ecology. Oxford, New York: Oxford University Press, 2009. 306 p.
13. *Iqbal M.* Vicia faba bioassay for environmental toxicity monitoring: a review // *Chemosphere*. 2016; Vol. 144. P. 785–802.
14. *Klimkowska A., Bekker R.* Species trait shifts in vegetation and soil seed bank during fen degradation // *Plant Ecology*. 2010. № 206. P. 59–82.
15. *Mandak B., Travnicek P., Pastova L., Korinkova D.* Is hybridization involved in the evolution of the *Chenopodium album* aggregate? An analysis based on chromosome counts and genome size estimation // *Flora*. 2012; Vol. 207. P. 530–540.
16. *Parmar T.K., Rawtani D., Agrawal Y.K.* Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution // *Frontiers in Life Science*. 2016. Vol. 9, № 2. P. 110–118.
17. *Safonov A.I.* New diagnostic criteria of complex phytoindication for approbation in Donbass // *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2008. Vol. 8, № 1. P. 91–96.
18. *Safonov A.I.* Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2013. Vol. 13, № 1. P. 52–59.
19. *Safonov A.I.* Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass // *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2010. Vol. 10, №1. P. 92–97.
20. *Safonov A.I.* Approbation of ecosystem standardization criteria according to phytoindication component // *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2012. Vol. 12, № 1. P. 108–114.
21. *Safonov A.I.* Phytoindicational monitoring in Donetsk // *A science. Thought: Scientific journal*. – 2016. № 4. P. 58–70.
22. *Ventura-Camargo B.C., Angelis D.F., Marin-Morales M.A.* Assessment of the cytotoxic, genotoxic and mutagenic effects of the commercial black dye in *Allium cepa* cells before and after bacterial biodegradation treatment // *Chemosphere*. 2016. Vol. 161. P. 325–332.

PHYTO-EMBRYONIC SCREENING IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF DONBASS

A.I. Safonov

Donetsk National University
e-mail: andrey_safonov@mail.ru

The data of the indicator significance of embryonic structures in representatives of the phytobiota of Donbass have been presented. Scales of variation in the characteristics of the plants structure that are important for ecological and diagnostic measures in the region have been proposed.

Keywords: phytoindication, ecological monitoring, Donbass, embryonic structures, diagnostics of ecotopes in the industrial region.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ И СЕЛЕНОСОДЕРЖАЩЕГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНДИАМИНДИАНТАРНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ШПИНАТА

Н.П. Христоева, Т.И. Смирнова, О.В. Шилова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия,
кафедра агрохимии и земледелия, Тверь

e-mail: natali50693@yandex.ru

В полевом мелкоделяночном опыте исследовано влияние селеносодержащего хелата на основе этилендиаминдиантарной кислоты (Se-ЭДДЯК) и традиционного селенового микроудобрения Na_2SeO_3 на урожайность зеленой массы *Spinacea oleracea* L. и накопление селена в листьях. Обнаружено, что Se-ЭДДЯК является более активным биостимулятором по сравнению с Na_2SeO_3 . Использование хелата в качестве микроудобрения увеличивает зеленую массу шпината на 14-44% и содержание селена в листьях в 4 раза.

Ключевые слова: селен, этилендиаминдиантарная кислота, хелат, шпинат.

Введение

Начиная с последней четверти прошедшего века в наиболее развитых странах мира особое внимание уделяют производству и потреблению группы овощей, объединенных под условным названием «зелено-желтые (или желто-зеленые)», к числу которых относится большинство зеленных культур [1]. Многочисленные научные исследования доказали важнейшую роль овощей зелено-желтой группы в поддержании высокого жизненного тонуса организма человека и снижении риска возникновения множества различных заболеваний. Это объясняется не только высоким содержанием в зелено-желтых овощах каротиноидов и каротина, но и в значительной степени – присутствием зеленых пигментов: хлорофилла *a* и хлорофилла *b*, обладающих иммуномодулирующим действием и значительной антиоксидантной активностью. Антиоксидантную активность в живых организмах обнаруживают и другие биоорганические и бионеорганические соединения, среди которых особое место занимают селеносодержащие вещества [2].

Селен относится к числу микроэлементов-неметаллов с уникальными биологическими функциями, важнейшей из которых является антиоксидантная. Селен поддерживает нормальное функционирование не только антиоксидантной, но и детоксицирующей, и иммунной систем организма. В составе живых организмов существует целый ряд селеносодержащих и селенозависимых ферментов: глутатионпероксидаза, глицинредуктаза, формилдегидрогеназа, деиодиназы и др. Недостаток селена в продуктах питания является одной из причин более 30 заболеваний человека и сельскохозяйственных животных: сердечно-сосудистых, онкологических, поражений печени, иммунодефицита и др. [3]. Метаболизм селена в организме человека тесно связан с метаболизмом другого важнейшего микроэлемента – йода. На фоне недостатка селена оказывается неэффективным лечение заболеваний щитовидной железы препаратами, содержащими йод. Физиологическая суточная потребность организма взрослого человека в селене составляет 60–70 мкг при верхнем допустимом уровне 250 мкг. Как глубокий дефицит рассматривается поступление селена < 20 мкг/сут. Среди растительных продуктов питания основными источниками селена служат зеленные овощи, грибы, продукция из зерна злаковых культур. В Тверской области, относящейся к числу селено- и йододефицитных регионов, весьма актуальной является задача обогащения сельскохозяйственной продукции селеном. Кроме того, селен необходим и для нормального роста и развития самим растениям.

С целью выяснения действия соединений селена (селенита натрия Na_2SO_3 – традиционного селенового микроудобрения и селеносодержащего комплексоната на основе этилендиаминдиантарной кислоты Se-ЭДДЯК) на продуктивность шпината и обогащение зеленой продукции селеном на разных фонах питания, на экспериментальном участке кафедры агрохимии и земледелия в 2016 г. был поставлен полевой мелкоделяночный опыт.

Материалы и методика

В качестве опытного растения был использован шпинат – культура, которую в средней полосе можно выращивать в несколько сроков посева. Шпинат огородный (*Spinacea oleracea* L.) – род травянистых растений семейства Амарантовые (Amaranthaceae), в современной классификации помещается в подсемейство Маревые (Chenopodioideae).

В фазе хозяйственной годности образует прикорневую розетку листьев, а затем прямостоячий стебель высотой 50-90 см. Первые настоящие листья образуются на 4-11-й день после появления всходов. Расположение листьев у шпината очередное, но первые 4-6 листьев появляются не последовательно, а парами (аналогично растениям с супротивным расположением листьев). При дальнейшем росте стебля подобное расположение нарушается и листья располагаются по спирали. При переходе к активному росту цветоносного стебля качество листьев розетки ухудшается, они становятся грубыми, нижние, вследствие начинающегося естественного отмирания, желтеют и засыхают.

Шпинат – растение перекрестно-опыляющееся, раздельнополое, чаще двудомное. У большинства сортов развиваются женские и мужские растения соотношении, но у некоторых сортов имеются и однодомные формы. Женские экземпляры обычно более облиственные, к стеблеванию переходят позднее, чем мужские, период вегетации у них продолжительнее. Цветение всех растений начинается на 15–35-й день (зависит как от сортовых особенностей, так и почвенных и климатических условий). При этом мужские растения обычно зацветают раньше женских. Женские цветки сидят в пазухах листьев в виде клубочков или на небольших цветоножках. Они могут оплодотворяться сразу же после появления у них рыльца и сохраняют эту способность до двух недель. Пыльниковые мужские цветки с четырехлистным околоплодником и четырьмя тычинками, собранные в конусовидно-метельчатое соцветие, последовательно созревают, вздуваются, желтеют, растрескиваются и высыпают мелкую летучую пыльцу, которая легко переносится ветром. Плод – орешек округлой формы, гладкий или с колючими выростами.

Шпинат – холодостойкое и морозоустойчивое растение, в фазе розетки листьев переносит краткосрочные заморозки $-6...-8^\circ\text{C}$, иногда до -12°C . Отдельные сорта в районах с мягкой зимой хорошо перезимовывают в открытом грунте. Поэтому для шпината пригодны озимые и подзимние сроки сева. Семена шпината прорастают при температуре $+3...+4^\circ\text{C}$, но дружные всходы появляются при $+8...+10^\circ\text{C}$. Оптимальная температура для роста и развития растений $+15...+18^\circ\text{C}$. Высокая температура (выше $+20^\circ\text{C}$) способствует преждевременному появлению у растений стеблей. Ускоряют начало стеблевания также низкие температуры почвы в сочетании с длинным днем.

Растение шпината требовательно к влаге в почве, при недостатке ее продуктивность снижается, листья грубеют и быстро образуется стебель. Растение длинного дня. Летом быстро переходит в фазу стеблевания. Наиболее благоприятен световой день длительностью 12–15 ч. Шпинат устойчив против недостаточного освещения. В местах, слегка затененных от солнца, формирует листья лучшего качества.

Шпинат требователен к плодородию почвы. Дает хороший урожай на всех видах почв, кроме кислых. Однако лучше растет на высокоплодородных хорошо увлажненных почвах с нейтральной реакцией (рН 6–6,5). Предпочитает почвы, заправленные преимущественно перегноем или компостом, азотными удобрениями на фоне фосфорных и калийных. Несмотря на это, внесение навоза свежего или только азотных удобрений способствует увеличению урожая, но вкусовые качества ухудшаются и повышается содержание нитратов.

На опыте возделывался шпинат сорта «Виктория» (норма высева составила 1,5 г/м²), характеристика которого приведена ниже.

Шпинат «Виктория»: позднеспелый (19–37 дней от полных всходов до уборки урожая) сорт. Розетка прижатая, компактная, мелкая, диаметром 14–19 см. Листья горизонтально расположенные. Пластинка листа толстая, округлая, с ровным краем, длиной 8–10 см, шириной 6,5–7 см, черешок толстый, короткий – 3,4–4,7 см, поверхность сильно пузырчатая или гофрировано-пузырчатая, цвет голубовато-темно-зеленый. Масса одного растения – 25–28 г. Урожайность 2,6–3,5 кг/м². Хорошо растет на плодородных, хорошо обеспеченных влагой некислых почвах. Посев – в апреле-мае, под зиму – в ноябре. Посев производят на глубину 2–3 см по схеме 8x20 см. Уход включает прореживание на расстояние 8 см между растениями в фазе 2-х настоящих листьев, регулярные поливы и прополки.

В поставленном опыте исследовали влияние хелатированного и нехелатированного селена на растения шпината на разных фонах питания: без применения макроудобрений и с применением в качестве органического удобрения агрогумата калия. Агрогуматы обладают пролонгированным действием, значительной физиологической активностью. Внесение гуматов в почву интенсифицирует деятельность разных групп микроорганизмов, с которыми тесно связана мобилизация питательных веществ почвы и превращение потенциального плодородия в эффективное.

В проведенном опыте применяли гранулированный торфяной мелиорант «Агрогумат калия», получаемый путем глубокой физико-химической переработки торфа с использованием гидроксида калия.

При выборе дозы агрогумата руководствовались рекомендациями отечественных ученых, которые предлагают 700 кг/га агрогумата достаточной для обеспечения растений необходимым количеством элементов питания.

Селеносодержащий комплекс этилендиаминдиантарной кислоты (Se-ЭДДЯК) был синтезирован на кафедре агрохимии и земледелия Тверской ГСХА и предоставлен для проведения эксперимента в форме сухого мелкокристаллического порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде при комнатной температуре. Определенная графически по данным рН-потенциометрического титрования устойчивость комплекса Se-ЭДДЯК: $\lg\beta = 5,2 \pm 0,2$. Этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК) относится к числу наиболее безопасных экологическом плане комплексонов [4-7].

Семена шпината перед посевом были замочены в течение 24 часов в растворах селеносодержащего комплекса Se-ЭДДЯК, и взятых для сравнения растворах селенита натрия (Na₂SeO₃) и ЭДДЯК с концентрацией $1,26 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Концентрация селеносодержащих растворов составляла 0,0005% (в пересчете на элементарный селен). Контролем служили семена, замоченные в H₂O_{dest}.

В начале мая был проведен посев обработанных семян в открытый грунт. Площадь каждой делянки 2 м², расположение делянок рандомизированное, повторность четырехкратная. После появления третьего настоящего листа растения двукратно опрыскивали исследуемыми растворами с концентрацией $1,26 \cdot 10^{-5}$ моль/л в объеме 100 мл/м² (с интервалом в 3 недели).

Уход за посевами шпината включал: прополку и своевременное прореживание. На опыте пестициды не применялись. При уборке зеленой массы были отобраны образцы листьев шпината для определения содержания в них селена. Содержание селена определяли после озоления навесок флюориметрическим методом (флюориметр «Флюорат-3»)

Результаты исследований

Данные эксперимента, позволяющие оценить воздействие испытуемых соединений на изменение урожайности шпината, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние соединений селена на зеленую массу шпината, выращенного с применением и без применения агрогумата, кг/м², 2016 г.

Вариант	Зеленая масса, кг/м ²	Прибавка к контролю, кг/м ²
Контроль (опрыскивание растений H ₂ O _{dest})	2,20	-
Опрыскивание растений раствором Na ₂ SeO ₃	2,48	0,28
Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	2,40	0,20
Опрыскивание растений раствором Se-ЭДДЯК	2,51	0,31
Агрогумат калия и опрыскивание растений H ₂ O _{dest}	2,57	0,37
Агрогумат калия и опрыскивание растений раствором Na ₂ SeO ₃	2,87	0,67
Агрогумат калия и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	2,75	0,55
Агрогумат калия и опрыскивание растений раствором Se-ЭДДЯК	3,20	1,00
НСП ₀₅ кг/м ²	0,059	-

Растворы использованных соединений, характеризующиеся очень низкой концентрацией, вызвали ощутимую прибавку зеленой массы шпината. Однако обнаруженная разница между вариантами с обработкой селенитом натрия и хелатированной формой селена оказалась небольшой (< 1,5 %). На делянках, удобренных агрогуматом, разница между вариантами опыта уже весьма значительна. Селеносодержащий комплекс показал эффект почти на 20 % больший по сравнению с нехелатированной формой селена. Это же соединение оказалось практически в 2 раза лучшим источником селена для опытного растения (Таблица 2).

Таблица 2.

Влияние внекорневой обработки на содержание селена в листьях шпината, мкг/100 г сырой массы

№ п/п	Действующее вещество раствора для обработки	Содержание селена в листьях
1.	H ₂ O _{dst}	26 ± 2
2.	Na ₂ SeO ₃	53 ± 4
5.	ЭДДЯК	19 ± 2
6.	Se-ЭДДЯК	100±3

Следовательно, селен в составе хелатных селеносодержащих комплексов оказываются для растений более доступным по сравнению с селеном неорганических соединений. Селен, образующий в живых организмах органические антиоксиданты, в растениях еще и стимулирует биосинтез иных веществ, не содержащих в своем составе селена, но выполняющих в числе прочих и антиоксидантную функцию. К их числу относятся аскорбиновая кислота, флавоноиды и фотосинтетические пигменты.

Закключение

На основании выполненного эксперимента можно сделать вывод о перспективности дальнейших исследований хелатных соединений селена на основе комплексонов, производных дикарбоновых кислот, как источников этого микроэлемента для культивируемых растений и восполнения дефицита селена в овощах, растительном сырье и получаемых из него продуктах питания.

Литература

1. Кононков П.Ф., Бунин М.С., Кононкова С.Н. Новые овощные растения. М: Нива России. 1992, 112 с.
2. Ермаков В.В. // Вестник отделения наук о Земле РАН. 2004. № 1 (22). С. 2 – 14.
3. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука. 2008. 544 с.
4. Мартыненко Л.И., Кузьмина Н.П. О влиянии комплексонов на биосферу./ Химия комплексонов и их применение. Калинин, КГУ: 1986. С. 3 – 20.
5. Островская Л.К. Комплексоны и комплексоны металлов и их значение для питания растений металлами-микроэлементами. // Физиология и биохимия культ. растений. 1986. 18, №6, С. 591 – 603.
6. Горелов И.П., Никольский В.М., Мухометзянов А.Г. и др. Комплексоны, производные дикарбоновых кислот // Химия в сельском хозяйстве. 1987. 25, № 1. С. 48 – 49.
7. Светогоров Ю.Е., Смирнова Т.И, Халяпина Я.М., Беляева И.А.// Физиология и биохимия культ. растений. 2011. 43, №5, С. 392 – 396.

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF SODIUM SELENITE AND SELENITE CONTAINING COMPLEX ON THE BASIS OF ETHYLENEDIAMINEDISUCCINIC ACID IN THE CULTIVATION OF SPINACH

N.P. Khristoyeva, T.I. Smirnova, O.V. Shilova

In small field experienthe influence of selenium-containing chelate-based ethylenediaminetetra acid (Se-EDDS) and traditional selenium micronutrient Na_2SeO_3 on the productivity of green mass of *Spinacea oleracea L.* and accumulation of selenium in leaves. Discovered that Se-EDDS is more active biostimulant in comparsion with Na_2SeO_3 .The use of the chelate as a micronutrient increases green mass of spinach in 14-44% and the content of selenium in the leaves 4 times.

Keywords: selenium, ethylenediaminedisuccinic acid, chelate, spinach.

УДК: 58.035.2:635.24 (470.331)

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ТОПИНАМБУРА (*HELIANTHUS TUBEROSUS L.*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОТОПЕРИОДИЗМА И УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ РФ

З.И.Усанова^{1,2}, М.Н.Павлов^{1,2}

¹Тверская государственная сельскохозяйственная академия, кафедра технологии производства, переработки и хранения продукции растениеводства

²Тверской государственной университет, НОЦ «Ботанический сад ТвГУ»
e-mail: rasteniievodstvo@mail.ru, maxnipav@gmail.com

Приведены результаты 3-х летних исследований по изучению влияния фотопериодизма на продуктивность разных по скороспелости сортов топинамбура (Скороспелка и Интерес) на двух фонах минерального питания (без удобрения и расчетная доза NPK на урожайность 40 т/га клубней с соответствующим количеством ботвы). Рассматривали два срока (на 10-й и на 20-й день после всходов) и четыре продолжительности искусственного затенения – в течение 10, 20, 30 и 40

дней, а также контроль (естественный световой день). Показано, что в условиях ЦРНЗ РФ наиболее сильно реагирует на сокращение светового дня позднеспелый сорт Интерес, который ускоряет развитие на 43-52 дня, обеспечивает получение в среднем 0,22 шт. семян на растение и более высокий рост клубневой продуктивности с гектара (10,8 – 17,9 %). Сорт Скороспелка слабее реагирует на затенение, ускоряя развитие на 4-10 дней, формируя до 2,00 семян на растения, прибавки урожая клубней не превышают 5,6–8,5 %.

Ключевые слова: топинамбур, сорта, фотопериодизм, удобрение, развитие, габитус, продуктивность, урожайность.

Введение

В улучшение продовольственной безопасности и снижение загрязненности окружающей среды существенный вклад может внести топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) как высокопродуктивная экологически пластичная культура многостороннего использования с ценным химическим составом надземных и подземных органов [6, 8, 22]. Она служит сырьем для получения диетических продуктов питания, а также инулина и других биологически активных веществ, высококачественных кормов для животных, биотоплива [6,8,16]. Относится к клубнеплодам. В благоприятных условиях обеспечивает урожаи до 70 – 100 т/га сырой или до 20 – 30 т/га сухой фитомассы [11]. Может применяться в декоративном садоводстве [6, 22].

Топинамбур считается отличным рекультиватором выведенных из сельскохозяйственного оборота земель при добыче угля, нефти, бывших карьеров, полигонов и свалок, характеризуется устойчивостью к экотоксикантам и способностью сохранения окружающей среды от загрязнения тяжелыми металлами и другими поллютантами, является действенным биологическим защитником [6]. Доказано, что растение не реагирует отрицательно на выращивание его на дерново – подзолистой почве, загрязненной до 1 и 3 х ПДК азотной кислотой и уксуснокислым свинцом, до 1 х ПДК серной кислотой и хлористым калием. При этом не снижается качество урожая и не ухудшаются агрохимические показатели почвы [12, 13].

Топинамбур является инвазивным видом. Занесен в черную книгу РФ и Тверской области, в связи с чем необходим тщательный контроль за его выращиванием, мониторинг особенностей расселения [1, 2], а также освобождение поля от нежелательной поросли. Для этого существуют различные приемы, такие как скашивание растений в "критический период"; подкашивание в разные сроки вегетации с последующей перепашкой; проведение химической прополки с использованием гербицидов. З.И. Усанова и С.С. Скворцов в условиях Тверской области разработали комбинированный способ, обеспечивающий полное искоренение поросли [15].

В повышении клубневой продуктивности и качества урожая большая роль принадлежит сорту и удобрению, которые должны соответствовать природно – климатическим условиям конкретного региона. Всего известно более 300 сортов топинамбура. Пять сортов (Скороспелка, Интерес, Омский белый, Пасько и Солнечный) занесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [3]. Для средней полосы РФ наиболее приемлем раннеспелый сорт клубневого направления Скороспелка (авторы Устименко - Бакумовский Г.В., Усанова З.И.), а для южных регионов – позднеспелый сорт Интерес (автор Пасько Н.М.). Последний так же относится к клубневым сортам, но в более северных условиях может выращиваться на силос [8]. Для повышения клубневой продуктивности, технологичности, качества продукции требуется создание новых сортов, в большей степени удовлетворяющих требованиям промышленной переработки. В селекции топинамбура с использованием более позднеспелых родительских форм используется искусственное сокращение светового дня, ускоряющее развитие растений, способствующее инициации цветения [4]. Это доказано З.И.Усановой (1964), Г.В.Устименко-Бакумовским (1972) [9, 15]. Фотопериодизм используется при этом как один из важнейших факторов регуляции роста и развития [17]. В исследованиях ряда зарубежных авторов, выявлено, что у

растений земляной груши длинный день способствует ускорению развития надземной массы, а короткий – клубней и соцветий [21].

Цель – изучить влияние искусственного сокращения светового дня на рост, развитие и продуктивность разных по скороспелости сортов топинамбура (Скороспелка и Интерес) при изменении фона минерального питания

Материал и методика

Исследования проводили в 2014-2016 гг. в многофакторном полевом опыте на опытном поле Тверской ГСХА.

Агрохимическая характеристика почвы: дерново - среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватой почве на морене, легкосуглинистая по гранулометрическому составу с содержанием (в среднем за 3 года): гумуса – 1,41% (по Тюрину), N л.г.– 68,1 мг/кг (по Корнфилду), P₂O₅ – 309,0 и K₂O – 76,2 мг/кг (по Кирсанову), рН_{сол.} – 5,13.

Схема опыта: Фактор А – Фон минерального питания: А₁ – по эффективному плодородию (без удобрения), А₂ – расчетная доза NPK на урожайность: 40 т/га клубни с соответствующим количеством ботвы; Фактор В - Сорт: В₁ – Скороспелка. В₂. – Интерес; Фактор С – сокращение фотопериода (режим – с 17 до 7 часов). Срок: 1 - на 10-й день после всходов; 2 - на 20-й день после всходов. Продолжительность: 1 - контроль (без затенения); 2-10 дней; 3-20 дней; 4-30 дней, 5-40 дней. Площадь делянки третьего порядка - 22,68 м², второго - 45,36 м², первого - 90,72 м². Повторность - трехкратная. Способ затенения: связывание 5-7 верхних листьев над точкой роста [4].

Исследования проводили по существующим современным методикам. Фенологические наблюдения, определение высоты и числа листьев, а также учет урожая проводили по методике З.И.Усановой [10], статистическую обработку - методом дисперсионного анализа [5]. Показатели фотосинтетической деятельности растений (в сроки - образование столонов, "бутон на ножке", перед уборкой): площадь листьев агроценоза в тыс. м² /га, ФПП (фотосинтетический потенциал агроценоза (посева) в тыс.м² х сутки/га, ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза), К_{хоз} (коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза) – выполнили по методике И.С. Шатилова, М.К. Каюмова [20], З.И.Усановой [10]. Фотосинтезирующие пигменты в растениях определяли в ацетоновой вытяжке на спектрофотометре СФ-56 [18]. Дозы удобрений под запланированные урожаи рассчитывали балансовым методом [10].

Изучали качество урожая: в клубнях – содержание фруктанов спектрофотометрическим методом (инулина в водном экстракте при λ=513 нм, фруктозы в водно-спиртовом экстракте при λ= 486 нм [7]); в клубнях, стеблях и листьях: сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), нитратов (ГОСТ 29270-95, ГОСТ 13496.19-93).

Посадка производилась вручную на глубину 8 – 10 см в предварительно нарезанные гребни по схеме 70 х 45 см клубнями средней фракции (30 – 50 г). Густота стояния составила 31,75 тыс. раст./га. Срок посадки: - 1-я декада октября 2013, 2014 и 2015 г. Уход за посадками в весенне – летний период состоял из 2-х междурядных рыхлений и окучивания (КОН-2,8 ПМ). Вносили минеральные удобрения: хлористый калий - KCl (60 % действующего вещества) - осенью, перед нарезкой гребней, аммиачную селитру - NH₄NO₃(34 % д.в.), диаммофоску (N₉P₂₅K₂₅) – весной, под первую обработку междурядий. Расчетные дозы NPK составили (в среднем за 3 года) – N₂₈₆P₁₉₇K₄₀₅.

Погодные условия в годы исследований были неодинаковы: 2014 г. отличался жаркой сухой погодой, 2015 – по обеспеченности теплом и влагой был близок к среднемноголетним показателям, 2016 – был теплым и влажным. Гидротермический коэффициент (ГТК по Селянинову) за вегетацию в 2014, 2015, 2016 гг. составил соответственно 1,08; 1,13; 1,53 (при норме 1,46), а суммарное водопотребление (W) 467, 585, 569 мм продуктивной влаги.

Результаты исследований

Особенности роста и развития топинамбура. Для изучения влияния фотопериодизма на развитие и образование семян топинамбура большое значение имеет установление сроков наступления фенологических фаз [10, 14]. Нами выявлено, что режим светового дня, удобрения, сорт и агрометеорологические условия года исследований оказывают неодинаковое влияние на данный показатель. Так, всходы у сортов Скороспелка и Интерес появились одновременно вне зависимости от удобрения: в 2014 г. - 20 мая, 2015 г. - 27 мая, 2016 г. - 25 мая. Бутонизация (начало фазы), в зависимости от фона минерального питания и фотопериода наступила у сорта Скороспелка в 2014 году – 8 – 14 июля, в 2015 году - 8 – 18 июля, в 2016 году – 7 - 9 июля; у сорта Интерес - в 2014 году – 28 июля – 11 сентября, в 2015 году - 28 июля – 16 сентября, в 2016 году – 20 июля – 17 сентября.

Раннеспелый сорт Скороспелка слабее реагирует на сокращение длины дня, чем позднеспелый - Интерес. Так, при более продолжительном затенении растения этого сорта ускоряли развитие на 10 дней в 2014 - 2015 гг., на 4 дня – в 2016 г. При этом цветение и отцветание растений всех вариантов наблюдалось также и при естественной длине дня. Позднеспелый сорт ускоряет развитие растений, максимум, на 43 дня – в 2014, 48 дней – 2015, 52 дня – в 2016 году. У данного сорта только на укороченном дне и при наиболее позднем и продолжительном затенении наблюдалось цветение во все годы, а отцветание и созревание семян - в 2015 и 2016 гг.

Ускорение развития топинамбура при искусственном затенении способствует получению всхожих семян как у раннеспелого, так и позднеспелого сорта. Сорт Скороспелка формирует больше семян на растении, чем сорт Интерес. Повышение фона минерального питания для сорта Скороспелка не является обязательным приемом увеличения семенной продуктивности, а для сорта Интерес гарантирует получение семян при благоприятных погодных условиях.

Дефицит влаги или недостаточное количество тепла в период цветения, оплодотворения и налива не позволяет получать спелые семена у обоих сортов. В условиях ЦРНЗ РФ наиболее оптимальным способом повышения семенной продуктивности у сорта Скороспелка является затенение растений на 20-й день от всходов в течение 10 дней (до 1,63 шт./растение) при выращивании на фоне естественного плодородия почвы и (более затратный) на 10-й день в течение 30 и 40 дней (до 2,00 шт./растение) – на том же фоне.

Для сорта Интерес необходимо выращивание на удобренном фоне и искусственное сокращение светового дня до 10 часов на 20-й день после всходов в течение 40 дней, что обеспечивает получение семян до 0,22 шт./растение.

Удобрение и фотопериодизм оказывают неодинаковое влияние на рост и развитие растений разных сортов, не изменяя существенно их габитус. Выращивание на удобренном фоне увеличивает высоту растений у сорта Интерес на 24,6 см, у сорта Скороспелка на 3,5 см, мало влияет на листообеспеченность стебля. Сокращение светового дня до 10 часов при большей продолжительности затенения (30 – 40 дней) оказывает тормозящее действие на рост растений и снижает высоту к уборке у сорта Скороспелка, в большей мере, на неудобренном фоне (на 10,0 – 11,8 см), у сорта Интерес на удобренном (на 21,8 – 32,7 см).

Фотосинтетическая деятельность растений топинамбура. Обеспеченность растений элементами минерального питания (NPK) и изменение режима фотопериода оказывают существенное влияние на фотосинтетические параметры агроценоза (таблица 1).

Таблица 1.

Показатели фотосинтетической деятельности топинамбура, среднее за 3 года

Вариант		ФПП, тыс. м ² × сутки/га		ЧПФ, г/м ² × сутки		К _{хоз}	
срок, после всходов	продолжительност ь	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
Сорт «Скороспелка»							
На 10-й день	Контроль	1931,7	2857,1	7,3	5,9	0,49	0,51
	10 дней	1754,0	4197,3	7,0	4,4	0,53	0,51
	20 дней	1524,2	3788,0	8,3	4,8	0,55	0,49
	30 дней	1918,8	3583,1	7,2	4,7	0,51	0,53
На 20-й день	Контроль	1900,9	2988,9	6,7	5,9	0,53	0,48
	10 дней	1706,6	3491,5	6,7	4,8	0,52	0,48
	20 дней	1993,0	2974,4	6,7	6,8	0,57	0,47
	30 дней	1570,6	3413,3	7,3	4,3	0,55	0,50
среднее по сорту		1787,5	3411,7	7,1	5,2	0,53	0,50
Сорт «Интерес»							
На 10-й день	Контроль	1317,3	3650,6	10,2	6,2	0,26	0,26
	10 дней	1922,3	2472,1	6,5	6,8	0,28	0,27
	20 дней	1771,7	3918,1	8,0	5,5	0,27	0,28
	30 дней	1664,4	3145,4	9,2	6,2	0,25	0,25
На 20-й день	Контроль	1337,0	3656,6	10,3	6,1	0,25	0,26
	10 дней	1700,4	3018,4	8,5	7,3	0,25	0,29
	20 дней	2076,1	3285,2	8,2	6,1	0,24	0,24
	30 дней	1329,8	3273,5	10,8	5,6	0,29	0,26
среднее по сорту		1639,9	3302,5	9,0	6,2	0,26	0,26
среднее по фону		1713,7	3357,1	8,1	5,7	0,40	0,38

Примечание: фон 1 – без удобрения, фон 2 - расчетная доза NPK.

Фотосинтетический потенциал посева (ФПП) представляет собой интегрированный показатель роста площади листьев агроценоза по периодам вегетации [10]. Нами выявлено, что благоприятные годы (2016) удобрения позволяют сортам сформировать мощный ФПП – до 4,7 – 5,9 млн. м² × сутки / га. В среднем за 3 года на естественном для региона световом дне на фоне с внесением расчетных доз NPK ФПП достигает величины у сорта Скороспелка 2,42, у сорта Интерес 3,65 млн. м² × сутки / га. При удобрении повышается ФПП, в среднем, в 1,9 (Скороспелка) – 2,0 (Интерес) раза. Влияние фотопериодизма находится под взаимодействием факторов: на удобренном фоне у сорта Скороспелка сокращение светового дня, как правило, снижает величину ФПП, а на удобренном – повышает его, у сорта Интерес, наоборот, на удобренном – повышает, а на удобренном снижает мощность ФПП в силу генетических особенностей сорта.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) находится в прямой зависимости от урожая сухой фитомассы и в обратной от ФПП и определяется как количество сухой фитомассы в граммах, синтезируемое 1 м² листовой поверхности в сутки. Зависит от агротехнических и агрометеорологических факторов, биологических особенностей культуры и сорта, изменяется в течение вегетации [10, 11]. Исследования показали, что ЧПФ у сортов топинамбура снижается при усилении фона минерального питания (на 1,9 – 2,4 г/м² × сутки) вследствие роста ФПП. Некоторое преимущество по этому показателю имеет сорт Интерес за счет формирования большего урожая ботвы. Сокращение фотопериода способствует существенному увеличению ЧПФ у сорта Скороспелка при 20-дневном затенении на 10-й (без удобрения) и на 20-й (расчетная доза NPK) день после

всходов в связи с увеличением урожая сухой фитомассы, у сорта Интерес – только на удобренном фоне при 10-дневном затенении на 20-й день после всходов в результате уменьшения ФП агроценоза.

Важным показателем при оценке клубневой продуктивности является коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{\text{хоз}}$), или уборочный индекс (УИ). Он показывает, какая доля накопленного в процессе фотосинтеза органического вещества идет на формирование хозяйственно более ценных органов растения (для топинамбура – клубней) [10, 11]. Нами выявлено, что у сорта Скороспелка большая часть ассимилянтов направляется именно в клубни, поэтому он отличается более высоким $K_{\text{хоз}}$, чем Интерес, у которого большая их часть идет на формирование листостебельной массы. У обоих сортов в сухие годы величина $K_{\text{хоз}}$ выше, чем в более влажные. Удобрение практически не изменяет $K_{\text{хоз}}$ в засушливые годы у сорта Скороспелка и повышает его у сорта Интерес. В более влажные годы у обоих сортов $K_{\text{хоз}}$, как правило, снижается. Сокращение светового дня улучшает направленность продукционного процесса у сорта Скороспелка на неудобренном фоне при 20-и дневном затенении на 20-й день после всходов, у сорта Интерес на неудобренном фоне при 30-и дневном - на 20-й день, а на удобренном при 20-и дневном - на 10-й день и 10-и дневном - на 20-й день после всходов.

Важнейшим физиологическим показателем, характеризующим онтогенетические, возрастные и генетические особенности растений, а также их реакцию на условия произрастания, является количественное содержание фотосинтезирующих пигментов (хлорофиллов А и В, каротиноидов) в листьях [18]. Исследованиями выявлено, что топинамбур наибольшее количество хлорофиллов (А+В) в листьях накапливает в более влажные годы (2015 и 2016). При этом оно составляет в середине вегетации: 200,38 и 234,84, в конце – 182,36 и 166,04 мг/100 г. Большим количеством пигментов в листьях, в среднем по срокам определения (198,6 мг/100 г.), отличается сорт Интерес. Выращивание топинамбура в вариантах с затенением стабильно увеличивает содержание хлорофиллов (А + В) в 2014 г. во 2-ой срок определения (17 июля), в 2015 г. в 1-й срок (10 июня), в 2016 г. также в 1 срок определения (4 июля). В другие сроки это влияние нестабильно.

Урожайность, структура и качество урожая топинамбура. Конечная продуктивность агроценозов топинамбура оценивается по сбору с гектара зеленой массы (ботвы) и клубней. Оба этих показателя представляют производственную ценность, так как имеют хозяйственное значение [11,14]. Нами выявлено, что сорт Интерес на удобренном фоне незначительно (на 4,3 – 4,8 %) превосходит сорт Скороспелка по общему сбору сырой биомассы (таблица 2). У раннеспелого сорта в урожае преобладают клубни (60 %), у позднеспелого – зеленая масса (66 – 69 %). Удобрение увеличивает урожайность топинамбура обоих сортов: у сорта Скороспелка урожай ботвы на 46,6 %, клубней на 44,8 %, у сорта Интерес – урожай ботвы на 52,1 %, клубней на 34,4 %. Сорт Интерес сильнее реагирует на затенение, чем Скороспелка. У него максимальные прибавки урожая клубней достигнуты: на неудобренном фоне – при 30-и дневном затенении на 10-й день, 20-и и 30-и дневном на 20-й день от всходов (2,0-2,3 т/га, 10,8-12,6 %), на удобренном - при 20-и дневном на 10-й день (3,3 т/га, 13,3 %) и 10-и дневном на 20-й (4,4 т/га, 17,9 %). На неудобренном фоне во всех случаях, а также на удобренном – при первом сроке затенения повышение продуктивности достигается, в основном, за счет более мощного ФПП, а на удобренном – при затенении на 20-й день – за счет роста ЧПФ.

У сорта Скороспелка прибавки урожая ниже. Они получены на неудобном фоне при 20-и дневном (2,6 т/га - 8,5 %), а на удобренном - при 30-и дневном затенении на 10-й день после всходов (2,5 т/га, 5,6 %). Рост урожайности объясняется в первом случае повышением ЧПФ, во втором – мощности ФПП.

Таблица 2.

Урожайность топинамбура, т/га, среднее за 3 года

Вариант		Ботва		Клубни		Ботва + клубни, т/га		Ботва + клубни, %	
срок, после всходов	продолжитель- ность	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2	фон 1	фон 2
Сорт «Скороспелка»									
На 10-й день	Контроль	20,9	30,3	30,3	44,7	51,2	75,0	100,0	100,0
	10 дней	18,6	29,9	26,9	44,7	45,5	74,6	88,9	99,5
	20 дней	19,2	29,2	32,9	41,7	52,0	70,8	101,6	94,5
	30 дней	20,3	29,2	32,4	47,2	52,7	76,4	102,8	101,9
На 20-й день	Контроль	20,2	30,0	31,7	45,0	51,9	75,0	100,0	100,0
	10 дней	16,8	28,0	26,4	44,4	43,2	72,4	83,3	96,6
	20 дней	18,4	30,5	29,4	46,6	47,8	77,1	92,1	102,9
	30 дней	18,9	26,8	32,0	39,4	50,9	66,2	98,1	88,3
среднее по сорту		19,2	29,2	30,2	44,2	49,4	73,4		
Сорт «Интерес»									
На 10-й день	Контроль	35,0	54,8	18,1	24,6	53,1	79,4	100,0	100,0
	10 дней	31,3	47,1	18,0	21,5	49,3	68,6	92,8	86,4
	20 дней	36,0	63,2	19,2	27,9	55,2	91,1	103,8	114,7
	30 дней	38,4	53,1	20,4	22,9	58,8	76,0	110,6	95,7
На 20-й день	Контроль	36,0	53,2	18,5	24,7	54,5	77,8	100,0	100,0
	10 дней	35,1	56,4	18,1	29,1	53,3	85,5	97,7	109,8
	20 дней	36,9	51,5	20,5	21,2	57,4	72,8	105,2	93,5
	30 дней	36,9	48,6	20,8	21,6	57,7	70,1	105,7	90,1
среднее по сорту		35,7	53,5	19,2	24,2	54,9	77,7		
среднее по фону		27,4	41,4	24,7	34,2	52,2	75,6		
НСР ₀₅ по фону		2,2		1,9		3,9			
НСР ₀₅ по сорту		1,3		0,9		1,9			
НСР ₀₅ по сроку		0,6		0,6		1,0			
НСР ₀₅ по продолжительности		0,7		0,7		1,1			

Примечание: фон 1 – без удобрения, фон 2 - расчетная доза NPK.

Для развития промышленного производства инулина из топинамбура, а также кормов для животных важно знать качество урожая и выход питательных веществ с гектара посадок. В среднем по фонам, в клубнях сорта Скороспелка содержалось 67,7 %, сорта Интерес 73,4 % фруктанов (инулин + фруктоза) на абсолютно – сухое вещество, а на удобренном фоне соответственно 82,2 и 79,1 %. Клубни сорта Скороспелка более богаты протеином (7,8 – 1 фон, 14,2 % - 2 фон), чем у сорта Интерес (7,5 и 10,2 %).

Раннеспелый сорт значительно превосходит позднеспелый по выходу с гектара инулина и сухих веществ с урожаем клубней (рисунок 1). По качеству ботвы (листьев и стеблей) позднеспелый сорт имеет лучшие показатели, поэтому более предпочтителен для выращивания на кормовые цели.

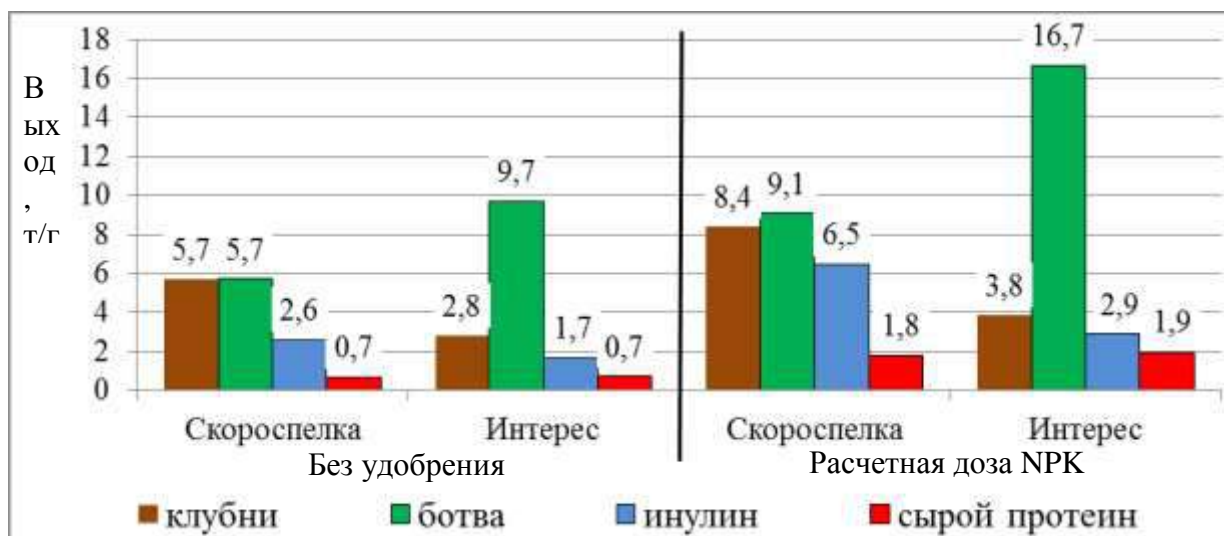


Рисунок 1. Выход абсолютно сухого вещества с ботвой и клубнями, а также инулина с клубнями и сырого протеина с общей биомассой, среднее за 2015 – 2016 гг., т/га

Удобрение повышает выход сухого вещества, инулина и сырого протеина с гектара посадок, но увеличивает содержание нитратов как в ботве (до 268,5 мг/кг), так и в клубнях (до 38,3 мг/кг), но их количество не превышало временные допустимые уровни ВДУ (500 – для ботвы и 250 мг/кг – для клубней), что подтверждает возможность получения экологически безопасной продукции топинамбура.

Выводы

Таким образом, при искусственном сокращении длины светового дня раннеспелый сорт (Скороспелка) ускоряет развитие на 4-10 дней, позднеспелый (Интерес) на 43 – 52 дня. Растения формируют полноценные семена: в среднем до 2,00 шт./раст. (Скороспелка) и 0,22 шт./раст. (Интерес), снижают при этом темпы роста в высоту.

Наиболее оптимальными способами получения полноценных семян являются: у сорта Скороспелка - затенение растений на 20-й день после всходов в течение 10 дней (менее трудозатратный) и на 10-й день в течение 30 и 40 дней на фоне эффективного плодородия почвы, у сорта Интерес - на 20-й день после всходов в течение 40 дней при выращивании на удобренном фоне.

Внесение расчетных доз удобрений на урожай 40 т/га клубней с соответствующим количеством ботвы повышает у сорта Скороспелка общий сбор сырой фитомассы на 45,3 %, клубней на 44,8 %, ботвы на 46,6 %, у сорта Интерес – соответственно на 46,1; 34,4 и 52,1 %.

Выращивание сорта Скороспелка на укороченном дне достоверно повышает урожайность клубней на неудобренном фоне при 20-и дневном затенении на 10-й день после всходов (на 8,5 %) за счет повышения ЧПФ, а на удобренном - при 30-и дневном затенении на 10-й день после всходов (на 5,6 %) за счет создания более мощного ФП агроценоза.

Сорт Интерес сильнее реагирует на сокращение фотопериода и обеспечивает прибавки урожая клубней в большинстве вариантов на неудобренном фоне на 10,8 – 12,6 %, на удобренном – на 13,3 – 17,9 % в основном за счет роста ФПП.

Список литературы

1. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А.* Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 292 с.
2. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.* Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 504 с.
4. *Давыдович С.С.* Земляная груша. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1957. 93 с.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
6. *Зеленков В.Н., Романова Н. Г.* Топинамбур: агробιολογический портрет и перспективы инновационного применения. М., 2012. 161 с.
7. *Коренман И.М.* Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. М. Химия, 1975. С.205.
8. *Кочнев Н.К., Калинин М.В.* Топинамбур биоэнергетическая культура XXI века. М., 2002. 76 с.
9. *Усанова, З.И.* Агробиологические особенности земляной груши в южных районах Нечерноземной полосы: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09. М.: МСХА, 1964. 16 с.
10. *Усанова З.И.* Методика выполнения научных исследований по растениеводству / Учебное пособие. Тверь: Тверская ГСХА, 2015. 143 с.
11. *Усанова З.И., Байбакова Ю.В.* Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение: монография. Тверь: «АгросфераА» Тверская ГСХА, 2009. 159 с.
12. *Усанова З.И., Павлов М.Н.* Продуктивность топинамбура при выращивании его на техногенно загрязненных почвах // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17107>
13. *Усанова З.И., Павлов М.Н.* Реакция растений топинамбура на различные экотоксиканты. Вестник ТвГУ. Серия: Биология и экология, 2015. № 3. С. 53 - 68.
14. *Павлов М.Н.* Семенная и клубневая продуктивность сортов топинамбура в зависимости от фона минерального питания и фотопериодизма в условиях ЦРНЗ РФ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 М. Н. Павлов. - М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. 21 с.
15. *Скворцов С.С.* Приемы выращивания и борьбы с порослью топинамбура: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09. Тверь, 2004. 129 с.
16. *Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С. и др.* Топинамбур - уникальное растительное сырье // Пищевая промышленность. 2015. № 8. С. 16 – 20.
17. *Тараканов И.Г.* Фотопериодизм сельскохозяйственных растений // Известия ТСХА. 2014. № 2. С. 57–68.
18. *Третьяков Н.Н., Паничкин Л.А., Кондратьев М.Н. и др.* Практикум по физиологии растений. Под ред. Н. Н. Третьякова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: КолосС, 2003. 288 с.
19. *Устименко-Бакумовский Г.В.* Биологические основы культуры топинамбура в Европейской части СССР: автореф. дис. докт. с.-х наук. М.: 1972. 33 с.
20. *Шатилов И.С., Каюмов М.К.* Постановка опытов и проведение исследований по программированию урожая полевых культур. М.: ВАСХНИЛ, 1978. 66 с.
21. *Paungbut D., Jogloy S., Vorasoot N., Patanothai A.* Growth and phenology of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) // Pak. J. Bot. - 2015. - № 47(6) - P. 2207-2214.
22. *Stanley J. K., Stephen F. N.* Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: *Helianthus tuberosus* L. London; New York, 2007. 496 p.

**THE PRODUCTIVITY OF CULTIVARS OF JERUSALEM ARTICHOKE
(*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) DEPENDING ON THE PHOTOPERIODISM AND
FERTILIZER IN TERMS CRS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Usanova Z.I., Pavlov M.N.

There are results of 3-year studies on the influence of photoperiodism on the productivity of different ripening varieties of Jerusalem artichoke (Skorospelka and Interest) on two backgrounds of mineral nutrition (without fertilizers, and the estimated dose of NPK on the yield of 40 t/ha of tubers with the respective amount of tops). Considered the two terms (on the 10th and 20th day after germination) and four duration artificial shading – for 10, 20, 30 and 40 days, and control (natural daylight). It is shown that in conditions of CRS of the Russian Federation most strongly responds to the reduction in daylight

hours, late-maturing cultivar of Interest, which accelerates the development of 43 – 52 day provides an average of 0.22 units of seeds per plant and higher productivity growth of tuber per hectare (10.8 and 17.9 percent). Grade Skorospelka weaker reacts to shading, accelerating the development of 4-10 days, forming to 2.00 seeds for plants, raise a crop of tubers did not exceed 5,6–8,5 %.

Keywords: Topinambour, Helianthus tuberosus L, jerusalem artichoke, cultivar, photoperiodism, fertilizer, growth, habit, productivity, crop.

УДК: 58.035.2:635.24 (470.331)

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДИЗМА И УДОБРЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ УРОЖАЯ КЛУБНЕЙ И КОЭФФИЦИЕНТ РАЗМНОЖЕНИЯ СОРТОВ ТОПИНАМБУРА В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ РФ

З.И.Усанова¹, М.Н.Павлов^{1,2}

¹Тверская государственная сельскохозяйственная академия, кафедра технологии производства, переработки и хранения продукции растениеводства

²Тверской государственной университет, НОЦ «Ботанический сад ТвГУ»
e-mail: rastenievodstvo@mail.ru, maxnipav@gmail.com

В четырехфакторном полевом опыте изучена возможность использования фотопериодизма и удобрения для повышения клубневой продуктивности и коэффициента размножения разных по скороспелости сортов топинамбура (Скороспелка и Интерес). Рассмотрены два срока (на 10-й и на 20-й день после всходов) и четыре продолжительности искусственного затенения: – в течение 10, 20, 30, 40 дней, а также контроль (естественный световой день), два фона минерального питания (без удобрения и расчетная доза NPK на урожайность 40 т/га клубней с соответствующим количеством ботвы). Показано, что сокращение длины дня повышает клубневую продуктивность у сорта Скороспелка на удобренном фоне при 30-дневном затенении на 20-й день, на удобренном - на 10-й день после всходов, а у сорта Интерес - на удобренном фоне при 30-дневном затенении на 20-й день после всходов, на удобренном - при 20-и дневном затенении на 10-й день и 10-дневном на 20-й день после всходов. Наибольшим коэффициентом размножения (32) отличается сорт Интерес за счет формирования большего количества, но мелких клубней (19 – 26 г). У сорта Скороспелка показатель меньше (25) за счет увеличения крупности клубней (45 – 59 г). Удобрение увеличивает массу и крупность клубней у обоих сортов к концу вегетации, но существенно не повышает коэффициент размножения.

Ключевые слова: топинамбур, сорта, фотопериодизм, удобрение, коэффициент размножения, продуктивность, урожайность.

Введение

Ценным сырьем для получения функциональных продуктов питания, лечебно – профилактических препаратов, кормов для животных, биотоплива является топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) - высокопродуктивная, экологически пластичная, устойчивая к загрязнению почв культура, источник биологически активных веществ, в частности - инулина [4, 6, 8, 11, 12, 16, 22].

В настоящее время среди пяти сортов (Скороспелка, Интерес, Омский белый, Пасько и Солнечный), занесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [3] наибольшее распространение в России получили Скороспелка и Интерес, продукция которых более широко применяется для промышленной переработки. Они различаются по скороспелости и клубневой продуктивности в разных агроэкологических условиях [4, 6]. Сорта Омский белый, Пасько и Солнечный являются новыми [3] и на данный момент практически не используются в хозяйствах. Для ускоренного внедрения в производство региона нового сорта важно увеличение скорости его размножения. Этого можно добиться как путем повышения урожая, так и снижения норм посадки. Повышение эффективности внедрения

новых сортов в производство требует поиска новых способов увеличения клубневой продуктивности и коэффициента размножения [6]. Перспективным в этом плане может стать использование фотопериодизма и удобрений.

Фотопериодизм – реакция растения на суточный ритм освещения (соотношение длины дня и ночи – фотопериоды), сопровождающаяся изменением их роста, развития и продуктивности. Служит приспособлением к условиям существования и является одним из важнейших факторов регуляции жизнедеятельности организмов [10, 17]. Топинамбур относится к короткодневным растениям, в связи с чем способен ускорять развитие и повышать продуктивность при сокращении фотопериода [4, 9, 12, 17].

Удобрения, по данным ряда авторов [3, 6, 7, 11, 12], оказывают значительное положительное влияние на продуктивность топинамбура, в том числе на урожайность клубней. При этом реакция на них зависит от погодных условий, сорта и региона возделывания.

В связи с этим нами была поставлена *цель* – изучить влияние фотопериодизма и фона минерального питания на клубневую продуктивность и коэффициент размножения сортов топинамбура Скороспелка и Интерес в 2 периода развития растений (середина и конец вегетации).

Материал и методика

Исследования проводили в 2014 - 2016 гг. в многофакторном полевом опыте на опытном поле Тверской ГСХА.

Агрохимическая характеристика почвы: дерново - среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватой почве на морене, легкосуглинистая по гранулометрическому составу с содержанием (в среднем за 3 года): гумуса – 1,41% (по Тюрину), N л.г.– 68,1 мг/кг (по Корнфилду), P₂O₅ – 309,0 и K₂O – 76,2 мг/кг (по Кирсанову), рН_{кол.} – 5,13.

Схема опыта: Фактор А – Фон минерального питания: А₁ – по эффективному плодородию (без удобрения), А₂ – расчетная доза NPK на урожайность: 40 т/га клубни с соответствующим количеством ботвы; Фактор В – Сорт: В₁ – Скороспелка. В₂ – Интерес; Фактор С – сокращение фотопериода (режим — с 17 до 7 часов). Срок: 1 - на 10-й день после всходов; 2 - на 20-й день после всходов. Продолжительность: 1 - контроль (без затенения); 2 - 10 дней; 3 - 20 дней; 4 - 30 дней, 5 – 40 дней. Площадь делянки третьего порядка - 22,68 м², второго - 45,36 м², первого - 90,72 м². Повторность - трехкратная. Способ затенения: связывание 5-7 верхних листьев над точкой роста [4].

Исследования проводили по современным методикам. Фенологические наблюдения, учет урожая и числа клубней проводили по методике З.И.Усановой [10], коэффициент размножения – по среднему числу клубней на 1 растение [14], статистическую обработку – методом дисперсионного анализа [5]. Дозы удобрений под запланированные урожаи рассчитывали балансовым методом [10].

Посадка производилась вручную на глубину 8 – 10 см в предварительно нарезанные гребни по схеме 70 x 45 см клубнями средней фракции (30 – 50 г). Густота стояния составила 31,75 тыс. раст./га. Срок посадки: - 1-я декада октября 2013, 2014 и 2015 г. Уход за посадками в весенне – летний период состоял из 2-х междурядных рыхлений и окучивания (КОН-2,8 ПМ). Минеральные удобрения вносили в виде хлористого калия - KCl (60 % действующего вещества) осенью, перед нарезкой гребней, аммиачной селитры - NH₄NO₃ (34 % д.в.), диаммофоски (N₉P₂₅K₂₅) – весной, под первую обработку междурядий. Расчетные дозы NPK составили в среднем (в среднем за 3 года) – N₂₈₆P₁₉₇K₄₀₅.

Погодные условия в годы исследований были неодинаковы: 2014 г. отличался жаркой сухой погодой, 2015 – по обеспеченности теплом и влагой был близок к среднесреднегодным показателям, 2016 – был теплым и влажным. Гидротермический коэффициент (ГТК по Селянинову) за вегетацию в 2014, 2015, 2016 гг. составил

соответственно 1,08; 1,13; 1,53 (при норме 1,46), а суммарное водопотребление (W) 467, 585, 569 мм продуктивной влаги.

Результаты исследований

Накопление урожая клубней. При использовании продукции топинамбура на продовольственные цели важно выявить динамику накопления и структуру урожая клубней, чтобы определить роль отдельных факторов в их формировании, а также возможность более ранней уборки. Нами изучено влияние фотопериодизма и удобрений на массу, число и размер клубней сортов Скороспелка и Интерес в 2 периода: середина вегетации топинамбура в условиях ЦРНЗ РФ - перед началом цветения растений сорта Скороспелка (фаза «бутон на ножке») или фаза «стеблевание» у сорта Интерес, а также в конце вегетации - перед учетом урожая (таблицы 1 и 2).

Таблица 1.

Накопление урожая клубней сорта Скороспелка, среднее за 2014 - 2016 гг.

Вариант затенения		Масса клубней				Средняя масса клубня, г	
срок	продолжительность	середина вегетации		конец вегетации		середина вегетации	конец вегетации
		г/раст	т/га	г/раст	т/га		
Без удобрения							
На 10-й день после всходов	Контроль	47,2	1,5	953,6	30,3	5,1	38,2
	10 дней	40,3	1,3	846,7	26,9	4,4	47,4
	20 дней	30,3	1,0	1035,2	32,9	3,8	51,5
	30 дней	43,5	1,4	1019,3	32,4	5,0	45,6
На 20-й день после всходов	Контроль	46,2	1,5	998,3	31,7	3,9	44,5
	10 дней	36,9	1,2	830,3	26,4	4,4	35,0
	20 дней	30,6	1,0	927,1	29,4	3,7	60,5
	30 дней	55,9	1,8	1008,1	32,0	5,7	38,3
Ср. по фону		41,4	1,3	952,3	30,2	4,5	45,1
Расчетная доза NPK							
На 10-й день после всходов	Контроль	33,2	1,1	1406,0	44,6	3,8	48,3
	10 дней	33,6	1,1	1404,6	44,6	4,3	62,8
	20 дней	39,8	1,3	1309,9	41,6	4,4	52,6
	30 дней	43,1	1,4	1485,0	47,1	5,3	52,4
На 20-й день после всходов	Контроль	37,0	1,2	1416,8	45,0	4,0	49,5
	10 дней	38,6	1,2	1397,7	44,4	3,7	63,9
	20 дней	36,9	1,2	1467,9	46,6	4,3	76,4
	30 дней	25,7	0,8	1239,4	39,3	3,5	63,1
Ср. по фону		36,0	1,1	1390,9	44,2	4,2	58,6
Ср. по сорту		38,7	1,2	1171,6	37,2	4,3	51,9

Выявлено, что в первый срок (25 – 29 июля) во все годы сорт Интерес превосходил сорт Скороспелка по массе клубней на одно растение и на гектар, а также по массе 1 клубня на неудобренном и удобренном фонах соответственно на 59,9 и 78,0 г/растение; 1,9 и 2,5 т/га; 1,2 и 1,9 г (среднее за 3 года).

Во второй срок (21–27 сентября), наоборот, сорт Интерес уступал сорту Скороспелка по массе, урожайности и средней массе одного клубня на I и II фонах соответственно на 348,4 и 629,6 г/растение, 11,1 и 20,0 т/га, 25,9 и 32,4 г.

Влияние других факторов было неоднозначно у разных сортов.

У сорта Скороспелка удобрение снижало клубневую продуктивность в середине вегетации на 5,4 г/растение или 0,2 т/га и повышало в конце - на 438,6 г/растение или 13,9 т/га. Средняя масса 1 клубня при втором сроке от удобрения возрастала на 13,5 г. Снижение клубневой продуктивности от удобрения при раннем сроке определения объясняется более интенсивными приростами ботвы.

Таблица 2.

Накопление урожая клубней сорта Интерес, среднее за 2014 - 2016 гг.

Вариант затенения		Масса клубней				Средняя масса клубня, г	
срок	продолжительность	середина вегетации		конец вегетации		середина вегетации	конец вегетации
		г/раст	т/га	г/раст	т/га		
Без удобрения							
На 10-й день после всходов	Контроль	77,4	2,5	570,4	18,1	5,1	17,7
	10 дней	88,3	2,8	570,3	18,1	4,8	18,6
	20 дней	116,9	3,7	603,1	19,1	6,0	17,8
	30 дней	92,1	2,9	641,4	20,4	6,0	19,4
На 20-й день после всходов	Контроль	93,3	3,0	575,2	18,3	5,7	20,5
	10 дней	111,4	3,5	571,3	18,1	5,5	17,6
	20 дней	95,6	3,0	645,9	20,5	5,8	23,5
	30 дней	135,2	4,3	653,8	20,8	7,0	18,5
Ср. по фону		101,3	3,2	603,9	19,2	5,7	19,2
Расчетная доза NPK							
На 10-й день после всходов	Контроль	98,5	3,1	775,0	24,6	6,1	29,0
	10 дней	112,4	3,6	677,8	21,5	7,4	23,1
	20 дней	138,2	4,4	878,7	27,9	5,6	23,3
	30 дней	99,4	3,2	719,8	22,9	4,4	25,8
На 20-й день после всходов	Контроль	93,0	3,0	776,4	24,6	6,5	26,8
	10 дней	118,2	3,8	914,5	29,0	7,7	28,8
	20 дней	124,2	3,9	669,2	21,2	4,6	21,0
	30 дней	127,8	4,1	678,8	21,5	6,4	32,6
Ср. по фону		114,0	3,6	761,3	24,2	6,1	26,3
Ср. по сорту		107,6	3,4	682,6	21,7	5,9	22,7

Сокращение светового дня у сорта Скороспелка на неудобренном фоне способствовало росту массы клубней в оба срока определения, а также средней массы 1 клубня (в первый срок) при 30-дневном затенении на 20-й день после всходов. В конце вегетации масса клубней также возрастала при 20-30-и дневном затенении на 10-й день после всходов. Средняя масса одного клубня перед уборкой повышалась при 20-и дневном затенении на 20-й день после всходов (до 60,5 г).

На удобренном фоне повышение клубневой продуктивности по всем показателям в оба срока отмечено при 30-дневном сокращении длины дня на 10-й день после всходов. Кроме того, средняя масса 1 клубня возрастала во второй срок при 10-и дневном затенении на 10-й день после всходов (до 62,8 г).

У сорта Интерес удобрение повышало все параметры клубневой продуктивности при учете урожая в первый и второй срок, соответственно: массу клубней на 12,7 г/растение или 0,4 т/га и на 157,3 г/растение или 5,0 т/га, среднюю массу 1 клубня на 0,4 и 7,1 г.

На фоне без удобрения искусственное сокращение фотопериода повышает массу клубней в оба срока учета, а также их крупность в конце вегетации при 30-и дневном затенении на 20-й день после всходов. В большей степени (до 23,5 г) крупность клубней

возрастает во второй срок определения при затенении на 20-й день после всходов продолжительностью 20 дней.

На удобренном фоне масса клубней у сорта Интерес возрастает в оба срока определения при 20-дневном затенении на 10-й день, в большей степени во второй срок – при 10-и дневном на 20-й день после всходов. Средняя масса клубня в большей степени повышается в середине вегетации при наименьшей продолжительности затенения (10 дней) до 7,4 – 7,7 г, в конце вегетации - при наиболее позднем и продолжительном затенении – до 32,6 г. Увеличение крупности клубней при затенении было выявлено более ранними исследованиями в этом направлении и связано с перераспределением питательных веществ в растении в пользу клубней [9].

Показатели размножения топинамбура. Нами проведена оценка действия изучаемых факторов на количественный выход клубней с гектара и коэффициент размножения сортов топинамбура Скороспелка и Интерес в 2 периода развития растений (таблица 3 и 4).

Таблица 3.

Выход клубней и коэффициент размножения топинамбура сорта Скороспелка, среднее за 2014 - 2016 гг.

Вариант затенения		Середина вегетации		Конец вегетации	
срок	продолжительность	выход клубней, тыс. шт./га	коэффициент размножения	выход клубней, тыс. шт./га	коэффициент размножения
Без удобрения					
На 10-й день после всходов	Контроль	292,8	9,2	800,8	25,2
	10 дней	271,6	8,6	836,1	26,3
	20 дней	243,4	7,7	818,4	25,8
	30 дней	246,9	7,8	843,1	26,6
На 20-й день после всходов	Контроль	345,7	10,9	712,6	22,4
	10 дней	275,2	8,7	758,5	23,9
	20 дней	261,1	8,2	532,7	16,8
	30 дней	306,9	9,7	846,7	26,7
Ср. по фону		280,5	8,8	768,6	24,2
Расчетная доза NPK					
На 10-й день после всходов	Контроль	275,2	8,7	934,9	29,4
	10 дней	257,5	8,1	740,8	23,3
	20 дней	289,3	9,1	793,8	25,0
	30 дней	292,8	9,2	966,6	30,4
На 20-й день после всходов	Контроль	282,2	8,9	913,7	28,8
	10 дней	317,5	10,0	712,6	22,4
	20 дней	292,8	9,2	642,1	20,2
	30 дней	229,3	7,2	627,9	19,8
Ср. по фону		279,6	8,8	791,5	24,9
Ср. по сорту		280,0	8,8	780,1	24,6

Выявлено, что по выходу клубней и величине коэффициента размножения позднеспелый сорт превосходил раннеспелый, в среднем по вариантам, в первый период определения соответственно на 291,5 тыс. шт./га и 9,2, во второй – на 232,8 тыс. шт./га и 7,3.

У сорта Скороспелка удобрение увеличивало показатели размножения клубней только в конце вегетации: выход клубней на 22,9 тыс. шт./га, величину коэффициента размножения на 0,7, у сорта Интерес - в оба периода, но в большей степени в середине вегетации: соответственно на 115,5 тыс. шт./га и 3,6.

Сокращение длины дня у сорта Скороспелка повышало выход клубней и коэффициент размножения в первый период определения только на удобренном фоне в варианте с 10-и дневным затенением на 20-й день после всходов (на 35,3 тыс. шт./га и 1,1); во второй период – при 30-дневном затенении на неудобренном фоне как на 10-й, так и на 20-й, а на удобренном – только на 10-й день после всходов (на 31,8 – 134,1 тыс. шт./га и 1,0 – 4,2).

Таблица 4.

Выход клубней и коэффициент размножения топинамбура сорта Интерес, среднее за 2014 - 2016 гг.

Вариант затенения		Середина вегетации		Конец вегетации	
срок	продолжительность	выход клубней, тыс. шт./га	коэффициент размножения	выход клубней, тыс. шт./га	коэффициент размножения
Без удобрения					
На 10-й день после всходов	Контроль	437,4	13,8	1044,2	32,9
	10 дней	568,0	17,9	966,6	30,4
	20 дней	582,1	18,3	1058,3	33,3
	30 дней	462,1	14,6	1051,3	33,1
На 20-й день после всходов	Контроль	476,3	15,0	899,6	28,3
	10 дней	564,4	17,8	1040,7	32,8
	20 дней	493,9	15,6	874,9	27,6
	30 дней	525,6	16,6	1150,1	36,2
Ср. по фону		513,7	16,2	1010,7	31,8
Расчетная доза NPK					
На 10-й день после всходов	Контроль	525,6	16,6	973,7	30,7
	10 дней	536,2	16,9	1037,2	32,7
	20 дней	793,8	25,0	1280,6	40,3
	30 дней	733,8	23,1	860,8	27,1
На 20-й день после всходов	Контроль	448,0	14,1	941,9	29,7
	10 дней	500,9	15,8	1061,9	33,4
	20 дней	910,2	28,7	1093,6	34,4
	30 дней	585,6	18,4	871,4	27,4
Ср. по фону		629,3	19,8	1015,1	32,0
Ср. по сорту		571,5	18,0	1012,9	31,9

У сорта Интерес на неудобренном фоне показатели клубневого размножения возрастали в большей степени в первый период при 20-дневном затенении на 10-й день после всходов (на 146,6 тыс. шт./га и 4,6), а во второй период – при 30-и дневном на 20-й день (на 250,5 тыс. шт./га и 7,9).

На удобренном фоне у данного сорта число клубней с 1 га и коэффициент размножения в оба периода увеличивались при 20-и дневном сокращении длины дня как на 10-й (на 268,1 – 306,9 тыс. шт./га и 8,4 – 9,7), так и на 20-й день после всходов (на 151,7 – 462,1 тыс. шт./га и 4,8 – 14,6).

Увеличение числа клубней при затенении может быть связано с более ранним началом их образования, увеличением продолжительности роста и ветвления столонов [9].

Выводы

Таким образом, уборка урожая в середине вегетации (конец июля) не рациональна, так как сбор клубней снижается по сравнению с общепринятым сроком (конец сентября) у сорта Скороспелка – в 23 – 40, у сорта Интерес – в 6 – 7 раз.

В середине вегетации позднеспелый сорт (Интерес) превосходит раннеспелый (Скороспелка) по клубневой продуктивности, массе и выходу клубней, а в конце, наоборот, уступает ему.

Удобрение увеличивает массу и крупность клубней у сорта Скороспелка во второй период, но существенно не повышает коэффициент размножения. У сорта Интерес все эти показатели возрастают от удобрения как в середине, так и в конце вегетации.

Сокращение длины дня повышает клубневую продуктивность у сорта Скороспелка на неудобренном фоне при 30-дневном затенении на 20-й день, на удобренном - на 10-й день после всходов, а у сорта Интерес - на неудобренном фоне при 30-дневном затенении на 20-й день после всходов, на удобренном - при 20-и дневном затенении на 10-й день и 10-дневном на 20-й день после всходов.

Наибольшим коэффициентом размножения (20 – в середине вегетации и 32 – в конце) при вегетативном возобновлении посадок отличается сорт Интерес за счет формирования большего количества, но мелких клубней (6 – 26 г). У сорта Скороспелка коэффициент размножения меньше (9 – в середине вегетации и 25 – в конце), чем у сорта Интерес за счет увеличения крупности клубней (45 – 59 г).

Список литературы

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 504 с.
2. Давыдович С.С. Земляная груша. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1957. 93 с.
3. Данилов К.П., Шапкароев Л.Г. Сбор листостебельной массы и клубней топинамбура в зависимости от срока уборки и удобрений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 10 – 14.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
5. Зеленков В.Н., Романова Н. Г. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения. М., 2012. 161 с.
6. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии. СПб. Лань, 2015. 464 с.
7. Королева Ю.С. Формирование урожайности топинамбура в Верхневолжье при внесении расчетных доз удобрений // Плодородие. 2016. № 2 (89). С. 20 – 23.
8. Кочнев Н.К., Калинин М.В. Топинамбур биоэнергетическая культура XXI века. М., 2002. 76 с.
9. Павлов М.Н. Семенная и клубневая продуктивность сортов топинамбура в зависимости от фона минерального питания и фотопериодизма в условиях ЦРНЗ РФ: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01. М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. 189 с.
10. Полевой В. В. Физиология растений: Учеб. для биол. спец. вузов. М.: Высш. шк. 1989. 464 с.
11. Усанова, З.И. Агробиологические особенности земляной груши в южных районах Нечерноземной полосы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. М.: МСХА, 1964. 16 с.
12. Усанова, З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству / Учебное пособие. Тверь: Тверская ГСХА, 2015. 143 с.
13. Усанова З.И., Байбакова Ю.В. Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение: монография. Тверь: «АгросфераА» Тверская ГСХА, 2009. 159 с.
14. Усанова З.И., Павлов М.Н. Продуктивность топинамбура при выращивании его на техногенно загрязненных почвах // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17107>
15. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С. и др. Топинамбур - уникальное растительное сырье // Пищевая промышленность. 2015. № 8. С. 16 – 20.
16. Тараканов И.Г. Фотопериодизм сельскохозяйственных растений // Известия ТСХА. 2014. № 2. С. 57–68.
17. Устименко-Бакумовский, Г.В. Биологические основы культуры топинамбура в Европейской части СССР: Автореф. дис. докт. с-х наук. М.: 1972. 33 с.
18. Stanley J. K., Stephen F. N. Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: *Helianthus tuberosus* L. London; New York, 2007. 496 p.

INFLUENCE OF PHOTOPERIODISM AND FERTILIZERS ON THE ACCUMULATION OF TUBER YIELD AND MULTIPLICATION FACTOR OF JERUSALEM ARTICHOKE CULTIVARS IN TERMS OF CRS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Usanova Z.I., Pavlov M.N.

In the four factor field experiment studied the possibility of using photoperiodism and fertilizer to improve productivity and tuber propagation coefficient different precocity of Jerusalem artichoke cultivars (Skorospelka and Interes). Considered the two terms (on the 10th and 20th day after germination) and four duration artificial shading: – for 10, 20, 30, 40 days, and control (natural daylight), two background of mineral nutrition (without fertilizers, and the estimated dose of NPK on the yield of 40 t/ha of tubers with the respective amount of tops). It is shown that the reduction of the length of day increases the productivity of tuberous Skorospelka cultivar on unfertilized background at 30-day shading on the 20th day, on the fertilized - on the 10th day after germination, and varieties Interest on unfertilized background at 30-day shading on the 20th day after germination, fertilized - when 20-day and shading on the 10th day and 10-day 20-th day after germination. The highest multiplication factor (32) is the grade of Interes due to the formation of more but smaller tubers (19 – 26 g). Skorospelka cultivar score is less than (25) due to the increase in size of tubers (45 – 59 g). Fertilizer increases the weight and size of tubers in both varieties by the end of the growing season, but not significantly increases the rate of reproduction.

Keywords: Topinambour, Helianthus tuberosus L, jerusalem artichoke, cultivars, photoperiodism, fertilizer, reproduction, productivity, productivity.

УДК 57.044: 57.047: 574.2

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С УЧАСТИЕМ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

И.Н. Барановский¹, Е.А. Подолян^{1,2}

¹Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь

²Тверской государственный университет, научно-образовательный центр «Ботанический сад ТвГУ», Тверь

В статье рассмотрена зависимость видового состава и численность сорной растительности от видов внесенных органических удобрений с участием осадка сточных вод г. Твери.

Ключевые слова: осадок сточных вод, органические удобрения, засоренность посевов, сорная растительность.

Современное экономическое состояние обуславливает поиск новых источников удобрений в сельском хозяйстве. Одним из таких удобрений выступает осадок сточных вод (ОСВ) очистных сооружений городов. Однако ввиду специфики производства ОСВ, в нем могут содержаться семена различных сорных растений.

По данным Министерства сельского хозяйства РФ из-за засоренности пахотных земель теряется до 11 % урожая [1]. Особенно большая засоренность посевов наблюдается в Нечерноземной зоне, где не всегда высокая культура земледелия. В связи с этим необходимо произвести оценку влияния применения ОСВ в качестве удобрения на засоренность посевов и видовой состав сорных растений.

В 2015 г. заложен полевой опыт на окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве с применением органических удобрений в виде следующих смесей смесей: ОСВ-еловые опилки, ОСВ-верховой торф, ОСВ-ржаная солома, в соотношении 1:1 из расчета 60 т смеси на 1 га земли. Кроме того, в качестве удобрения испытывался компост, состоящий из ОСВ и опилок, заготавливаемый на территории станции очистных сооружений г. Твери. В качестве опытной культуры выбрана вико-овсяная смесь,

выращиваемая на зеленый корм. Засоренность посевов определялась количественным методом, который предполагает учет на площадках размером 1x1 м при помощи металлической рамки.

Таблица 1.
Видовой состав и численность сорной растительности, шт/м²

№ п/п	Название вида	Контроль	ОСВ:опилки 1:1	ОСВ:торф 1:1	ОСВ:солома 1:1	Компост
1	Пикульник красивый	6,5	5	3	5	3,5
2	Дымнянка лекарственная	1	1,5	1,5	2	1
3	Горец вьюнковый	11	6,5	4	4,5	8
4	Фиалка полевая	9,5	3	3,5	6,5	11
5	Горец шероховатый	52	91	115	178,5	66
6	Марь белая	28	72,5	45,5	35	97,5
7	Ромашник непахучий	3,5	0,5	0	1,5	1,5
8	Редька дикая	1,5	0	0	0	6
9	Торица полевая	4	8	1	4	13
10	Звезчатка средняя	5	5	7	4,5	7,5
11	Пастушья сумка	1	0	0	0	0
12	Ежовник обыкновенный	2	1	0	0	1
13	Пахучка обыкновенная	1	1	0,5	2	0
14	Осот полевой	1	0	0	0	0
15	Лютик едкий	0	0,5	0	0	0
16	Аистник обыкновенный	0	0,5	0	0	3
17	Гречиха посевная	0	0	0	0	1
Всего		126	196	181	243,5	220

На основании полученных данных можно судить о показателях засоренности посевов однолетних трав (табл. 1). Все выявленные сорные виды являются характерными для опытного поля ТГСХА. Единственный специфический вид для варианта опыта с внесением компоста – гречиха, вероятно, попал с посевным материалом.

Применение смесей и компостов на основе ОСВ оказали значительное влияние на их численность. Наиболее обильные виды – горец шероховатый и марь белая. На вариантах, где вносились удобрительные смеси, их численность возрастает в 1,7-3,5 раза.

Таким образом, применяемые удобрительные смеси не привносят новых сорных видов в агроценоз, но повышают численность существующих. В связи с этим необходимы поиски соответствующих технологий обработки почвы для предотвращения увеличения засоренности посевов.

Список литературы

1. Пермякова Т.М. Эффективность применения гербицидов на посевах яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья: сб. науч. тр. Самара, 2005. Вып. 4. С. 64-65.

WEEDS IN AGROECOSYSTEMS WHERE USING ORGANIC FERTILIZERS WITH SEWAGE SLUDGE

I.N. Baranovskiy¹, E.A. Podolian^{1,2}

Tver State Agricultural Academy, Tver State University

The article describes the dependence of species composition and number of weeds from using types of organic fertilizers with the participation of sewage sludge the city of Tver.

Keywords: sewage sludge, organic fertilizer, weeds.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ СЕМЕЙСТВА КИРКАЗОНОВЫЕ (ARISTOLOCHIACEAE JUSS.) В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ТвГУ

А.А. Проничкина

Тверской государственной университет, Ботанический сад ТвГУ, Тверь
e-mail: garden@tversu.ru

В статье дана характеристика двух видов из семейства Кирказоновые, которые выращиваются в Ботаническом саду ТвГУ. Приведены рекомендации по выращиванию.

Ключевые слова: ботанический сад, лекарственные растения, кирказон, копытень.

Кирказоновые (лат. *Aristolochiaceae*) – семейство растений класса Двудольные. Кирказоновые – многолетние травы, лианы или кустарники с очередными простыми листьями. Цветки одиночные или в соцветиях, пазушные, правильные или неправильные, большей частью простым сростнолистным околоцветником на 3 листочков. Более 600 видов, распространенных главным образом в тропиках и субтропиках.

Насчитывает 7 родов и 616 видов, распространенных главным образом в тропических (центр Индонезия), реже субтропических и некоторых умеренных областях, особенно в северных. Кирказоновые – вечно- или летнезеленые растения; по большей части травы и полукустарники с ползучими или вьющимися стеблями.

На территории Ботанического сада ТвГУ произрастают кирказон ломоносовидный и копытень европейский.

Кирказон, или Аристолохия. Народные названия: лихорадочная трава, аристохолия, рожальница, хиновник, камфорная трава. Кирказон ломоносовидный – многолетник, высотой 30-70 см. Стебель прямостоячий, простой. Цветет в начале и середине лета. Распространен в странах Европы, на Кавказе и в Малой Азии. В России встречается во многих районах европейской части (кроме крайнего Севера) в т.ч. во всех среднерусских областях. Растет по заливным лугам, пойменным лесам и кустарникам, склонам речных долин и обрывистым берегам, преимущественно в лесостепных и степных растений. По лесам, кустарникам, пойменным лугам, горным склонам. Как синантропное растение может встречаться на городских пустырях, в садах и т.п. местах [1].

Южная половина Европейской части, Дагестан, Западное Закавказье. Ядовито, применяется в медицине. Кирказон известен как лекарственное растение с древнейших времен. Кирказон обладает лечебными свойствами, считается лекарством от всех болезней. Лечебные свойства растения были известны еще в Древней Греции. Описание, фото и рецепты применения можно найти в лекарственных справочниках. О нем упоминает Гиппократ, кратко знакомит с этим интереснейшим растением, ловцом насекомых, Теофраст. Многие врачеватели применяют корневую часть растения в гинекологии. Водные настои растения оказывают эффективное влияние при лечении миомы, фибромиомы, полипов, кисты и эрозии. Трава и корень кирказона обладают лечебными свойствами.

Согласно старинным источникам лихорадочная трава (кирказон), имела широкое применение в лечебных целях по всему миру: в Европе она использовалась с целью заживления ран, лечения кожных поражений, повышения иммунитета; в Африке настоями на ее основе смазывали укусы змей как противоядием; в Китае трава применялась при злокачественных опухолях; в Америке средство употребляли при желудочно-кишечных недугах. На основе кирказона народными лекарями изготавливаются различные лечебные средства. В Китае кирказон широко применяется в традиционной медицине, это растение повышает иммунитет, улучшает обмен веществ [3].

подготовить ямы размером 60x50x50 см. Смешать почву с перегноем, компостом, песком, дерновой землей. Кирказон не выносит закисленных почв, поэтому перегной и компост готовим из листьев широколиственных растений, т.к. хвоя и хвойные отходы (опилки, кору и др.) не подойдут. Если необходимо большое количество посадочного материала, то размножаем семенами. Осенью зрелые семена высеем в неглубокие борозды (1-3 см) и присыпаем рыхлой почвой или мульчей (перегной или компост с почвой). За зиму семена проходят естественную холодовую стратификацию и весной (в июне) всходят. Вначале надземный прирост небольшой, но при этом активно развивается корневая система. Через 2 года сеянцы можно пересадить на постоянное место, предварительно обрезав на 1/3.

В течение лета проводим 2-3 раза подкормку жидкими органическими удобрениями, подсыпаем просеянный перегной. После этого почву и нижние ветки растения проливаем чистой водой. В сухую погоду осуществляем полив, небольшими порциями, но часто - 2 раза в неделю. В засушливый период поливаем в 2 раза чаще, чем при обычной погоде. После полива производим мульчирование органикой. В конце осени обрезаем побеги. Молодые 2-3-летние черенки укладываем на землю и укрываем снегом.

Кирказон практически не болеет, устойчив к вредителям, но может поражаться тлей и паутинным клещам.

Копытень европейский (копытник) – *Asarum europaeum* L.

Народные названия: белокопытняк, блевунья, бякотник, варагуша, винный корень, водолей, денежная трава, дикий перец, заячий корень, земляной ладан, копытняк, копытник, куриная лапа, листик черный, лихорадочная трава, охватка благовонная простая, перец дикий, подлесник, подорешник, расходник, рвотный корень, сердечник, скипидарный корень, сухой водолей, увечная трава, человечье ухо, черный лютик

Название «винный корень» отражает одно из лекарственных применений растения – в качестве рвотного корня от пьянства. За легкий аромат листьев (он ощущается, если свежие листья растереть между пальцами) в народе копытень называют лесным перцем, а англичане – диким имбирем.

Ядовитое растение.

Копытень европейский (копытник) – это многолетнее травянистое растение до 10 см высотой. Корневище ползучее, ветвистое. Буроватый, похожий на ползущего червя стебель копытня прячется среди травы и опавших листьев. На его конце вырастают два светло-зеленых супротивных листочка с длинными черешками. Между ними у самой земли находится цветочная почка. Она закладывается еще осенью и зимует под снегом, укрытая опавшей листвой. Цветет в апреле-мае. Лиственные и хвойные леса. по всей территории, обыкновенно, местами обильно, к югу реже [2].

Надземная часть растения и корневища, содержат массу биологически активных веществ и соединений таких, как гликозиды, причем и сердечной группы, алкалоид азарин, дубильные и смолистые вещества, крахмал, слизи, органические кислоты, а также и их соли, эфирные масла, среди которых выделяется ядовитое вещество азарон (при сушке сырья исчезает), трансизоазарон, и др., флавоноиды, различные смолы, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества.

В народной медицине копытень применяют как мочегонное, желчегонное, слабительное, молокогонное, противоглистное, отхаркивающее, жаропонижающее, противовоспалительное, антигельминтное, кровоостанавливающее, успокаивающее, бронхорасширяющее, противосклеротическое, и в больших дозах – рвотное средство.

Экспериментально установлена способность препаратов из листьев копытня усиливать сердечную деятельность, не нарушая ее ритма, вызывать сужение сосудов и повышать кровяное давление. По своему характеру их действие сходно с действием адреналина. Водный настой растения, введенный внутривенно, оказывает противовоспалительное действие, связанное со способностью суживать кровеносные сосуды. В русской народной медицине листья и корни используются как рвотное,

отхаркивающее, обладающее антибактериальным, противовоспалительным и спазмолитическим действием средство.

Копытень широко применялся в древней медицине. «Листья, сорванные снизу вверх при возрастающей луне действуют как рвотное на больного, незнающего о том, что ему дают; оборванные же сверху вниз – влияют как слабительное», – сказано в старинном травнике. На Востоке считали, что препараты из него укрепляют нервы, сердце, успокаивают боли в животе, помогают при водянке, болезнях печени, селезенки, выводят мочу и месячные, а также послед из матки, усиливают половую потенцию.

Авиценна рекомендовал принимать сироп из копытня при водянке, желтухе, болях и закупорке печени и болезни нервов, а также как сильное мочегонное средство. При болезнях печени, почек копытень применяли в русской народной медицине. Эффект лучше проявляется в сочетании со слабительными средствами.

При эпилепсии, невротических состояниях и головной боли используют успокаивающие свойства растения. При туберкулезе легких, нервном возбуждении, истерии, мигрени, лихорадке, малярии пьют настойку на водке. При диспепсии, гастритах, энтеритах, болезни печени и желтухе, эпилепсии, параличе языка, подагре, ревматизме, гипертонии отвар корня копытня на воде или козьем молоке часто употребляют для улучшения пищеварения. При чесотке, для промывания гноящихся ран, как примочку от головной боли, прикладывая намоченное в отваре полотно к голове, применяют наружно отвар корня копытня. Порошок корневищ осторожно нюхают при насморке, головной боли, воспалении верхних дыхательных путей.

В засушливый летний период влаголюбивой траве важно обеспечить надлежащий полив. Не лишними будут и органические подкормки. В остальном же растение демонстрирует завидную неприхотливость дикорастущего почвопокровного.

Почвопокровное растение. Он хорошо растет в полутени и в густой тени. Это тенелюбивое теневыносливое неприхотливое растение. Может расти и на освещенных местах. Копытень к влаге и почве не требователен. Легко приспосабливается и может расти на различных почвах. Лучшая почва – суглинистый и глинистый грунт. Предпочитает легкие плодородные почвы с хорошим дренажом и нетребователен к кислотности: от нейтральной до кислой.

Сухую тень копытень переносит плохо, разрастается медленнее обычного. Не требует особого ухода. Любит регулярный полив в засуху. Морозостоек. Входящие в состав эфирные масла отпугивают вредителей. Однако в период вызревания семян важно быть готовым к появлению немалого количества муравьев, которые их распространяют. Болезнями не поражается.

Копытень европейский хорошо размножается семенами, отростками и делением куста. Размножается семенным способом и делением кустика. Посев проводится сразу после сбора семян или весной после трехмесячной стратификации при 0 +5 °С. При температуре +18°С всходы появляются спустя 1-4 недели. Кустовое деление - просто выкопать деланку, с корневищем, на котором достаточное количество заложённых побегов и посадить. Не требует особого ухода.

Произрастает по всей Европе, кроме ее самых северных и южных частей. В России широко распространен в лесной и лесов степной полосе европейской части и на юге Западной Сибири. В средней России встречается практически повсеместно.

Растет в хвойных, широколиственных и хвойно-широколиственных тенистых лесах, в лесных оврагах, на опушках. Распространяется семенным и вегетативным путем. Ядовитое растение, вызывающее отравление лошадей и крупного рогатого скота. Препараты из корневищ и листьев издавна применялись в народной медицине и ветеринарии. Может служить сырьем для приготовления светло- бурой краски. В Венгрии из него готовят препарат «Азаропект» используемый для лечения спастических бронхитов. Декоративное растение, культивируется как почвопокровное [1].

В Ботаническом саду ТвГУ кирказон ломоносовидный выращивается с 1995 г. Был высажен на экспозиции степных растений. Отмечалось ежегодное цветение и обильное плодоношение. Семена ежегодно вызревали. В 2016 г. часть растений пересажена на экспозицию Систематический участок. За 2017 г. был отмечен активный рост, образование новых побегов. Сотрудниками Ботанического сада ТвГУ проводятся исследования по подбору оптимальной агротехники.

Копытень европейский был занесен в посадки вместе с другими видами в 1950-е годы. Хорошо разрастается вегетативно в Теневом саду и на питомнике. Предпочитает затененные хорошо увлажненные участки.

Оба вида неприхотливы, устойчивы к болезням и вредителям, легко переносят различные неблагоприятные погодные условия. Можем сделать вывод, что эти растения являются хорошим лекарственным сырьем и могут быть рекомендованы к выращиванию в Европейской части России в качестве лекарственных растений.

Список литературы

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т.2. М, 2003. 665 с.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. М, 2006. 600 с.
3. Шибарова И.С. Кирказон обыкновенный – лечебные свойства и применение в народной медицине. Электронный ресурс: <http://derevenskiyaybolit.ru/kirkazon>

SOME SPECIESES OF ARISTOLOCHIACEAE JUSS. IN THE COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF TVER STATE UNIVERSITY

A.A. Pronichkina

In the article described the characteristics of the two species from the Aristolochiaceae, which are grown in the Botanical garden of Tver State University. Recommendations on farming are given.

Keywords: botanical garden, medicinal plants, Aristolochia, Asarum.

УДК 332.3: 633.521: 677.01

ЗАПИСКИ ЮНОГО НАТУРАЛИСТА: ВЫРАЩИВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ОКРАШИВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛЬНА

А.Г. Мостовая

под руководством А.С. Колодич
МОУ СОШ №53, г. Тверь

В статье описан опыт выращивания льна, изготовления ткани вручную, а также окрашивания натуральным красителем. Проведено сравнение технологии получения льняной ткани, описанной в книге З. Миллера, и технологии, которой придерживались крестьяне на Руси. Описаны результаты собственного опыта. Даны выводы о возможности окрашивания льняной ткани натуральным красителем черникой.

Ключевые слова: лен, изготовление ткани, окрашивание ткани.

Введение

На исследование льна нас вдохновила книга Зденека Милера «Как кроту штанишки сшили и другие истории» [2]. В этой книге подробно рассказывалось как из простого растения лен можно сшить одежду. Если все проделать как там написано, то можно ли по настоящему сшить штанишки для игрушечного Кротика? Мы конечно понимаем, что рак не умеет кроить, а муравьи ткать, но мы решили попробовать.

Цель и задачи

Лен является традиционной культурой Тверской области. По оценке ФГБУ «Агентство «Лен» [1] по объемам посевных площадей в 2015 году Тверская область заняла первое место среди льносеющих регионов России. Наибольшие посевные площади сосредоточены в Бежецком, Калязинском и Старицком районах. Производство является практически безотходным, а значит высокоэкологичным. Нашей работой мы хотим привлечь внимание к такому уникальному растению, как лен. Цель нашей работы: доказать или опровергнуть правильность описания технологии производства льняной ткани в книге «Как кроту штанишки сшили и другие истории». Мы предположили, что у Кротика не должно было получиться хорошее льняное полотно синего цвета, как на иллюстрациях Зденека Милера.

Задачи: дать кратное описание растению лен, как сельскохозяйственной культуре; собрать информацию о ручном возделывании льна и домашнем производстве льняной ткани, подготовить краткое описание технологических операций производства; проанализировать и сравнить технологию крестьян и Кротика, выявить схожесть и различия; провести эксперимент, в котором смоделировать те же условия и проделать те же операции по производству синей льняной ткани, что и Кротик; пронаблюдать процесс окрашивания натуральной домотканой льняной ткани и сравнить результат с иллюстрацией у Зденека Милера (если результаты не совпадут, то найти причину, почему цвет ткани при окрашивании естественным черничным красителем не совпадает с цветом штанишек в книге); если потребуется, то скорректировать технологию Кротика, чтобы результат совпал с картинкой; влюбить в лен всех читателей этой работы.

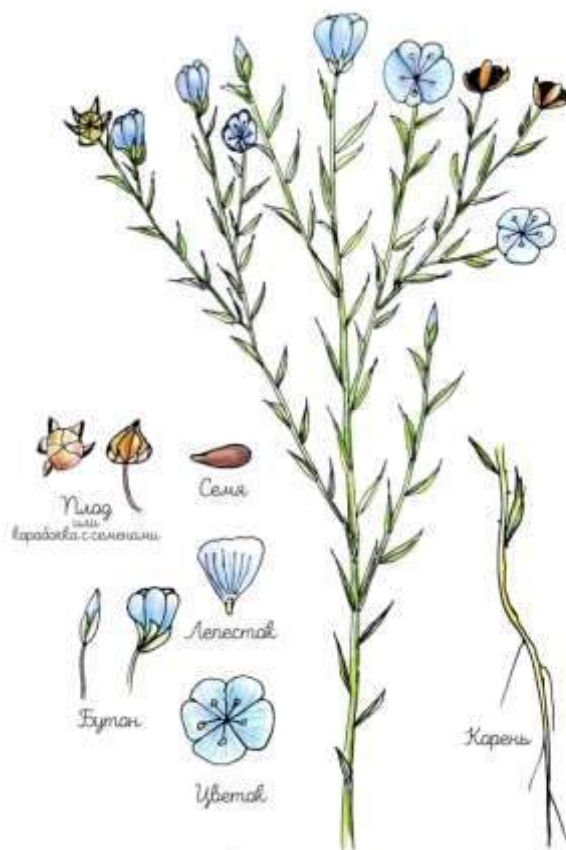
Материал и методы исследования

Объектом исследования стали: растение лен, льняное полотно и натуральные красители. Сбор информации, анализ и обобщение, моделирование, эксперимент, наблюдение, сравнение.

Результаты

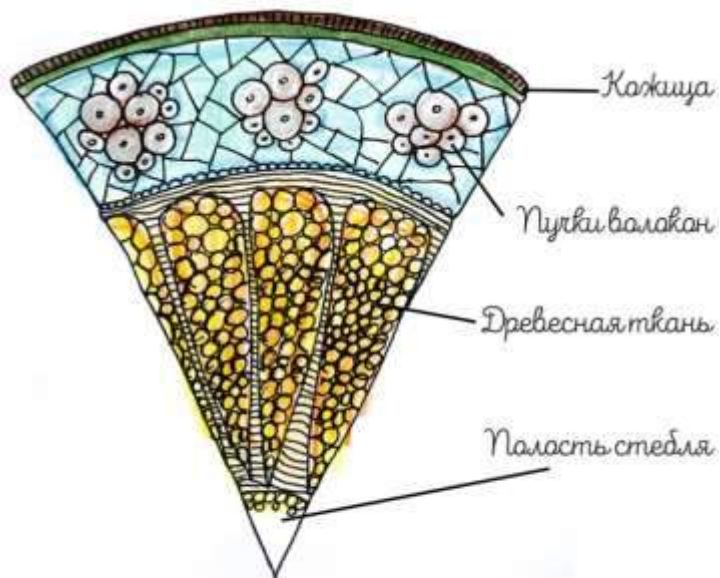
Лен (рис. 1, 2) – это растение, которое издавна используется для изготовления ткани и масла. Одежда из льна характеризуется хорошей прочностью и долго носится. У натуральной, невыбеленной льняной одежды самые высокие антисептические свойства, не даром именно такую одежду предпочитали для каждодневной носки монахи в монастырях. Лен убивает микробы, инфекции, подавляет вредную микрофлору, раны под льняными повязками заживают быстрее. Во льне находится кремнезем, сдерживающий развитие бактерий.

Семена льна издавна и по сей день используют в медицине для лечения множества заболеваний. Льняное же масло – очень полезно для здоровья, к тому же считается диетическим продуктом, потому что является для организма источником жирных кислот, которые не синтезируются организмом самостоятельно. Растение лен – это традиционная сельскохозяйственная культура России, особенно Тверского региона [3].



Растение лён

Рис. 1. Лён: растение, корень, коробочки с семенами или плод, семя, бутон, лепесток, соцветие. Иллюстрация Мостовой Альбины.



Строение стебля льна

Рис. 2. Строение стебля льна
1 – кожица, 2 – пучки волокон, 3 – древесная ткань, 4 – центральная полость стебля.
Иллюстрация Мостовой Альбины

Технология производства льняной ткани на Руси

В конце августа, начале сентября, как только начинают желтеть семена, приходит время теревить¹ лён. Вынимают его с корнем, чтоб не повредить волокно. Для этого

выбирают сухую погоду, чтобы сразу лен можно было околачивать². Околачивают специальной деревянной колотушкой. Если небольшой объем, то это можно сделать и деревянным гребешком. Семена собирают для дальнейшего производства масла.

Лен раскладывают тонким слоем по поверхности земли для мочки его дождем и росой и оставляют на 2-3 недели. Постепенно он превращается в тресту³. Если растереть тресту руками, то можно заметить, как теперь легко отделяется волокно от кострики⁴, это значит его пора убирать с поля.

Вылежавшийся лен, то есть набухший, волокнистый, снимают и убирают со стлица⁵. Как правило, это происходит в бабье лето. Если лен мокрый, то его собирают в снопы и подсушивают. Но не всегда вылеживания льна бывает достаточным для хорошего отделения кострики. В сказке К.Д. Ушинского «Как рубашка в поле выросла» [5] написано, что лен еще и замачивали и накатывали на него камень, также как и Кротик в нашей книге.

Далее берут пясть⁶ тресты и кладут на ребро специальной мялки. За счет резких движений кострика начинает ломаться. Затем пясть встряхивают и снова мнут. И так несколько раз, пока кострика полностью не отделится или измельчится. Для трепания⁷ льна используют специальное приспособление в виде треногой подставки. Пясть мятого льна кладут на ее верхнюю плоскую часть. Трепалом⁸ делают скользящие удары, кусочки кострики при этом вылетают. Пясть поворачивают и повторяют снова.

Чесание льна нужно, чтобы удалить остатки кострики и расщепить волокно на волоски. Чесут сначала железной щеткой, а затем ручной из грубой щетины и получают кудель, длинное волокно, которое остается в руке и очесы. Из кудели прядут нитки для ткани высокого сорта, а из очесов делают грубую пряжу, например на мешковину.

На прядку крепят взлохмаченный, немного смоченный лен и вытягивают немного волокон в виде рыхлого клона.левой рукой клок зажимают у основания, чтобы не оторвался от кудели. Так получают льняную нить.

Натуральный цвет льняных нитей является серым. Светлый оттенок нужен, чтобы получились яркие цвета при окрашивании. Белят лен, например с помощью золениа⁹. Для этого льняную пряжу или ткань укладывают в глиняную посуду и парят, заливая кипящим раствором золы. Затем ставят в протомленную печь на 10-15 часов. Потом стирают. И так несколько раз, пока лен не станет достаточно белым.

Для окрашивания льна применяют натуральные красители, в число которых входят и ягоды черники. Они дают фиолетовый, черничный цвет. Для этого специальным образом подготавливается красящий раствор из ягод.

Ткут льняное полотно на ткацком станке. В зависимости от качества нитки получают ткань разного предназначения. Ткут из серого льна, из выбеленных или окрашенных нитей.

Сравнительная характеристика производства льняной ткани

В Таблице 1 проводится анализ и сравнительная характеристика технологии производства льняной ткани Кротиком и крестьянами на Руси.

Таблица 1.

Сравнение технологии производства льняной ткани.

№ п / п	Название операции	Как делал Кротик	Сравнительная характеристика
1	Теребить и околачивать	Кротик выдернул лен, связал его в пучки	Кротик не околачивал лен. Головки с семенами остались на стеблях. Правда, на качество волокна это не сказывается, т.к. головки отделяют для дальнейшего производства масла и чтобы не мешали процессу мятия.
2	Вылеживать поднимать	Потом Кротик побегал со льном через луг к ручью. Крот и	Как я прочитала в разных источниках лен не обязательно замачивать. Его можно просто

№ п / п	Название операции	Как делал Кротик	Сравнительная характеристика
		лягушка положили лен в ручей и накатали на него камень, чтобы лен был под водой. Когда лен пропитался водой, Кротик отнес его на луг и построил из него шалашик.	оставить на поле на две три недели сохнуть и мокнуть. Сушат лен, как правильно заметил Кротик, после того, как он пропитается водой и набухнет. Именно тогда образуется треста, т.е. начинается легкое отделение волокна.
3	Мять	Аист помял своим клювом стебли.	Лен мнут на специальном приспособлении до тех пор, пока кострика полностью не отделиться от волокна (часть ее ломается и высыпается). Роль мялки сыграл аист. Технология здесь соблюдена.
4	Трепать	Также аист бережно вынул льняные волокна	Аист совместил в себе обе операции – он помял и потрепал лен.
5	Чесать	Кротик расчесал лен на иголках ежика.	Чесания позволяет расщепить лен на волоски и подготовить его для прядения. Для чесания используют несколько видов щеток – сначала металлическую крупную, а потом щетинистую. Сказочный ежик вероятно смог заменить обе щетки.
6	Прясть	Льняную пряжу для Кротика напряли паучки.	Все сходится.
7	Белить и окрашивать	Чернички покрасили нити в синий цвет, а жук-олень нарезал.	Кротик не отбеливал нити.
8	Ткать	Муравьи сделали ткацкий станок и соткали полотно для Кротика	Кротик также изготавливал ткань на ткацком станке.

Эксперимент

Мы должны повторить все операции, которые сделал Кротик, чтобы получить льняную нить. Было решено не привлекать к процессу аиста, не будить ежика и не сидеть в ручье на камне с лягушкой. Тем не менее, постараемся максимально близко смоделировать аналогичные условия.

Выдернутый с корнем лен, околачивали бабушкиным деревянным гребешком. Затем замачивали в тарелке и сушили. Мялку сделали из деревянных обрезков. Волокно никак не хотело отделяться. Причина видимо была в неправильном вымачивании.

Трепать, чесать и прясть было нечего. Поэтому эти пункты пропускаем. Так как своего волокна у нас не получилось, взяли заранее подготовленный, неотбеленный домотканый лен. Правильнее было бы сначала покрасить нити, а потом ткать. Это делается потому, что после окрашивания льняная ткань может «дать усадку», то есть уменьшиться в размере. Но этот момент для нас не принципиальный, поэтому окрашивала сразу кусочки ткани.

Для того чтобы можно было сравнить результат мы взяли три фрагмента ткани. Первый – небеленый домотканый лен, второй – беленый лен и третий – эталонный белый фрагмент ткани для сравнения. После окрашивания фрагментов ткани черникой получили разный результат (рис. 3).



Рис. 3. Образцы после окрашивания

Слева на право: эталон, выбеленный лен, домотканый небеленый лен, Кротик в новых штанишках

Заключение

В процессе исследовательской работы нами сформулировано краткое описание растения лен, нарисовано его строение, показано, где в стебле находится льняные волокна, из которых затем изготавливается ткань. Собрано много информации о ручном возделывании льна в Тверском регионе, изучено описание технологии в разных литературных источниках, в том числе в рассказе К.Ушинского «Как рубашка в поле выросла».

Также мы сравнили технологию производства ткани Кротиком и крестьянами и сделала общий вывод, что в целом все совпадает, но Кротик не отбеливал нити, прежде чем начать ткать полотно. И последствия этого мы увидели в эксперименте.

В домашних условиях мы провели эксперимент по окрашиванию натуральных домотканых льняных волокон с помощью натурального красителя – ягод черники. Было взято три образца для окрашивания – эталонный белый, натуральный выбеленный и домотканый небеленый лен. В итоге цвета всех образцов получились разными. Но ни один из них не совпал с цветом штанишек на иллюстрации в книге. Потому что черника не может окрасить в голубой цвет, ее красящее вещество чернильного цвета. Поэтому сначала на влажных образцах ткани у меня получился темно пурпурный цвет, но после смывки лишнего красителя (три полоскания), образцы посветлели. А после сушки все три образца приобрели разные оттенки черничного цвета. Самым ярким образцом получился эталонный, самым темным – небеленый лен. Мы сделала вывод, это получилось потому что красящее вещество из черники хоть и имеет цвет, но не обладает 100% укрывистостью. При нанесении на любую обладающую хоть каким-то оттенком ткань цвета получатся «туманными» и их «туманность» зависит от первоначального оттенка образца.

К тому же окрашивание естественными красителями, т.е. черникой в условиях жизни Кротика в лесу в принципе не возможно, так как черника цветет в конце июля, а лен созревает в конце августа. А сохранить свежие ягоды черники до августа Кротик было негде. Но если предположить, что они все же были, то чернички никак не могли окрасить нити, так как для приготовления стойкого красящего раствора Кротик пришлось бы томить чернику на огне. Но даже если предположить, что чернички сами окрасили нити, то цвет должен был получиться не голубой, как на картинке, а чернильный (фиолетовый). И это единственное несовпадение в технологии и результате, которое показал мой эксперимент.

Значение льна настолько велико для Тверского региона, что лен изображен на гербах Торжокского и Кимрского районов. Причем, на гербе Торжокского района цветок льна шестимерный, хотя в природе цветы льна строго пятимерные. Это ошибка или есть какая-то причина такого расхождения? Пока ответ не найден. Возможно, это станет темой нашего следующего исследования.

Для популяризации льна мы разработали план урока в школе, где мы делаем из бумаги макет, имитирующий рост льна долгунца. Он наглядно объяснил отличие сортов разного сельскохозяйственного назначения (рис. 4), выращиваемых для получения большого количества волокна (лен долгунец) или для большого количества масляных семян (лен кудряш). Для этого мы разработали схемы, как можно быстро, просто и стильно нарисовать лен.



Рис. 4. Делаем макет льна-долгунца

Потом мы пофантазировали, где могут быть применены наши рисунки в жизни. Например, это может быть орнамент на обоях или постельном белье, или рисунок на футболке (рис. 5, 6). Специальными текстильными красками и маркерами мы нарисовали флаг, на котором написали слоган «В ЛЁН ВЛЮБЛЕН».



Рис. 5. Такие рисунки и такое полотно с цветочками льна получилось у 2А класса



Рис. 6 Примеры применения изображения льна

Список литературы

1. *Официальный сайт* федерального государственного бюджетного учреждения «Агентство по производству и первичной переработке льна и конопли «Лен» (ФГБУ «Агентство «Лен») <http://agentstvo-len.ru/>
2. *Петушка Э., Милер З., Герцикова И.* Как кроту штанишки сшили и другие истории. Прага: изд-во «Артия». Ил.: Милер З. 1983. 128 с.
3. *Правительство Тверской области.* Официальный сайт. <http://тверскаяобласть.рф/ekonomika-regiona/agropromyshlennyy-kompleks/lno-v-tve/>
4. *Толковый словарь Ушакова.* Д.Н. Ушаков. 1935-1940
5. *Ушинский К.* Как рубашка в поле выросла. М.: изд-во «Малыш». 1986. 16 с.

Словарь терминов

- 1 Терebить – дергать, постоянно трогать, не оставлять в покое.
- 2 Околачивать – отделять головки с семенами от стеблей.
- 3 Трестá – это льняная солома, в которой разрушаются пектиновые вещества, связывающие древесную часть стебля и покровные ткани с волокнистыми пучками.
- 4 Костри́ка – это внутренняя жесткая древесная часть стебля, которая не используется для производства льняных нитей.
- 5 Стлице – место, где расстилают по траве лен для приготовления его к дальнейшей обработке или холст для просушки, беления.
- 6 Пясть – небольшой пучок, который комфортно помещается в руку

- 7 Трепание – отделение льняных волокон от кострики.
8 Трепало – инструмент в виде деревянной лопатки, используемый для трепания льна.
9 Золение – отбеливание пряжи или ткани с помощью золы.

**NOTES OF A YOUNG NATURALIST:
THE CULTIVATION, PRODUCTION AND STAINING
PRODUCTS FROM FLAX**

A.G. Mostovaya, under the leadership of A.S. Kolodich
MPI SS №53, Tver

The article describes the experience of cultivation of flax, the manufacture of the fabric by hand, and painting with natural dye. A comparison of the technology of linen fabrics described in the book Z. Miller, and technology, followed by the peasants. The results of my own experience are given. The conclusions about the possibility of dyeing linen fabrics with natural dye blueberries.

Keywords: flax, making cloth, dyeing cloth.