

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К. А. Тимирязева»

**Сборник трудов,
приуроченных к Всероссийской студенческой
научно-практической конференции
«Эколого-физиологические аспекты
формирования агро- и биоценозов»,
посвященной памяти профессора
М. Н. Кондратьева**

Москва
ООО «Мегаполис»
2022

УДК 581.1:581.55+631.95
ББК 41.27+41.28
С 231

Редакционная коллегия:

Заведующий кафедрой физиологии растений, д.б.н., профессор **И. Г. Тараканов**,
доцент кафедры физиологии, к.б.н., доцент **Ю. С. Ларикова**,
старший преподаватель кафедры физиологии растений **А. А. Анисимов**,
начальник управления научной и инновационной деятельности, к.п.н., доцент **Л. В. Верзунова**,
начальник отдела НИР студентов и молодых ученых к.б.н., доцент **Н. В. Иванисова**,
руководитель проекта развития студенческого научного общества
РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева **А. Ю. Загарин**,
руководитель студенческого научного общества
РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева **О. Е. Комарова**

С 231 Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов», посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева: сборник трудов / под ред. И. Г. Тараканова, Ю. С. Лариковой, А. А. Анисимова, Л. В. Верзуновой, Н. В. Иванисовой, А. Ю. Загарина, О. Е. Комаровой / ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 251 с.

ISBN 978-5-6049097-3-7

В сборник включены статьи по материалам докладов студентов ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, других вузов и научно-исследовательских учреждений в рамках Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов», посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева.

В сборнике представлены материалы по актуальным проблемам физиологии растений.

Сборник предназначен для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей, научных работников, специалистов сельскохозяйственного производства.

УДК 581.1:581.55+631.95
ББК 41.27+41.28

ISBN 978-5-6049097-3-7

© Коллектив авторов, 2022
© РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022
© ООО «Мегаполис», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Тараканов И. Г., Ларикова Ю. С., Анисимов А. А. Памяти Михаила Николаевича Кондратьева.....	9
Авакумов А. Д., Голиванов Я. Ю. Влияние продуктов метаболизма эндофитных грибов на метаболизм яровой тритикале.....	12
Александрова И. Е., Яковлева О. С. Свет как решающий фактор в процессе фотосинтеза рассады.....	15
Аникина Д. С., Ванькова А. А. Влияние тяжелых металлов на микроорганизмы ризосферы яровой пшеницы.....	17
Аракчеева А. Н., Тутарашвили К. Г. Фиторемедиация нефтезагрязненной почвы плотного сложения.....	20
Берко А. С., Сухова Е. А. Исследование фитотоксического действия представителей классов фенилпирролов и триазолов в составе фунгицидного протравителя семян..	23
Бессуднова А. Г., Белолюбцев А. И. Влияние изменений климата на теплообеспеченность периода вегетации сельскохозяйственных культур в Центральном Нечерноземье РФ.....	26
Бобков В. С. Первичное изучение новых коллекционных образцов батата (<i>Ipomoea Batatas</i> lam.) в 2022 году на территории Московской области.....	30
Бурмистрова А. С., Коробейник Н. С., Филимонова С. Д. Возможности снижения фитотоксичности фунгицидов для проростков пшеницы.....	33
Валевич С. П., Романцова С. И., Чередниченко М. Ю. Влияние кислотности почвы на рост и развитие растений.....	36
Демыкина В. В., Васильков П. Ф., Мосина Л. В. Содержание микотоксинов в культуре пшенице Яровой мягкой сорта Любава (<i>Triticum aestivum</i> L) на примере Московского региона.....	38
Вишневская О. П., Чередниченко М. Ю. Использование микроорганизмов для утилизации нефти и нефтепродуктов.....	41
Волков А. Ю., Перевертина Ж. К., Белолюбцев А. И. Влияние изменений климата на влагообеспеченность периода вегетации сельскохозяйственных культур в центральном Нечерноземье РФ.....	44
Гайнанов Д. О., Пахоленко Е. А., Митичкин Д. Е., Бородина К. С. Почвенно-физиологические аспекты урожайности сои в условиях южной лесостепи.....	48
Гильхаев И. А., Голиванов Я. Ю. Оценка репродуктивной способности черемухово-злаковой тли на сортообразцах яровой тритикале.....	51

Горбунова Д. А., Авдеев С. М. Анализ содержания углекислого газа на Черноморском побережье Кавказа.....	53
Дементьев М. С., Товстыко Д. А., Тараканов И. Г. Рост и развитие редиса в зависимости интеграла суточной радиации.....	56
Дервянко А. А., Вертикова Е. А., Анисимов А. А. Оценка сортов и линий гороха по основным хозяйственно-полезным признакам.....	59
Дервянко А. А., Скороходова А. Н., Иваницких А. С., Анисимов А. А. Влияние энергетических факторов на морфофизиологические показатели зерновых культур.....	62
Дуванов И. В., Ларикова Ю. С. Влияние уровня влажности на продуктивность салата в закрытых искусственных агросистемах.....	65
Дуванов И. В., Ларикова Ю. С. Оценка влияния светодиодного освещения с разным спектром на рост и развитие пшеницы.....	68
Дурманов В. Ю., Скороходов Д. М. Применение композиционных материалов в городском сельском хозяйстве.....	71
Дыбунов С. А., Голиванов Я. Ю. Морфоструктурные и морфофизиологические особенности Трихом диких видов томата.....	74
Ерсак М. В., Белопухов С. Л. Исследование свойств сорбента на основе целлюлозосодержащего растительного сырья.....	77
Ершова Э., Анисимов А. А. Роль сине-фиолетового спектра в жизни растений.....	80
Журавлева Н. С., Прохоров А. А., Борисов Б. А. Определение ростостимулирующих свойств новых регуляторов роста растений.....	83
Кащенко Г. А., Смирнов А. Е., Савинов И. А. Сукцессия, протекающая в пределах глинистых отвалов антропогенного происхождения, на территории Юнтоловского заказника.....	87
Кинстлер М. В., Андреева Е. Д., Дренова Н. В., Ванькова А. А. Микроорганизмы, ассоциированные с растениями, как антагонисты возбудителя бактериального ожога плодовых культур <i>Erwinia Amylovora</i>	90
Коковьякина Л. Д., Панфилова О. Ф. Зависимость продукционного процесса рукколы в условиях искусственного освещения от интеграла суточной радиации.....	93

Коробейник Н. С., Бурмистрова А. С., Филимонова С. Д. Возможности снижения фитотоксичности фунгицидов для проростков пшеницы.....	96
Котюн Д. Н., Макарова М. П., Ефимов О. Е. Определение эффективности оптимальных концентраций новых регуляторов роста растений.....	99
Кащенко Г. А., Кучеренко А. Д., Федотова М. С., Савинов И. А. Изучение состава ярусов древостоя на территории ООПТ «Воробьевы горы».....	103
Лебедева Л. А., Назаренко Л. В. Влияние антропогенных факторов на лекарственное растительное сырье.....	106
Лукьянова Т. А., Минаев Н. В. Характеристика почв искусственных выемок полевой опытной станции РГАУ–МСХА К. А. Тимирязева.....	109
Лукьянчук П. С., Ханбабаева О. Е. Применение краснокнижных видов травянистых растений в ландшафтном дизайне и озеленении городов.....	112
Маликова Н. А., Ларикова Ю. С. Реакции растений календулы лекарственной на условия монохроматического светодиодного освещения.....	115
Махинова Е. Ю., Скороходова А. Н., Иваницких А. С. Влияние спектрального состава света на продуктивность растений базилика.....	118
Махинова Е. Ю., Скороходова А. Н. Реакция растений <i>Digitalis Purpurea</i> L. на разный спектральный состав света при выращивании в искусственных условиях.....	121
Медведков М. С., Товстыко Д. А., Тараканов И. Г. Рост и развитие растений томата в зависимости от интеграла суточной радиации.....	124
Мезенцева А. Р., Яковлева О. С., Скороходова А. Н. Аллелопатия в сельском хозяйстве.....	127
Меньшова С. С., Свиридова Л. А., Дренова Н. В. Определение антагонистических свойств изолятов микробиоты мелколуковичных культур в отношении <i>Xanthomonas Nyacinthi</i>	131
Демыкина В. В., Минасян А. Ю., Мосина Л. В. Ущерб от уплотнения почвы под лесными древостоями в условиях нерегулируемой рекреации.....	133
Моисеев А. О., Колесникова И. Я. Изучение влияния биопрепаратов на биологические показатели пахотной дерново-подзолистой почвы.....	136

Мягкова Е. Р., Мартиросян Л. Ю., Мартиросян Ю. Ц. Влияние повышенной концентрации углекислого газа на активность фотосинтеза, ростовые процессы и биосинтез каучука и инулина у трансформированных растений <i>Taraxacum kok-saghyz</i>	139
Нефедова А. Р., Скороходова А. Н. Влияние дальнего красного света на синтез вторичных метаболитов у Дендробиума лекарственного.....	142
Нефедьева Л. А., Дудина А. А. Методы преодоления твердосемянности и прорастание на примере <i>Gleditsia triacanthos</i> и <i>Galega orientalis</i>	145
Нефедьева Л. А., Храмова Я. И. Влияние импульсного давления на биологическую долговечность зерновок яровой мягкой пшеницы.....	149
Никитин К. Д., Яковлева О. С. Влияние качества света на морфофизиологические показатели разных сортов базилика.....	153
Николаев Е. Н., Кропова Ю. Г. Средоулучшающий потенциал эфирномасличных растений в городской среде.....	156
Нова М. А., Ульянов А. И., Чередниченко М. Ю. Возможности эффективного применения <i>Glucanacetobacter Diazotrophicus</i> в сельском хозяйстве.....	159
Романенко М. Д., Оберученко А. В., Тараканов И. Г. Реакция растений китайской капусты на выращивание при разном соотношении света в спектре оптического излучения.....	162
Ожерелков В. В., Дыйканова М. Е. Влияние органических препаратов на рост и развитие салата листового на проточной гидропонике.....	166
Паршикова С. Д., Заверткин И. А. Действие удобрений на урожайность ячменя в бессменных посевах длительного полевого опыта.....	169
Пигалов А. В., Раевская А. О., Скороходова А. Н. Изучение потенциальной возможности использования зеленных культур для укоренного разложения биоотходов.....	171
Протасова И. М., Ларикова Ю. С. Аллелопатические механизмы инвазии в методах селекции и биотехнологии.....	174
Пустобаев Л. А., Скороходов Д. М., Скороходова А. Н. Автоматизация и роботизация процесса выращивания растений в искусственных условиях.....	177
Пустобаев Л. А., Скороходов Д. М. Разработка автономной аквапонической установки.....	180

Рахимова К. Р., Новиков Н. Н.	
Диагностика азотного питания растений овса по измерению концентрации аминокислот в соке листьев.....	184
Романцова Е. В., Белошапкина О. О.	
Влияние применения протравителей на качество урожая зерна озимой пшеницы в Республике Татарстан.....	188
Рыбакова Т. Ю., Чередниченко М. Ю.	
Влияние тяжелых металлов на жизнедеятельность растений.....	191
Рыбкин И. Д., Григорьева М. В.	
Получение компоста с использованием костры конопли и бактериальной культуры на основе конского концентрата.....	194
Рыбкин И. Д., Карачанский Ю. А., Григорьева М. В.	
Технология производства компоста на основе тресты конопляного сырья с использованием биодеструктора <i>Trichoderma Viride</i>	197
Рычалина А. В., Гамзаева Р. С.	
Оценка биологической активности ризосферы ярового ячменя под влиянием микробиологических препаратов.....	200
Рычалина А. В., Илюшин Д. В., Гамзаева Р. С.	
Влияние бактериальных препаратов на микробиоту ризосферы ярового ячменя.....	204
Саввина Н. А., Гончарова М. А., Сумин А. В.	
Влияние регуляторов роста и минерального питания на накопление инулина в инулинсодержащих растениях.....	207
Сажко А. Р., Киракосян Р. Н.	
Фиторемедиация тяжелых металлов в природных биоценозах.....	210
Самарина А. Д., Кропова Ю. Г.	
Аллелопатическая активность растений семейства Яснотковые.....	213
Синицына Е. О., Савоськина О. А.	
Действие и последствие удобрений на урожайность ячменя в поле № 132 длительного полевого опыта.....	216
Соболева Н. П., Зорькина О. В.	
Влияние фунгицидов на рост и развитие растений семейства злаковых (на примере пшеницы).....	219
Тучков И. В., Чудосветова Д. Ю., Белошапкина О. О.	
Изменение показателей сухого вещества и дигестии корнеплодов сахарной свеклы при хранении.....	222
Устинова Ю. А., Тараканов И. Г.	
Зависимость продукционного процесса базилика в условиях искусственного освещения от интеграла суточной радиации.....	226
Хацыди М. А., Подковыров Е. И., Панина Ю. Д., Подковыров И. Ю.	
Физиологическая оценка скороспелых гибридов хлопчатника в условиях светло-каштановых почв.....	229

Цыгаркина А. С., Хрунов А. А. Динамика активности каталазы в растениях льна-долгуца в зависимости от форм азотных удобрений.....	232
Чеповой И. И., Бойцова М. В., Хлебникова Д. А. Влияние типа освещения на рост и развитие <i>Alternanthera Reinckii</i> Briq. в культуре <i>In Vitro</i>	236
Берковская И. А., Дубовой С. А., Болотина Е. А., Чеповой И. И., Бойцова М. В., Дидманидзе С. О., Цзин Лян, Зайцева С. М., Калашникова Е. А., Киракосян Р. Н. Особенности применения стерилизующих агентов с учетом биохимического статуса реликтовых лекарственных растений при введении в культуру <i>In vitro</i> (<i>Dioscorea Caucasia</i> , <i>Taxus Canadensis</i> , <i>Ginkgo Biloba</i> , <i>Sequoia Sempervirens</i>).....	239
Чернова М. М., Жаркова Е. К. Изучение особенностей биопрепаратов на основе микоризообразующих грибов.....	243
Шубина Е. А., Заверткин И. А. Влияние длительного применения удобрений и известкования на засоренность посевов льна-долгунца.....	247

УДК 929

ПАМЯТИ МИХАИЛА НИКОЛАЕВИЧА КОНДРАТЬЕВА

Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор, заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Ларикова Юлия Сергеевна, к.б.н., доцент кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Анисимов Александр Алексеевич, старший преподаватель кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Настоящая конференция посвящена памяти профессора кафедры физиологии растений Тимирязевской академии Михаила Николаевича Кондратьева (1939–2019).



Михаил Николаевич Кондратьев

Михаил Николаевич Кондратьев родился 6 мая 1939 года в Москве. В 1967 году с отличием окончил Московскую сельскохозяйственную академию имени К. А. Тимирязева. Становление М. Н. Кондратьева как исследователя проходило в окружении и под влиянием многих известных ученых академии. Среди них были ученый-органик И. И. Грандберг, биохимик Б. П. Плешков, а также другие ученые, повлиявшие на основные научные интересы Михаила Николаевича. После окончания академии он был направлен в аспирантуру, где была написана диссертация на соискание степени кандидата биологических наук. Многолетние экспериментальные данные были обобщены и в 1991 году состоялась защита докторской диссертации на тему: «Временная и пространственно-временная регуляция азотного обмена у растений на организменном уровне».

В молодые годы М. Н. Кондратьев в течение многих лет являлся участником почвенно-геоботанических экспедиций. Обследовал почвы Тувы и Дальнего Востока страны, разрабатывая план рационального использования земель.

Работая в биохимических лабораториях, одновременно уделял много времени изучению химии и физики. Общей характерной чертой всех работ М. Н. Кондратьева является сочетание теоретической базы и углубленных исследований. Диапазон исследований Михаила Николаевича был поразительно широк. Помимо работ в области физиологии растений, ему принадлежат труды по органической химии, агрохимии и биохимии растений, физиологии древесных растений. Кроме того он интересовался вопросами эволюции и антропологии человека. Михаил Николаевич старался проводить исследования с коллегами смежных кафедр.

Уделял большое внимание популяризации науки. Научные работы Михаила Николаевича хорошо известны. Он регулярно делал доклады на научных конференциях, съездах физиологов растений СССР и России. Профессор Кондратьев много сил и труда отдавал совершенствованию учебного процесса. Являлся автором и соавтором учебников, учебных пособий, учебно-методических пособий и разработок – более 40 наименований («Практикум по физиологии растений», «Словарь терминов и понятий по физиологии и биохимии растений», «Системный подход в экофизиологии растений», «Взаимосвязи и взаимоотношения в растительных сообществах», «Концепции современного естествознания», «Биохимические основы качества урожая», «Экофизиология семян. Формирование фитоценозов», «Физиология древесных растений»). Некоторые из них имеют несколько изданий.

Вся научная, педагогическая и активная общественная деятельность Михаила Николаевича Кондратьева была связана с Тимирязевской академией.

Профессор Кондратьев М. Н. был талантливым педагогом. Многоплановый интерес к вопросам физиологии растений привлекал к М. Н.

Кондратьеву студентов и аспирантов. В каждого дипломника и аспиранта он вкладывал знания и учил экспериментальной работе. Под научным руководством Михаила Николаевича было подготовлено и защищено более 20 кандидатских диссертаций.

М. Н. Кондратьев обладал большим кругозором и имел талант организатора. На протяжении многих лет возглавлял учебную часть Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева и учебно-методическое управление РГАУ–МСХА, был заместителем проректора по учебной работе, а также возглавлял кафедру физиологии растений. На протяжении многих лет являлся заместителем председателя Диссертационного совета по физиологии и биохимии растений, членом ряда научных советов, различных научных обществ.

Михаил Николаевич Кондратьев отличался человеческой добротой, любовью к Родине, к русской поэзии и прозе.

Многолетняя и плодотворная работа М. Н. Кондратьева получила высокую оценку со стороны академического сообщества и государства.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА ЭНДОФИТНЫХ ГРИБОВ НА МЕТАБОЛИЗМ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

Авакумов Андрей Дмитриевич, студент 4 курса института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: andrei.avakumov2002@yandex.ru

Научный руководитель – Голиванов Ярослав Юрьевич, старший преподаватель кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

***Аннотация.** Был поставлен опыт на всходах яровой тритикале, заключающийся в обработке образцов препаратом на основе метаболитов эндофитных грибов. Обработанные растения были исследованы на содержание нитратов и пигментов с целью выяснения влияния эндофитов на метаболизм яровой тритикале.*

***Ключевые слова:** тритикале, эндофиты, симбиоз, метаболизм, продуктивность.*

В настоящее время человечество заинтересовано в разработке экологически безопасных приемов раскрытия генетического потенциала культур, в том числе слабо распространенных вследствие своей недостаточной продуктивности. Примером такой культуры может служить тритикале, выступившая объектом исследований в этой работе. Данная культура интересна тем, что в ней объединяются признаки родительских форм – пшеницы и ржи. Однако качество зерна современных сортов тритикале пока не позволяет ей выступать в качестве самостоятельной пищевой культуры [1, 2]. Поиск приема, позволившего улучшить ее качество и продуктивность, повысил бы ее распространенность и значимость. Одним из таких приемов может являться применение препаратов на основе выделений эндофитов.

Сами эндофиты представляют собой группу бактериальных организмов и грибов, вступающих в мутуалистический симбиоз с растением, основанном на обмене продуктами метаболизма, в ходе которого у растений наблюдается повышение продуктивности и устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам среды [3].

В данном исследовании были рассмотрены эндофитные грибы, имеющие ряд объединяющих их морфологических и культуральных признаков: 1) отсутствие спороносящих органов размножения (что позволяет отнести их к низшим грибам); 2) многоклеточный мицелий, по мере старения имеющий септированную форму и везикулярные образования на концах гиф; 3) гранулированная плазма, рассыпающаяся при разрыве оболочки клетки; 4) погруженный рост в жидкой среде при отсутствии

поверхностного мицелия; 5) способность синтезировать пигменты разных цветов [3].

В ходе исследования каждый из семи сортообразцов был представлен двумя вариантами: с обработкой эндофитным препаратом и без нее (контроль). Для обработки использовался препарат «Никфан, Ж», полученный из продуктов метаболизма эндофитных грибов, выделенных из следующих растений: женьшень обыкновенный (*Panax ginseng*), монарда двойчатая (*Monarda didyma*), кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) и банан райский (*Musa × paradisiaca*).

Предварительно замоченные в перманганате калия и пророщенные зерновки тритикале высевались в полипропиленовые контейнеры в торфогрунт и помещались под искусственное освещение. Спустя неделю с момента проращивания растения обрабатывались препаратом в концентрации 5 мл на 750 мл воды путем опрыскивания надземной части и полива почвы в количестве 30 мл на контейнер. Спустя неделю с момента обработки проводился анализ растений на содержание нитратов и пигментов. Нитраты определялись ионометрическим методом, для работы с которым растения извлекались из почвы, отмывались, измельчались в ступке с добавлением алюмокалиевых квасцов в пропорции 25 мл на 5 гр навески. Показания ионометра переводились мг/кг сырой массы с помощью калибровочного графика. Пигменты определялись спектрофотометрическим методом в ацетоновых экстрактах (поглощение 662, 644 и 440,5 нм, соответственно), расчет концентрации пигментов проведен по уравнениям Хольма-Веттштейна. Полученные результаты ионометрического исследования отображены в таблице (таблица).

Таблица 1 – Содержание нитратов в сортообразцах яровой тритикале, мг/кг сырой массы

Сортообразец	R-80-5-128	Grego	Праг 551	Legalo	8-35-5	Гребешок	Ярило
Контроль	1195	1090	995	145	200	200	150
Опыт	736	678	920	145	150	190	140
	620	948	920	157	120	195	111
	736	55	897	52	66	-	-
Средняя	697,33±2,42	560,33±16,58	912,33±0,48	118,00±2,08	112,00±1,54	192,50±4,93	125,50±3,28

Полученные результаты показали, что у контрольных образцов наблюдается большее содержание нитратов, чем у обработанных. Это позволяет предположить, что у обработанных растений активнее протекает метаболизм, по причине чего большее количество азота идет на синтез необходимых растению соединений, а не накапливается в виде нитратов, как у контрольных.

Библиографический список

1. Частная селекция полевых культур : учебник / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария, О. А. Буко. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 544 с. – ISBN 978-5-8114-2096-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/212-315> (дата обращения: 26.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. **Кшникаткина, А. Н.** Тритикале: вопросы биологии, культивирования и использования : монография / А. Н. Кшникаткина. – Пенза : ПГАУ, 2019. – 216 с. – ISBN 978-5-907181-21-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207329> (дата обращения: 26.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. **Гельцер, Ф. Ю.** Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений / Ф. Ю. Гельцер. – М. : Издательство МСХА, 1990. – 134 с. – Текст : непосредственный.

СВЕТ КАК РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР В ПРОЦЕССЕ ФОТОСИНТЕЗА РАССАДЫ

Александрова Инга Евгеньевна, студентка 2-го курса, института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: alexsandrovainga@gmail.com

Научный руководитель – Яковлева Ольга Сергеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры физиология растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: o_s_yakovleva@mail.ru

Аннотация. Для выращивания полноценной рассады овощных, зеленных и технических культур очень важно создать хорошие условия для фотосинтеза. Значение имеет как интенсивность света, так и его спектральный состав.

Ключевые слова: фотосинтез, свет, спектральный состав, рост, рассада.

Интенсивность фотосинтеза растений регулируется интенсивностью света и его спектральным составом. Для выращивания качественной рассады необходимо правильно подобрать освещение и в плане интенсивности света, длительности освещения и спектрального состава света [1, 2]. Для нормального фотосинтеза необходим синий (420...450 нм) и красный (620...680 нм) свет. Именно эти лучи поглощают молекулы хлорофилла, основные фотосинтетические пигменты. И именно эти спектры работают на фотосинтез.

Но свет играет не только энергетическую роль, но и регуляторную. Во время цветения преимущественно красные волны, в диапазоне 620...680 нм, способствуют вегетативному росту стеблей, цветению и плодоношению – этими процессами управляет фитохром (белок, который чувствителен к свету в красной и дальней красной области видимого спектра). Зеленый (495...570 нм): хлорофилл а и b отражает большую часть зеленого света. Исследования показывают, что зеленый свет у некоторых растений может оказывать положительное влияние на рост растений. Возможно, зеленый спектр проникает глубоко в растения, стимулируя фотосинтез там, где другой спектр не может [4, 5]. Ультрафиолетовое излучение (320...400 нм) может повлиять на рост коротких междоузлий и толстых листьев, то есть к увеличению производства биомассы. Однако, слишком много энергии ультрафиолетового излучения вредно для растений, поскольку оно негативно влияет на ДНК и мембраны растения.

Из всего вышесказанного мы сделаем вывод: зная о всех спектрах дневного света, мы можем «управлять» нашей рассадой. Для того, чтобы

нормализовать процесс фотосинтеза, а также роста и развития растений нужно организовать, прежде всего, оптимальное освещение. Яркой иллюстрацией являются опыты, проводимые в полностью контролируемых условиях, когда растению совсем недоступно естественное освещение. Это могут быть фабрики растений, особенно популярные в последнее время, и космические оранжереи. В качестве примера мы можем привести данные одного эксперимента [3].

В ходе 3-факторного эксперимента с 24-дневными вегетациями посевов китайской капусты *Brassica chinensis* L. продемонстрирована зависимость накопления массы сухого вещества растений от режимов освещения посевов с помощью разработанного облучателя, выполненного на основе белых (цветовая температура 4000 К) и красных (660 нм) светодиодов (СД). По результатам эксперимента были построены регрессионные зависимости накопленной растениями массы сухого вещества, а также критерия оптимальности режима освещения – произведения массы накопленного растениями сухого вещества на КПД фотосинтеза посева растений от 3 параметров светодиодного режима освещения: от плотности потока фотонов (ППФ), падающего на посев, от соотношения ППФ от красных и белых СД и от периода следования световых импульсов. Этот эксперимент наглядно нам показывает, как освещение влияет на фотосинтезирующий процесс и развитие растения в целом.

Библиографический список

1. **Козлова, И. В.** Продуктивность фотосинтеза консервных сортов и гибридов томата / Козлова И. В., Грушанин А. И., Бут Н. Н. // Рисоводство. – 2019. – № 1(42), – С. 73–77.
2. **Козлова, И. В.** Влияние освещения различными типами ламп на рост и развитие растений томата / Козлова И.В. // Рисоводство. – 2022. – № 1(54), – С. 65–70.
3. **Коновалова, И. О.** Обоснование оптимальных режимов освещения растений для космической оранжереи «Витацикл-Т» / Беркович Ю. А., Ерохин А. Н., Смолянина С. О., Яковлева О. С., Знаменский А. И., Тараканов И. Г., Радченко С. Г., Лапач С. Н. // Аэрокосмическая и экологическая медицина. – 2016. – Т. 50. – № 4, – С. 35–41.
4. **Порохин, С. В.** Влияние соотношений красного к дальнему красному спектру излучения на растения *Nicotiana rustica* L. / Порохин С. В., Яковлева О. С., Тараканов И. Г. // Инновационные научные исследования в современном мире. – Уфа, 2021. – С.68-74.
5. **Яковлева, О. С.** Реакция растений базилика евгенольного на спектральный состав света / Яковлева О. С., Пыльцин Д. А., Тараканов И. Г. // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. – Пенза, 2020. – С. 174–176.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА МИКРООРГАНИЗМЫ РИЗОСФЕРЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

*Аникина Дарья Сергеевна, магистрантка 2 курса института
Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: black-cat99@inbox.ru*

*Научный руководитель – Ванькова Анна Андреевна, к.б.н., доцент
кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА
имени К. А. Тимирязева, e-mail: avankova@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** Работа посвящена изучению взаимодействия и взаимовлияния растительного и микробного компонентов почвы в условиях сильного загрязнения почв тяжелыми металлами. С помощью метода секвенирования участка 16S рРНК с универсальными праймерами 8 UA/519B определили наиболее чувствительные к загрязнению ТМ микроорганизмы.*

***Ключевые слова:** яровая пшеница, микроорганизмы, тяжелые металлы, ризосферная почва.*

За счет антропогенного воздействия происходят негативные изменения не только в структуре, но и в функционировании различных биогеоценозов. В частности, такие распространенные поллютанты, как тяжелые металлы (ТМ), аккумулируются в педосфере и тем самым нарушают микробиологические процессы. Загрязнители также снижают количество полезных микроорганизмов, что с агрономической точки зрения, отрицательно сказывается на растениях.

Общеизвестный факт, что молибден, цинк, медь, марганец и некоторые другие элементы, являющиеся ТМ, находятся в составе ферментов, следовательно, их присутствие в небольших количествах стимулирует метаболическую активность и рост микроорганизмов. Стоит отметить, что более высокие концентрации поллютантов способствуют снижению биологической активности, таким образом, изменяется видовое разнообразие сообществ микроорганизмов [3].

На данный момент времени актуальной задачей остается изучение взаимодействия и взаимовлияния микробного и растительного компонентов почвы в условиях сильного загрязнения почв ТМ, т. к. растения играют большую роль в формировании сообществ микроорганизмов.

Цель исследования – изучить влияние ТМ на микроорганизмы ризосферы мягкой яровой пшеницы.

Объектами исследования выступали сорта мягкой яровой пшеницы: «Оренбургская 22» и «Агата». Закладку опыта проводили в вегетационном домике, расположенном напротив 17 учебного корпуса. Эксперимент осу-

шествовали в трехкратной повторности с использованием сосудов Митчеллиха объемом 5 л. Субстрат представлял из себя дерново-подзолистую легкосуглинистую почву на моренных суглинках. Перед закладкой опыта в сосуды вносили растворы солей ТМ, таких как $MnSO_4 \cdot 5H_2O$; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$, в концентрациях, превышающих норматив в 3 раза, а именно, 1.06 г, 35.4 мг и 20.6 мг на кг почвы соответственно. В качестве норматива использовали ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) и предельно-допустимые концентрации (ПДК) для дерново-подзолистых суглинистых почв с pH_{KCl} менее 5,5. В контрольных вариантах внесение ТМ не проводили. Отбор ризосферной почвы для микробиологического анализа осуществляли в фазу молочно-восковой спелости яровой пшеницы.

Для выделения микроорганизмов ризосферы применяли метод последовательных отмываний корней по Теппер. При определении количественного и качественного состава микрофлоры растений использовали метод посева почвенных суспензий на питательную среду МПА. Исследование проводили в трехкратной повторности. Учет колониеобразующих единиц (КОЕ) осуществляли на пятые сутки культивирования.

На территории ФГБУ «ВНИИКР» в отделе фитопатологии проводили идентификацию бактериальных изолятов методом секвенирования участка 16S рРНК с универсальными праймерами 8 UA/519.

В результате сравнительного изучения сортов яровой пшеницы установлено, что качественный состав микрофлоры неодинаков, а также имеются количественные различия микробного населения. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количественная характеристика микроорганизмов ризосферы 2020 год

Вариант	Общее количество микроорганизмов на 1 г абсолютно сухой почвы (млн КОЕ/г)	Количество доминирующих микроорганизмов на 1 г абсолютно сухой почвы (млн КОЕ/г)	Доля доминирующих микроорганизмов от общего числа, %	Доминирующие микроорганизмы
Сорт «Оренбургская 22»				
Контроль	6,08 ± 0,91	2,43± 0,60	40	<i>Streptomyces sp.</i>
Mn^{2+}	1,20 ± 0,22	0,50± 0,15	42	<i>Pseudomonas sp.</i>
Cu^{2+}	0,30 ± 0,02	0,14± 0,10	46	<i>Pseudomonas sp.</i>
Cd^{2+}	0,17 ± 0,01	0,12± 0,01	70	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
Сорт «Агата»				
Контроль	4,20 ± 0,53	1,76± 0,20	42	<i>Pseudomonas sp.</i>
Mn^{2+}	0,36 ± 0,10	0,16± 0,001	45	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
Cu^{2+}	0,08± 0,01	0,04 ± 0,01	50	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
Cd^{2+}	0,03± 0,01	0,02± 0,001	58	<i>Pseudomonas fluorescens</i>

Так, судя по количеству микроорганизмов на 1 г абсолютно сухой почвы, резкое снижение численности наблюдается у сорта «Агата». По токсичности в отношении бактерий тяжелые металлы образуют ряд: Cd>Cu>Mn.

По некоторым литературным данным [1–3], наиболее чувствительными к загрязнению ТМ являются бациллы, нитрифицирующие микроорганизмы. Намного устойчивее – стрептомицеты, псевдомонады и целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Грамположительные бактерии более чувствительны к действию ТМ в отличие от грамотрицательных. Большинство почвенных стрептомицетов могут сорбировать и накапливать ТМ. А способностью переводить металлы в летучую форму обладают бактерии рода *Clostridium* и рода *Pseudomonas*.

Таким образом, видовой состав почвенных микроорганизмов использовался в качестве критерия для качественной оценки загрязняющего действия тяжелых металлов в почве. Так, под действием ТМ у изучаемых сортов яровой пшеницы наблюдается снижение и дальнейшее исчезновение бактерий рода *Bacillus*. Наибольшей устойчивостью к загрязнению обладают *Streptomyces*, и *Pseudomonas*.

Загрязнение почвы ТМ (Cu^{2+} , Mn^{2+} и Cd^{2+}) негативно влияет на показатели биологической активности в ризосфере яровой пшеницы, а именно, снижает численность бактерий. По токсичности в отношении бактерий поллютанты образуют ряд: Cd>Cu>Mn. Наиболее чувствительные к загрязнению ТМ оказались следующие микроорганизмы: бактерии рода *Bacillus*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Sarcina*, наименее – бактерии рода *Pseudomonas*. Таким образом, сорт «Оренбургская 22» оказался наиболее устойчив к действию ТМ в отличие от сорта «Агата».

Библиографический список

1. **Войтович, Н. В.** Сортовые технологии яровой мягкой пшеницы на дерново-подзолистых почвах / Н. В. Войтович, П. М. Политыко, Е. Ф. Киселев, А. В. Осипова, В. М. Никифоров // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2019. – № 5. – С. 23–27.
2. **Ву, В. З.** Роль органических кислот в механизмах устойчивости растений амаранта к действию тяжелых металлов // Ву В.З. – Дисс. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2018. – 178 с.
3. **Овсиенко, О. Л.** Регулирование микробиологических процессов в ризосфере пшеницы при воздействии тяжелых металлов / О. Л. Овсиенко, В. С. Паштецкий, Л. А. Чайковская // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 5 (159). – С. 44–52.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ ПЛОТНОГО СЛОЖЕНИЯ

Аракчеева Алина Николаевна, студентка 6 курса факультета пищевых технологий ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: arakcheeva03@yandex.ru

Научный руководитель – Тутарашвили Ксения Гочаевна, аспирантка кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: kseniatutarashvili1996@mail.ru

***Аннотация.** Исследована возможность фиторемедиации нефтезагрязненной каменистой почвы путем внесения соломы и высева семян овса и горчицы белой. Рекомендована предпосевная обработка препаратом Лигногумат марка Б калийный. Не следует вносить минеральные удобрения при посеве.*

***Ключевые слова:** горчица, овес, пшеница, ячмень, рекультивация, биологически активные вещества.*

Нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных и токсичных веществ на территориях, нарушенных в результате антропогенной деятельности [1, 2]. Проблема рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами чаще всего затруднена чрезвычайно высоким уровнем их загрязнения, препятствующим деятельности бактерий, окисляющих углеводороды, и естественному самоочищению [3, 4].

Растения, используемые для фиторемедиации, должны быть устойчивых видов [5], так как они испытывают стресс на нефтезагрязненной почве. Они должны адаптироваться и акклиматизироваться, вступить в симбиоз с микроорганизмами. Для снижения уровня стресса следует применять биологически активные вещества. Рекультивацию можно считать завершенной после создания густого и устойчивого травостоя.

Для проведения эксперимента был подготовлен сильнокаменистый грунт, а также был использован для сравнения торф. Половину образцов оставляли без внесения нефти, в другие образцы были внесены нефтепродукты (сырая нефть), чтобы ее концентрация составляла 3000 мг/кг грунта. На подготовленный грунт были высеяны семена горчицы, овса, пшеницы, ячменя [0] при различных условиях. Для улучшения условий культивирования в каменистый грунт были внесены раствор Гельригеля, лигногумат-калийный Марка Б 1 л/га, Фертикс Марка А1 л/га, солома и препарат на основе бишофита УГ 200 мл/га.

Эксперимент показал, что такие растения, как горчица и овес лучше приспособились к условиям сильнокаменистого грунта и загрязненной нефтью почве. Рекомендован одновременный высев в солому однолетних

и многолетних трав: овес и горчица белая. Эти растения обладают высокой устойчивостью и показали наилучшие результаты в модельном опыте.

Для создания благоприятных условий для семян в грунт следует вбить деревянные колышки на расстоянии 1 м друг от друга. Между колышками разместить ветки деревьев лиственных пород, солому рыхлым слоем. Растительный материал увлажнить после внесения.



Рисунок 1 – Внешний вид растений, выращенных на нефтезагрязненном грунте:

- 1 ряд слева направо: контроль грунт, контроль грунт + нефть, гравий + раствор Гельригеля, гравий + раствор Гельригеля + нефть;
2 ряд слева направо: гравий + лигногумат Марка Б, гравий + лигногумат Марка Б + нефть, гравий + Фертикс Марка А, гравий + Фертикс Марка А + нефть; 3 ряд слева направо: гравий + солома, гравий + солома + нефть, гравий + УГ, гравий + УГ + нефть

Следует провести предпосевную обработку семян препаратом Лигногумат марка Б калийный, норма расхода – 0,5 л/т. Расход рабочей жидкости 10...15 л/т. Благодаря высокому стимулирующему эффекту обработка посевного материала позволит значительно усилить рост и развитие корневой системы растений на первых этапах роста. Перед посевом не следует вносить минеральные удобрения, но можно провести подкормку минеральными удобрениями во время вегетации.

Библиографический список

1. **Околелова А. А.** Почвы урболандшафтов: монография / А. А. Околелова, В. Ф. Желтобрюхов, Е. Э. Нефедьева, Г. С. Егорова; ВолгГТУ. – Волгоград, – 2020. – 92 с.

2. Determination of the state of oil-contaminated soils / А. А. Околелова, Е. Э. Нефедьева, К. Г. Тутарашвили, Г. С. Егорова, В. Ф. Желтобрюхов // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 848 : V International Workshop on Innovations in Agro and Food Technologies (WIAFT-V-2021) (Volgograd, Russian Federation, 17–18 June 2021) / Krasnoyarsk State Agrarian University, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production [et al.]. – [IOP Publishing], 2021. – 5 p.

3. **Околелова, А. А.** Деградация, ремедиация и биоиндексация почв: учебное пособие / А. А. Околелова, Г. С. Егорова, Е. Э. Нефедьева. – Волгоград, 2022. – 144 с.

4. **Околелова, А. А.** Ремедиация почв: учеб. пособие / А. А. Околелова, Е. Э. Нефедьева; ВолГГТУ. – Волгоград, 2022. – 152 с.

5. Assortment of herbaceous plants for remediation of soils contaminated with oil products and heavy metals / Е. Э. Нефедьева, Г. А. Севрюкова, В. Ф. Желтобрюхов, Н. В. Грачева, А. Ю. А. Абдулаббас // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 421 : 2nd International Scientific Conference «AGRITECH-II-2019: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» (Krasnoyarsk, Russia, 13–14 November, 2019). – [IOP Publishing], 2020. – 7 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССОВ ФЕНИЛПИРРОЛОВ И ТРИАЗОЛОВ В СОСТАВЕ ФУНГИЦИДНОГО ПРОТРАВИТЕЛЯ СЕМЯН

Берко Андрей Сергеевич, студент 6 курса факультета пищевых технологий ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: berko.andrey@mail.ru

Научный руководитель – Сухова Елена Андреевна, аспирантка кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: saneeva.elena@yandex.ru

Аннотация. Исследовано влияние представителей классов фенилпирролов и триазолов и их комбинаций на прорастание зерновок пшеницы. Комбинации д.в., одинаково влияющие на всхожесть и рост корней и побегов проростка, не совпадали. Механизмы этих влияний, по-видимому, различаются.

Ключевые слова: *Triticum aestivum*L., всхожесть, прорастание, ретардантное действие, рост, корень, побег.

Агротехнологии зерновых культур включают протравливание семян как обязательный прием [1]. Фунгицидные протравители обладают широким спектром действия против наружных и внутренних инфекций, оказывают положительное влияние на рост и продуктивность культур [2].

Одной из проблем применения фунгицидных протравителей является фитотоксичность фунгицидов по отношению к защищаемым растениям и их влияние на продукцию микотоксинов фитопатогенным грибом – токсигенностью [3]. Исследования всхожести проростков при разработке препаратов позволяют решить проблему [4]. Комбинации действующих веществ в препарате должны обеспечить высокую эффективность против возбудителей болезней, а также не оказывать фитотоксического действия на защищаемую культуру [5].

Целью работы было выявление особенностей фитотоксического действия фунгицидов – представителей классов фенилпирролов и триазолов в составе протравителя семян, применяемого для защиты растений.

Известно, что наибольшим подавляющим действием на всхожесть и рост побегов обладает представитель класса триазолов ципроконазол [6]. Представитель класса фенилпирролов флудиоксонилне подавляет рост проростков [5]. Представитель класса имидазолов прохлораз обладает низкой фитотоксичностью [6, 7]. Представители триазолов также в определенных комбинациях и сочетаниях могут успешно применяться для создания безопасных протравителей [5, 7].

Для анализа использовали семена пшеницы мягкой озимой сорта Гром. Определяли всхожесть по ГОСТ 12038–84 [8]. Измеряли длину зародышевых осевых органов – побега и корня через 8 суток после начала проращивания.

На рисунке 1а показано влияние комбинации представителя триазолов (Pt) и представителя фенилпирролов (F) на всхожесть. Видно значительное количество мертвых зерновок – от 25 до 65 % в сравнении с контролем, в котором было 5 % мертвых зерновок. Наиболее высокий процент мертвых зерновок выявлен в дозе PtF 10:10. Положительная тенденция отмечалась при минимальной дозе фенилпиррола 5 ppm. Высокая всхожесть отмечена под влиянием PtF 10:5.

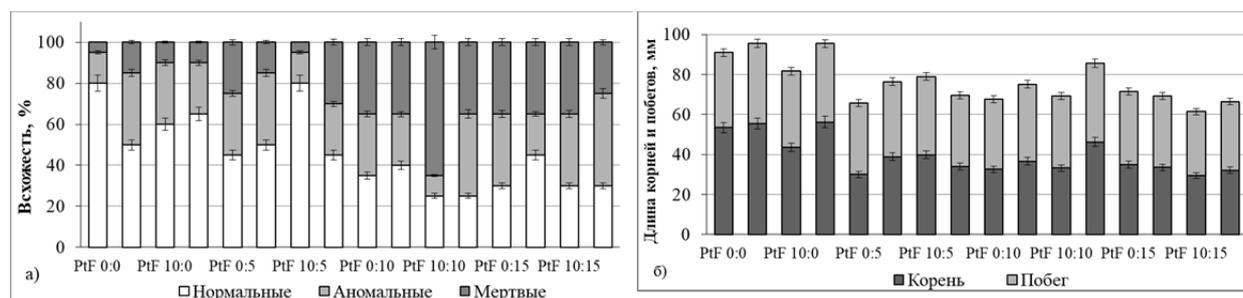


Рисунок 1 – Влияние протравителей на проращивание пшеницы:

а – всхожесть зерновок; *б* – рост проростков;

Pt – представитель триазолов; F – представитель фенилпирролов

По данным рисунка 1б растворы протравителей оказывали незначительное влияние на рост побегов и корней. Большинство значений находятся на уровне контроля. Наибольшее фитотоксическое действие отмечено в варианте PtF 10:15 и PtF 15:15.

Выявлено, что исследуемые д.в. фунгицидов оказывали влияние на всхожесть пшеницы. Pt увеличивал всхожесть, F способствовал снижению всхожести. Следует говорить о токсическом действии д.в., подразумевая снижение всхожести (уменьшение доли нормальных проростков), увеличение количества аномальных проростков (появление морфологических нарушений), увеличение количества мертвых семян (острая летальность).

Кроме токсического, д.в. обладают рострегулирующим действием, т. е. стимулируют или ингибируют рост побегов и/или корней проростков. В проведенных исследованиях Pt усиливал рост проростка, F – тормозил (проявлял ретардантное действие). Следует учитывать, что такое влияние проявилось на проростках пшеницы среднеспелого сорта короткой-средней длины. У индивидуальных д.в. токсические и рострегулирующие свойства практически совпадали.

Наиболее токсичными были сочетания PtF 10:10, 15:10, 10:15, 15:15. Увеличивал всхожесть PtF 10:5. Ингибировали рост проростков пшеницы сочетания PtF 10:15, 15:15. Стимулировал рост PtF 15:10. В большинстве

комбинации, снижающие всхожесть и ингибирующие рост или увеличивающие всхожесть и стимулирующие рост, не совпадали. Следовательно, фитотоксичность д.в. фунгицидов и их комбинаций заключается в токсическом действии с одной стороны и ретардантном действии – с другой стороны. Механизмы этих влияний, по-видимому, различаются.

Библиографический список

1. **Шильникова, Н. В.** Влияние пестицидов на биоценоз почвенного покрова / Н. В. Шильникова, Т. В. Андрияшина // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 7. – С. 140–144.

2. **Губарева, С. Н.** Эффективность предпосевной обработки семян против корневой гнили в Восточном Казахстане // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 40–42.

3. **Байбакова Е. В., Нефедьева Е. Э., Белицкая М. Н., Грибуст И. Р., Косогорина М. Д., Севрюкова Г. А.** // BIOWebofConferences. Vol. 23 : II International Scientific Conference «Plants and Microbes: The Future of Biotechnology (PLAMIC2020)» (Saratov, Russia, October 5–9, 2020) : proceedings / ed. by D. Solovyev, G. Burygin ; Vavilovs Saratov State Agrarian University. – [Publisher: EDP Sciences], 2020. – 6 p.

4. **Байбакова, Е. В.** Анализ эффективности и фитотоксичности нового трехкомпонентного фунгицида / Е.В. Байбакова, Е.Э. Нефедьева // Аграрная наука. – 2019. – № S2 : [Специальный выпуск к Международной научно-практической конференции «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям», посвященной 100-летию монографии Н. И. Вавилова]. – С. 160–164.

5. **Байбакова, Е. В.** Физиологические особенности действия флудиоксонила и ципроконазола на прорастание зерновок пшеницы / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, С. Л. Белопухов, О. В. Зорькина, В. Ф. Желтобрюхов, О. В. Колотова, И. В. Могилевская // АгроЭкоИнфо : электронный журнал. – 2021. – № 3 (45). – 19 с.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РФ

Бессуднова Александра Гочиевна, студентка 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: alex2003.01@mail.ru

Научный руководитель – Белолюбцев Александр Иванович, д.с.х.н., профессор, заведующий кафедрой метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: abelolyubcev@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Анализ теплового режима территории Центрального Нечерноземья и обеспеченности им сельскохозяйственных растений свидетельствует о существенных экологических изменениях среды обитания агроландшафтов, обусловленных воздействием глобального потепления климата. Это предполагает разработку и применение эффективных упреждающих мер адаптивного характера в новых условиях землепользования.*

***Ключевые слова:** изменения климата, температура воздуха, сумма температур, теплообеспеченность, агроландшафты, адаптация.*

В современных условиях производства продукции растениеводства особую актуальность приобретает рациональная хозяйственная деятельность, предупреждение неблагоприятных антропогенных, и, особенно, обострившихся в последние годы, природных воздействий на агроландшафты. Природное вмешательство в безопасное функционирование агроландшафтов, динамику, интенсивность и направленность продукционного процесса сельскохозяйственных культур сопровождается нарушением экологического равновесия, снижением почвенного плодородия, изменением растительного покрова и, как следствие, снижением продуктивности агроландшафтов [1–5].

Смена экологической обстановки в результате глобального потепления климата оказала существенное влияние на многие факторы и условия развития сельскохозяйственных растений, и прежде всего на теплообеспеченность территории. Температура приземного слоя воздуха играет существенную роль в жизни растений, определяя условия их безопасного функционирования. Для большинства физиологических процессов, связанных с питанием, дыханием, формированием вегетативной массы необходим оптимальный температурный режим. Повышение температуры воздуха, обеспечивает усиление основных процессов жизнедеятельности сельскохозяйственных культур. Именно поэтому так важно создать наиболее оптимальные условия их роста и развития.

Особенно показательны для районов Центрального Нечерноземья изменения в тепловом режиме при рассмотрении динамики сумм активных температур выше 10 °С основного вегетационного периода, которые характеризуют ресурсы тепла территории, потребности сельскохозяйственных культур в тепле и обеспеченность им сельскохозяйственных растений. По данным метеорологической обсерватории имени В. А. Михельсона за последний 20-летний период наблюдений наименьшая их сумма составляет 2211 °С (2017 г.), а наибольшая – 2914 °С (2010 г.), где отклонения превышают 700 °С. Это очередной раз свидетельствует о разбалансированности и существенных колебаниях теплообеспеченности территории Центрального Нечерноземья на фоне нарушения общей устойчивости глобальной климатической системы (таблица 1).

Рассматривая динамику колебаний теплового режима за весь 140 летний период непрерывных метеорологических наблюдений обсерватории В. А. Михельсона, то можно также обнаружить закономерности: низкий уровень тепла в начале XX в. (1900–1915 гг.), с суммой температур 1840...1880 °С; рост сумм тепла в 30-е годы – 2240...2290 °С и падение теплообеспеченности территории в 60-е и начало 70-х годов до уровня 2100 °С, с существенными колебаниями сумм температур выше 10 °С по годам (рисунок).

Резкий подъем уровня теплообеспеченности территории отмечен в конце XX и начале XXI веков. Так, если 100-летняя норма сумм активных температур выше 10 °С в период вегетации за 1881–1980 гг. составила 2072 °С, то за последние два десятилетия (2002–2021 гг.) она увеличилась в среднем до 2575 °С, или более чем на 500 °С. Это обеспечивает существенный агрометеорологический резерв для пересмотра выращивания районированных сортов и гибридов в пользу более теплолюбивых и высокопродуктивных сельскохозяйственных культур.

Таблица 1 – Сумма активных температур воздуха выше 10 °С 2002–2021 гг. (обсерватория им. В. А. Михельсона РГАУ–МСХА)

Год	$\sum_{\text{так} > 10^\circ\text{C}}$	Год	$\sum_{\text{так} > 10^\circ\text{C}}$
2002	2561	2012	2809
2003	2529	2013	2660
2004	2333	2014	2692
2005	2400	2015	2587
2006	2527	2016	2564
2007	2595	2017	2211
2008	2296	2018	2751
2009	2505	2019	2513
2010	2914	2020	2657
2011	2783	2021	2618

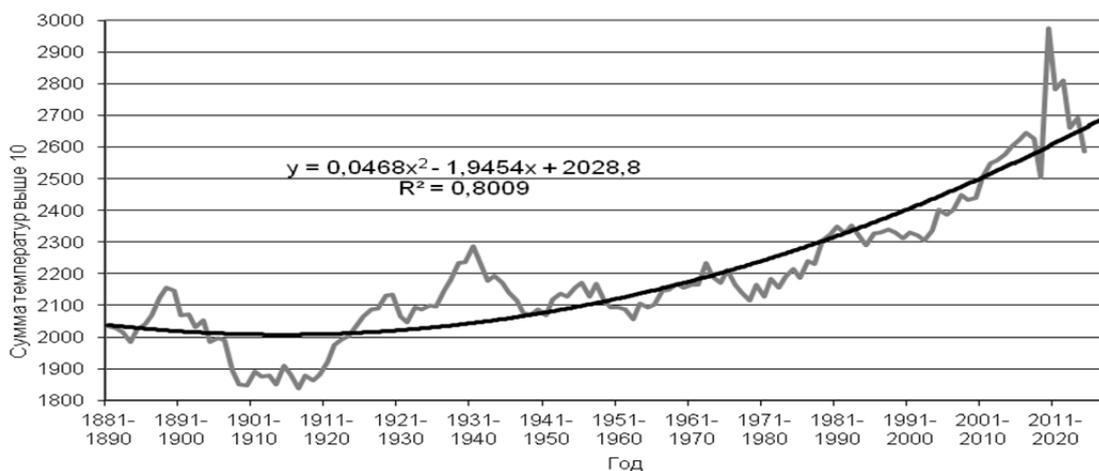


Рисунок 1 – Тренд сумм температур воздуха по скользящим десятилетиям, 1881–2021 годы

Таким образом, результаты анализа теплового режима территории Центрального Нечерноземья и обеспеченности им сельскохозяйственных культур в последние десятилетия свидетельствуют о существенных экологических изменениях среды обитания агроландшафтов, обусловленных воздействием потепления климата зоны. Следовательно, это определяет острую необходимость поиска и применения эффективных упреждающих мероприятий адаптивного характера. Сравнительный анализ многолетних данных позволяет наглядно оценить влияние текущих и ожидаемых колебаний и глобальных изменений климата на динамику роста и развития растений, интенсивность и направленность продукционного процесса; определить последствия этих изменений на общую продуктивную устойчивость агроландшафтов; по-новому взглянуть на сельскохозяйственный потенциал климата зоны и более рационально его использовать; проанализировать эффективность освоенных, рекомендуемых наукой и производством агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур, а также оценить целесообразность их применения в сложившихся почвенно-климатических условиях.

Библиографический список

1. Агроклиматическое обеспечение процессов воспроизводства плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в длительном полевом опыте РГАУ–МСХА. В сборнике: Длительному полевому стационарному опыту ТСХА 100 лет. Итоги научных исследований. – М., – 2012. – С. 24–49.
2. Белолобцев, А. И. Агроклиматическая оценка продуктивности фитоценозов на склоновых землях / А. И. Белолобцев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2010. – № 4. – С. 52–61.

3. **Белолубцев, А. И.** Изменения агрофизических показателей плодородия эродированных почв под влиянием глобального потепления климата / А. И. Белолубцев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2009. – № 4. – С. 31–42.

4. **Белолубцев, А. И.** Биоклиматический потенциал агроэкосистем / А. И. Белолубцев, В. А. Сенников / Учебное пособие. М., – 2012.

5. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата. Г. А. Романенко, А. А. Завалин, В. П. Якушев, В. И. Кирюшин, и др. Резюме коллективной монографии / Санкт-Петербург, 2009.

ПЕРВИЧНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ БАТАТА (*IPOMOEA BATATAS* LAM.) В 2022 ГОДУ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Бобков Виталий Сергеевич, магистрант кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Аннотация. В статье приведены результаты рекогносцировочного опыта по изучению урожайности и структуры урожая новых генетических образцов батата в условиях Московской области на супесчаных почвах в 2022 году.

Ключевые слова: батат, селекция, супесчаная почва, ЦРНЗ.

Батат представляет собой растение с травянистыми длинными стелющимися стеблями – лианами. По величине жизненного цикла его можно обозначить как многолетник, но при его выращивании для получения товарного урожая часто его рост и развитие ограничивают до одного года. Листья простого строения, имеют сердцевидную или пальчато-рассеченную форму. Лианы могут быть окрашены в различные оттенки зеленого (от темно-зеленого, до светлого, почти салатового) или фиолетового цвета. При прорастании из семени растение формирует стержневую корневую систему, а при вегетативном размножении (черенками) – мочковатую.

Пищевая ценность данной культуры также не может остаться без внимания. В корневых клубнях содержится: крахмала 25...32 %, сахаров 3...6 %, белка до 3 %.

Для получения стабильного урожая хорошего качества необходимо выращивать батат на почвах, имеющих легкий гранулометрический состав, хорошую водо- и воздухопроницаемость, рН 6.0. Вынос элементов питания на 12 т продукции: N – 33...37 кг/га, P₂O₅ – 9...14,5 кг/га, K₂O – 33...72 кг/га. Батат хорошо отзывается на перепревший навоз и компосты [2].

Цель исследования. Определение наиболее урожайных генотипов батата среди новых образцов, поступивших в коллекцию.

Объектом для исследования послужили следующие коллекционные образцы батата: Бонита, Белый НБС, Сухумский, Ла, Бразильский, Рубин Каролины, Ковингтон, Оранж ункор, Дружковский, Джорджия Джет, Голден, Пурпл 1, Челентано, Тайнунг Т-65, Кумара, Вардаман, Пурпл 2, Хар Бей, Индийский. Они были получены из частных коллекций огородников-любителей. Поэтому происхождение их неизвестно.

Урожайность после уборки учитывали поделяночно путем взвешивания на технических весах. Анализ данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа.

Исследование было проведено на базе ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха» в 2021 году. Средняя температура воздуха за вегетационный период с начала июня до конца августа составила 21,4 при норме 17,5 °С. Всего осадков за вегетационный период выпало 178,1 мм при норме 212,0 мм. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 1963,8 °С (рисунок 1). ГТК был равен 1,096 (слабозасушливый). Почвы дерново-подзолистые, супесчаные.

В целом по температуре сложились удовлетворительные условия для роста и развития батата, но недостаточные по влагообеспеченности и длине вегетационного периода (90 дней вместо 120).

До посадки почва была подготовлена, как под картофель, на гребни была постелена пленка. Высадка черенков длиной 20...30 см с 4–5 узлами производилась по схеме 70 × 40 см с последующим поливом. В течение вегетации батат поливали по мере необходимости.

В опыте каждый вариант был высажен на делянке по 10 растений в гребне бесповторно.

Таблица 1 – Анализ урожайности и ее структуры у различных коллекционных образцов батата

Сорт	Среднее по растению		
	масса корнеклубней с растения, кг	число корнеклубней, шт.	масса одного корнеклубня, кг
Бонита	0,66	7,50	0,09
Белый НБС	0,57	3,73	0,15
Сухумский	0,49	4,83	0,10
Ла	0,48	1,17	0,41
Бразильский	0,41	6,14	0,07
Рубин Каролины	0,39	7,12	0,06
Ковингтон	0,38	2,00	0,19
Оранж ункор	0,32	3,83	0,08
Дружковский	0,31	3,86	0,08
Джорджия Джет	0,29	4,82	0,06
Голден	0,28	4,86	0,06
Пурпл 1	0,26	2,38	0,11
Челентано	0,26	4,13	0,06
Тайнунг Т-65	0,24	1,37	0,18
Кумара	0,18	2,75	0,07
Вардаман	0,14	2,67	0,05
Пурпл 2	0,13	1,92	0,07
Хар Бей	0,05	1,56	0,03
Индийский	0,02	1,00	0,02

Выкопку урожая проводили в конце августа, по прошествии трех месяцев с начала вегетации. По прошествии лечебного периода (7 дней) проводили взвешивание корнеклубней.

Коллекционные образцы батата значительно отличались между собой по урожайности и структуре урожая. Результаты исследования представлены ниже (таблица 1).

Средняя продуктивность одного растения сильно варьировала по образцам: от 0,66...0,48 кг у образцов Бонита Белый НБС, Сухумский и Ла до 0,18...0,02 кг у образцов Индийский, Кумара, Вардаман, Пурпл 2, Хар Бей.

Образцы Бонита Белый НБС и Сухумский имели хорошее число клубней с растения (7,5–4,8 шт.) и среднюю массу одного корнеклубня (0,09...0,15 кг), что хорошо для масштабирования производства батата в России.

В результате исследования было установлено, что коллекционные образцы батата: Бонита, Белый НБС, Сухумский, Ла, оказались наиболее пригодными к выращиванию в условиях Московской области, а коллекционные образцы: Кумара, Вардаман, Пурпл 2, Хар Бей, Индийский – не пригодны.

Библиографический список

1. **Алексеев, В. П.** Батат. Итоги работы за 1930-1933 гг // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Ленинград: Изд. Всесоюзного института растениеводства НКЗ СССР. – 1934. – С. 115–122.

2. **Ермакова, В. Е.** Тропическое и субтропическое мелиоративное земледелие. – Московский ордена Трудового Красного Знамени гидромелиоративный институт. М. , 1987. – 63 С.

3. **Жуковский, П. М.** Культурные растения и их сородичи. М. : Колос, 1971. – С. 284–287.

4. **Тютин, М. Г.** Батат (the sweet potato) // Всесоюзный научно-исследовательский институт субтропических культур. – Сухум : Абгиза. – 1934. – 35 С.

ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Бурмистрова Анастасия Сергеевна, студентка 5 курса химико-технологического факультета ФГБОУ ВО ВолгГТУ,
e-mail: burmistrova-anastasija@mail.ru

Коробейник Наталья Сергеевна, студентка 5 курса химико-технологического факультета ФГБОУ ВО ВолгГТУ,
e-mail: natasha.natalu1999@mail.ru

Научный руководитель – Филимонова Светлана Дмитриевна, аспирантка кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: sveta.filimonova98@yandex.ru

Аннотация. Исследованы методы преодоления фитотоксического действия азоксистробина, вызывающего пожелтение листьев пшеницы, особенно в условиях засухи. Эффективно использовать агидол, 4-хлорфеноксиуксусную кислоту в концентрации 5...10 мг/л и 6-БАП. **Ключевые слова:** *Triticum aestivum* L., азоксистробин, регуляторы роста, хлорфеноксиуксусная кислота; 6-бензиламинопурин, агидол, янтарная кислота.

Многие фунгициды, помимо защитного действия, проявляют токсичность [1–3]. Уменьшение негативного действия фунгицидов обеспечивают путем снижения доз отдельных действующих веществ в комплексном препарате, включающем несколько фунгицидов, а также путем деструкции фунгицидов [4, 5]. Для выяснения возможностей уменьшения токсичности азоксистробина опыты проводили в 3 повторностях, включающих 15–20 отрезков средней части второго листа проростков пшеницы. Длина отрезков составляла 12...15 мм. Листья промывали в воде с добавлением моющих средств для удаления поверхностной микрофлоры. Для моделирования засухи отрезки листьев помещали на 1 час в 0,5 М раствор глюкозы (осмотический потенциал – 12,38 атм при температуре 25 °С) с добавлением ПЭГ600 для улучшения смачиваемости листьев до потери тургора. Затем отрезки листьев помещали на 30 мин в 0,3 М раствор сахарозы (осмотический потенциал – 7,43 атм при температуре 25 °С), содержащий фунгицид. Изменение осмотического потенциала воды обеспечило поглощение воды и фунгицида клетками. Обработанные отрезки листьев переносили в чашки Петри с 1...2 мл раствора фунгицида, приготовленного на 0,3 М растворе сахарозы с добавлением веществ, снижающих фитотоксичность. Через 2–3 сут учитывали количество зеленых и пожелтевших листьев, выражали в процентах, данные обрабатывали статистически. Использовали

азоксистеробин в концентрации 200 г/л. Использовали следующие антиоксиданты и регуляторы роста: 4-хлорфеноксиуксусная кислота (4-ХФУ) в концентрациях 1 мг/л, 5 мг/л, 10 мг/л; 6-бензиламинопуриин (6-БАП) в концентрациях 1 мг/л, 5 мг/л, 10 мг/л; агидол в концентрациях 5 мг/л, 25 мг/л, 50 мг/л; янтарная кислота в концентрациях 5 мг/л, 25 мг/л, 50 мг/л. Критерием фитотоксичности фунгицидов на листьях пшеницы было пожелтение.

Результаты проведенных опытов показали, что азоксистеробин обладал фитотоксическим действием. Азоксистеробин влияет на дыхание проростков, ингибирует митохондриальное дыхание, блокируя транспорт электронов в цепи цитохромов b и c_1 . В таких условиях возможно образование активных форм кислорода, которые характерны для стрессового состояния растений и могут приводить в высоких дозах к гибели клетки. Эффективным средством защиты от окислительного стресса являются антиоксиданты (глутатион, аскорбат, токоферолы, ретинолы и др.), а также агидол.

Под влиянием ИУК возрастает сопряженность окисления и фосфорилирования (коэффициент P/O) и содержание в клетках АТФ. Это дает основание считать, что ИУК увеличивает энергетическую эффективность дыхания растений. Под влиянием ИУК возрастает и энергетический заряд клетки (отношение АТФ + АДФ к АМФ), усиливается окислительное фосфорилирование. Известно, что даже небольшие сдвиги в энергетическом потенциале клетки приводят к заметным изменениям в скорости различных ферментативных реакций. Положительные сдвиги в энергетическом обмене вызывают усиление передвижения питательных веществ и воды, что является одной из причин усиления роста растений. Решение вопроса о причинах усиления образования АТФ под влиянием ИУК связано с изучением первичных механизмов регуляторного влияния этого фитогормона. Ауксиноподобный регулятор роста 4-ХФУ эффективен против фитотоксического действия азоксистеробина.

Низкая эффективность и даже синергетический эффект янтарной кислоты объясняется тем, что активность дыхательного фермента сукцинатдегидрогеназы зависит от отношения $[NADH]/[NAD^+]$. В условиях ингибирования электронтранспортной цепи под действием азоксистеробина возможно накопление $NADH$ и снижение активности фермента. Применение янтарной кислоты в данном случае не рекомендуется.

6-БАП усиливает окисление по цитохромному пути, что будет способствовать снижению токсичности препарата. Синергетическое действие оказывает салициловая кислота в дозах, превышающих оптимальные дозы 6-БАП, в 4–5 раз 6-БАП в концентрации 10 мг/л показал эффективность против фитотоксического действия азоксистеробина. Возможно исследование совместного действия 6-БАП и салициловой кислоты.

Для снижения фитотоксичности азоксистеробина эффективно использовать агидол в концентрации 50 мг/л, 4-ХФУ в концентрации 5...10 мг/л и 6-БАП в концентрации 10 мг/л.

Библиографический список

1. Байбакова, Е. В. Исследование влияния современных протравителей на всхожесть и рост проростков зерновых культур / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, С. Л. Белопухов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 57–64.
2. Modern Fungicides: Mechanisms of Action, Fungal Resistance and Phytotoxic Effect [Электронный ресурс] / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, М. Suska-Malawska, М. Wilk, Г.А. Севрюкова, В.Ф. Желтобрюхов // Annual Research & Review in Biology. – 2019. – Vol. 32, Issue 3. – pp. 1–16.
3. Influence of fungicides on toxigenic properties of phytopathogenic fungi / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст, М. Д. Косогорина, Г. А. Севрюкова // BIO Web of Conferences. Vol. 23 : II International Scientific Conference «Plants and Microbes: The Future of Biotechnology (PLAMIC2020)» (Saratov, Russia, October 5–9, 2020) : proceedings / ed. by D. Solovyev, G. Burygin ; Vavilovs Saratov State Agrarian University. – [Publisher: EDP Sciences], 2020. – 6 p.
4. Бактериальная деструкция фунгицидов сельхозназначения / О. В. Колотова, И. В. Могилевская, Е. Э. Нефедьева, Е. А. Санеева // Успехи медицинской микологии. – 2022. – Т. 23. – С. 212–217.
5. Влияние различных соотношений азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на токсигенные свойства фитопатогенных грибов / Е. Э. Нефедьева, О. В. Зорькина, С. А. Гераськин, С. Л. Белопухов // Бутлеровские сообщения. – 2021. – Т. 65, № 1. – С. 98–104.

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Валевич Степан Павлович, студент 1 курса Института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: stepan.valevich@mail.ru

Романцова Софья Ивановна, студентка 1 курса Института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: molodostipank-rok@yandex.ru

Научный руководитель – Чередниченко Михаил Юрьевич, к.б.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: cherednichenko@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В данном обзоре рассмотрено влияние уровня рН (кислотности) почвы на рост и развитие растений.*

***Ключевые слова:** кислотность почвы, онтогенез, морфология растений, физиология растений, сельскохозяйственные растения.*

Кислотность почвы, как одна из базовых характеристик питающей растения среды, является определяющим фактором их продуктивности и выживаемости. Она прямо влияет на многие качества растения. Низкий уровень рН вследствие нарушения ионного обмена негативно влияет на всасывание корневой системой некоторых элементов: азота(N), фосфора(P), калия(K), серы(S), магния(Mg), кальция(Ca), молибдена(Mo), нарушает углеводный и белковый обмены [2]. Щелочная среда вызывает нарушения в получении из окружающей растения среды магния(Mg), железа(Fe), марганца(Mn), цинка(Zn) и др., а дефицит важных элементов может угнетать онтогенез растения.

Существует и другое влияние сильнокислотной (или сильнощелочной) среды: элементы всасываются слишком активно, из-за чего становятся токсичными (в кислой среде токсичными становятся алюминий(Al), железо(Fe), марганец(Mn) и цинк(Zn), в щелочной – кальций(Ca), молибден(Mo)) [3].

Сельскохозяйственные растения можно разделить на несколько подгрупп (по влиянию на них уровня кислотности почвы) [2]:

- сильно чувствительные (эспарцет, донник);
- умеренно чувствительные (кукуруза, ячмень);
- слабо чувствительные (озимая рожь, гречиха);
- удовлетворительно переносящие кислотность (картофель).

Отдельно стоит отметить, что на ранних этапах развития растения проблемы с всасыванием необходимых элементов приводят к недостаточ-

ному развитию корневой системы, что еще более усугубляет проблему обеспечения растения необходимыми для развития веществами [3].

В сильнокислой среде погибают не только растения, но и животные. Не выживают дождевые черви, которые также участвуют в формировании рН почвы, и нитрифицирующие бактерии, что оказывает косвенное влияние на растения [1].

Однако кислая среда может оказывать не только негативное влияние на растения. Так, цитрусовые поражаются заболеванием «позеленение цитрусовых» (citrus greening disease, huanglongbing HLB). Контролируемое подкисление почвы может увеличить метаболическую активность корней и повысить экспрессию генов, связанных с транспортом ионов, в корнях, инфицированных HLB, облегчить физиологические нарушения закупорки ситовых трубок листьев, инфицированных HLB, усилить иммунный ответ путем увеличения экспрессии генов, участвующих в системной приобретенной устойчивости (systemic acquired resistance, SAR) и активации сигнального пути салициловой кислоты, активировать 55 белков, связанных с реакцией на стрессовый фактор [4].

Таким образом, уровень кислотности может оказывать как негативное, так и позитивное влияние на растение в зависимости от его вида и условий, в которых оно произрастает. Кислая среда почвы может способствовать гибели не только полезных для растения организмов, но и некоторых видов фитопатогенов, повышая тем самым почвенное плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Лисунова, Е. В. Изучение влияния дождевых червей на рН почвы / Е. В. Лисунова // RatioetNatura. – 2020. – № 2. – 2 с.
2. Трофимов, И. Т. Отношение сельскохозяйственных культур к почвенной кислотности и повышения их продуктивности / И. Т. Трофимов, Л. А. Ступина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. – № 2(22). – С. 20–24.
3. Химический анализ почв: Учебное пособие / О. Г. Растворова, Д. П. Андреев, Э. И. Гагарина и др. – СПб. : Издательство С.-Петербургского университета, 1995. – 264 с.
4. Li, B. Acid Soil Improvement Enhances Disease Tolerance in Citrus Infected by Candidatus Liberibacter asiaticus / B. Li, S. Wang, Y. Zhanget al // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – Vol. 21. – Art. 3614. – 19 p.

**СОДЕРЖАНИЕ МИКОТОКСИНОВ В КУЛЬТУРЕ ПШЕНИЦЕ
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ СОРТА ЛЮБАВА (*TRITICUM AESTIVUM L*)
НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**

Демыкина Валентина Владимировна, студентка 1 курса института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, e-mail: v.d.200127@yandex.ru

Васильков Павел Феликсович, аспирант 1 курса института Мелиорации водного хозяйства и строительства имени К. А. Костякова, e-mail: p.f.vasilkov@yandex.ru

Научный руководитель – Мосина Людмила Владимировна, д.б.н., профессор, профессор кафедры экология института Мелиорации водного хозяйства и строительства имени К. А. Костякова, e-mail: mosina@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В настоящей статье представлены результаты содержания микотоксинов в пшенице яровой мягкой сорта Любава. При этом в результате проведенных анализов, удалось получить данные для представления картины в целом, это позволит выявить взаимосвязь между этими показателями и, следовательно, выработать стратегию по снижению содержания микотоксина в данной культуре.*

***Ключевые слова:** микотоксины, загрязнение окружающей среды, экосистема, экологически безопасная продукция.*

На сегодняшний день загрязнение окружающей среды стало глобальной экологической проблемой. При этом особую нагрузку несет почва, превратившись в «депо» токсикантов, среди которых особую опасность представляют вещества микробного происхождения – микотоксины, которые вызывают у человека и сельскохозяйственных животных тяжелые заболевания [4].

Опасность микотоксинового загрязнения обусловлена с одной стороны биологическими особенностями микроорганизмов, а с другой – снижением естественных природных механизмов защиты и самоочищения почв. Происходящая дегумификация почвенного покрова, его подкисление и уплотнение, загрязнение остатками пестицидов и их метаболитами, диоксинами, тяжелыми металлами и другими загрязняющими веществами способствуют распространению микроорганизмов, продуцирующих токсины, и контаминации сельскохозяйственной продукции и кормов. Между тем изученность этого вопроса крайне слабая. Поэтому целью работы явилось изучение микотоксинов на примере сорта пшеницы яровой мягкой

Любава (*Triticum aestivum L*) на дерново-подзолистой почве на территории Московского региона. Принимая во внимание влияние ряда экологических факторов (в частности, погодные условия) на микробный ценоз почвы, изучали сукцессии температурных условий за период наблюдений [3].

Всего было отобрано 100 образцов, из которых было составлено 20 смешанных, в которых иммунно-ферментным методом анализировали содержание микотоксинов в динамике, начиная с фазы цветения и заканчивая сбором урожая данной сельскохозяйственной культуры [1].

Посадка пшеницы мягкой проводилась 15 мая, начало цветения 1 июля. Начало отбора проводилось 2 июля, и последующие отборы происходили каждые две недели, после фазы цветения. Вегетационная масса анализировалась по фазам развития на содержание микотоксинов – Альтернариол (АОЛ) и Циклопиазоновая кислота (ЦПК) [2].

Температура почвы в разное время суток и на разной глубине представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Температурные данные по срокам отбора

Даты отбора	t °С в почве				
	Полдень	Полночь	На поверхности (средняя)	На глубине, см	
				0-5	0-10
2.07	19,1	18,4	21	20,8	20,8
16.07	4,5	20,3	29,3	25,3	24,1
30.07	20,3	17,2	22,3	20,6	20,6
16.08	17,6	19,3	17,8	17,6	18,9
30.08	4,3	12,3	16,2	17,1	18,9

Температура почвы полуденного времени за период наблюдения колебалась в широких пределах от 4,3 до 20,3 °С. Минимальное значение температуры отмечалось в конце и середине вегетационного периода (16.07), что вероятно обусловлено сильными дождями в этот период. В ночное время колебание температуры носили более сглаженный характер и составляли от 12,3 до 20,3 °С.

Поверхность почвы характеризовалась так же не столь существенными температурными изменениями и колебалась от 16, 2 до 29,3 °С.

На разной глубине прогреваемость почвы примерно одинаковая и составляла от 17,1...18,9 °С до 24,1...25,3 °С. Минимальное значение отмечалось к концу периода вегетации (16.08 и 30.08), а максимальное – 16.07.

Количественный состав микотоксинов (мкг/кг) в пшенице за вегетационный период

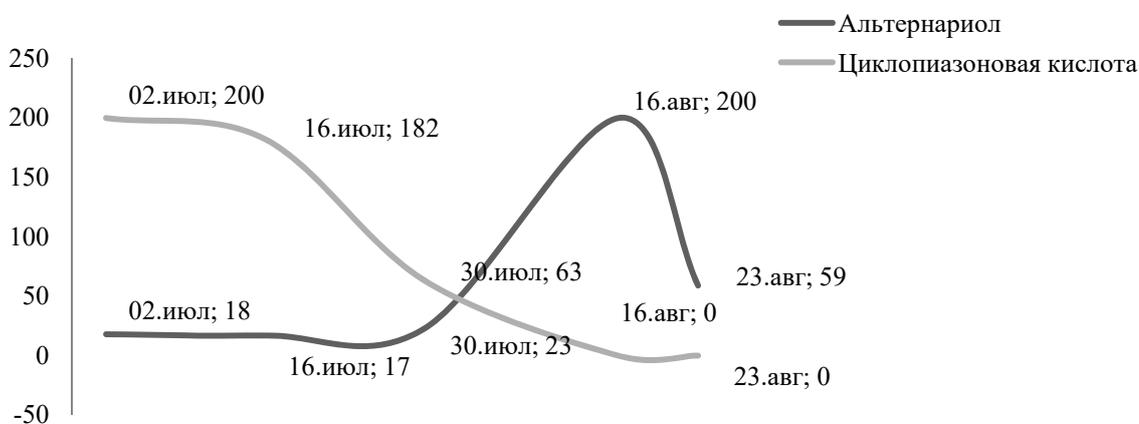


Рисунок 1 – Содержание микотоксинов в пшенице мягкой

Проведенный анализ на микотоксины в частности на АОЛ и ЦПК позволяет увидеть концентрацию микотоксинов (мкг/кг) в пшенице мягкой. Анализ проводился 5 дней с 2.07 по 23.08. В исследованиях на АОЛ и ЦПК можно увидеть, что данные изучаемого участка имеет весьма высокую пестроту от 17 до 200 мкг/кг в АОЛ и от 0 до 200 мкг/кг в ЦПК.

Следует отметить, что ПДК для микотоксинов разработаны очень слабо, имеются ПДК для очень небольшого числа МТ и для небольшого набора сельскохозяйственных культур. Для данной культуры, ПДК разработаны, но не для микотоксинов, которые изучались [3].

Библиографический список

1. **Белаева Л. Л. Тремасов М. Я.** Индикация микотоксинов методом ИФА / Ветеринария. 1995. – № 1. – С. 26–30.
2. **Жирнова Д. Ф.** Продовольственная безопасность. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Агрохимия и агропочвоведение», «Агрономия», «Технология продуктов питания». Красноярск ГАУ, 2009. – 231 с.
3. **Кононенко Г. П., Буркин А. А.** Развитие и современное состояние аналитических исследований микотоксинов // Лабораторный журнал. 2002. – №1. – С. 50–55.
4. **Мосина Л. В., Довлетярова З. А., Ефремова С. Ю.** Микотоксины как экологическая опасность. 2017. – 32 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Вишневская Ольга Павловна, студентка 1 курса института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: O-vish@bk.ru

Научный руководитель – Чередниченко Михаил Юрьевич, к.б.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: cherednichenko@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Статья посвящена проблеме загрязнения нефтью. На сегодняшний день известны микроорганизмы, способные перерабатывать нефть. Высокой степенью деструкции нефти обладают бактерии, содержащие нафталиновые плазмиды.*

***Ключевые слова:** микроорганизмы, загрязнение нефтью, деструкция нефти, бактерии, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*.*

Сегодня невозможно представить нашу жизнь без нефти, из нее мы получаем топливо, каучук, краски, пластмассы, полимерные пленки и многое другое, без чего тяжело обойтись человеку в современном мире. Но, несмотря на всю пользу, нефть несет с собой множество проблем, так как она является наиболее значимым и опасным загрязнителем природных и производственных сред, представляющим угрозу для сообществ живых организмов. Поэтому сегодня остро стоит вопрос об утилизации нефти.

Существуют различные методы очистки загрязненных территорий: химические, физико-химические, термические, но они либо приводят к вторичному загрязнению почвы, либо требуют проведения больших земельных работ и дополнительной очистки. Поэтому ученые видят решение этой проблемы в микроорганизмах, способных перерабатывать нефтепродукты.

В эксперименте «Скрининг бактерий, ассоциированных с растениями, по способности деструктировать компоненты нефти» ученые исследовали роль эндофитных и ризосферных бактерий в биоремедиации почвы [1]. Они предположили, что растения, выросшие на территории, загрязненной нефтепродуктами, способны селективно накапливать эндофитную микрофлору, имеющую плазмиды, которые способны утилизировать нефть. Целью данной работы было выделение из растений эндофитных и ризосферных микроорганизмов и исследование их по способности к деструкции нефти [1].

Из растений, произрастающих на загрязненной территории Иркутской области, было выделено 60 культур бактерий. Они были помещены на

2 месяца в стерильную питательную среду, содержащую 2 % нефти. После чего культуры, показавшие лучшие результаты к деструкции нефти, были пересажены на твердую питательную среду с более высокой концентрацией (5, 10, 20, 50 %) нефти. Эта питательная среда содержала в себе тетрадекан, дизельное топливо и западносибирскую нефть.

В ходе эксперимента выяснилось, что все отобранные штаммы успешно росли при 20 % концентрации нефти и экстремально высоком 50 % содержании нефти в питательной среде, а штамм 114, выделенный из ризосферы пырея, даже смог утилизировать 10 % нефти (таблица 1).

Таблица 1 – Разложение нефти бактериями при разной концентрации нефти

Концентрация нефти, %	Штамм					
	90 ¹	102 ²	108 ³	109 ⁴	112 ⁵	114 ⁶
5	25	22	30	24	35	32
10	15	13	11	12	28	23
15	12	10	10	10	24	22
20	9	7	7	8	16	18
50	5	4	5	6	8	10

Примечание: ¹эндосфера осоки, ²ризосфера осоки, ³ризосфера пырея, ⁴ризосфера пырея, ⁵ризосфера пырея, ⁶ризосфера пырея.

Самыми эффективными бактериями по переработки нефти являются представители родов *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Cytophaga*, *Comamonas* [2, 3].

***Rhodococcus*.** Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН установил, что «бактерии *Rhodococcus erythropolis* показали способность деструктировать нефть при различных температурах. Установлено, что при температуре 4 °С происходила незначительная деструкция нефти. При повышении температуры повышалась степень утилизации нефти» [4].

***Pseudomonas*.** В 2008 году в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН (г. Пущино) провели эксперимент, целью которого было изучение деструкции нефти бесплазмидными и плазмидосодержащими бактериями рода *Pseudomonas* [5]. В данной работе были исследованы следующие плазмиды биodeградации: *pWW* (толуола), *SAM* (камфоры) и *pBS1141*, *pBS216*, *pOV17* (нафталина). В ходе эксперимента выяснилось, что наличие плазмиды внутри микроорганизма приводит к увеличению степени деструкции нефти, в отличие от бесплазмидных штаммов. Наибольший вклад в деструкцию нефти вносят бактерии, содержащие нафталиновые плазмиды. Из всех исследуемых микроорганизмов максимальную степень деструкции (48 %) демонстрировал штамм *P.chlororaphis PC11391*, с плазмидой *pBS216* [5].

В заключение можно отметить, что микроорганизмы являются удобным и не сильно затратным методом при утилизации нефтезагрязнений, но в то же время есть ряд ограничений, связанных с их эксплуатацией, например, не адаптированные под определенный климат микроорганизмы быстро погибнут и не решат проблему. К тому же принесенные на загрязненную территорию микроорганизмы могут быть не конкурентноспособными с другими биологическими объектами на месте аварии. Поэтому для каждого региона нужно создавать свои уникальные микробные препараты. Или стоит задуматься над созданием универсальных микроорганизмов, обладающих выживаемостью и высокой производительностью в любом регионе, однако это, в свою очередь, тоже может привести к новым экологическим проблемам.

Библиографический список

1. **Третьякова, М. С.** Скрининг бактерий, ассоциированных с растениями, по способности деструктировать компоненты нефти / М. С. Третьякова, Л. А. Беловежец, Ю. А. Маркова // *Systems. Methods. Technologies.* – 2015. – № 4(28). – С. 138–142.
2. **Иванов, С. В.** Исследование ассоциированных с нефтью бактерий, принимающих участие в естественном очищении Черного моря от загрязнений продуктами нефти / С. В. Иванов, А. М. Мамедова, Э. Л. Абдурашидова и др. // *ModernScience.* – 2019. – № 4-1. – С. 29–32.
3. **Зайцева, Т. А.** Микроорганизмы – деструкторы нефти / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова, М. М. Комбарова и др. // *Научные исследования и инновации.* – 2010. – Т. 4. № 4. – С. 59–63.
4. **Черкашина, Г. А.** Изучение способности бактерии *Rhodococcus erythropolis* утилизировать нефть и ее составляющие / Г. А. Черкашина // *Материалы 59-й МНСК.* Новосибирск, 11 апреля 2021 года. – Новосибирск : Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2021. – 145 с.
5. **Ветрова, А. А.** Деструкция нефти бактериями рода *Pseudomonas*, содержащими различные плазмиды биодegradации / А. А. Ветрова, А. А. Овчинникова, А. Е. Филонов и др. // *Известия Тульского государственного университета. Естественные науки.* – 2008. – Вып. 2. – С. 186–193.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РФ

Волков Александр Юрьевич, студент 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: AlexUVolkov@yandex.ru

Перевертина Жанна Кирилловна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: zhanna.perevertina@mail.ru

Научный руководитель – Белолоубцев Александр Иванович, д.с.х.н., профессор, заведующий кафедрой метеорологии и климатологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: abelolyubcev@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Анализ условий увлажнения территории Центрального Нечерноземья и обеспеченности сельскохозяйственных растений доступной влагой в период вегетации свидетельствует о существенных эколого-климатических изменениях среды обитания агрофитоценозов, обусловленных воздействием потепления. Это предполагает разработку и применение эффективных упреждающих мер адаптивного характера.*

***Ключевые слова:** изменения климата, среда обитания растений, осадки, влагообеспеченность, гидротермический коэффициент, агроландшафты, адаптация.*

Смена глобальной экологической обстановки в результате глобального потепления климата планеты оказала существенное влияние на многие факторы и условия развития сельскохозяйственных культур, и прежде всего, на влагообеспеченность периода вегетации. В географическом плане значительная часть территории РФ находится в засушливой зоне, где испытывает дефицит атмосферных осадков, являющихся главным источником пополнения водного баланса почв. Доступная влага обеспечивает безопасность физиологических процессов растений, связанных с питанием, транспирацией, формированием вегетативной массы и будущего урожая. Оптимизация условий увлажнения среды обитания обеспечивает усиление основных процессов жизнедеятельности сельскохозяйственных культур [1–5].

Проведенный нами трендовый анализ годовых сумм осадков за 140-летний период наблюдений показывает неустойчивую динамику распределения их во времени. От уровня 600 мм в год в конце XIX в. наблюдается увеличение годовых сумм до уровня 700 мм за первых два десятилетия

XXI в. Причем, если в конце XIX и начале XX вв. ряд лет отмечен суммами осадков менее 450 мм, то в конце XX и начале XXI вв. их сумма в отдельные годы превышала 930 мм. Следовательно, в последние десятилетия условия увлажнения имели незначительную положительную динамику к улучшению (рисунок).

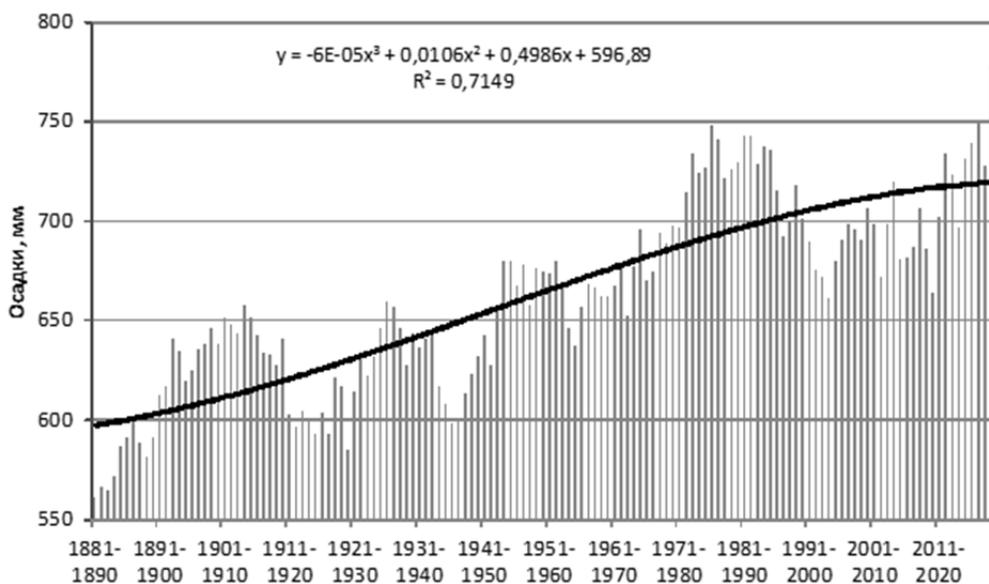


Рисунок 1 – Тренд годовых сумм осадков по скользящим десятилетиям, 1881–2020 гг.

Изучаемый нами последний 20-летний период наблюдений метеорологической обсерватории имени В. А. Михельсона, показал, что около 60 % этого срока были с годовой суммой осадков выше климатической нормы (655 мм), рассчитанной по 140-летнему ряду. При этом с 2001 года средняя сумма годовых осадков составляет более 700 мм. При этом отмечена тенденция сокращения количества осадков в теплый сезон и увеличение их в холодный. Это очередной раз подтверждает потепление климата в целом и холодных периодов года особенно.

О неустойчивости условий увлажнения территории Центрального Нечерноземья за последние два десятилетия свидетельствует гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК). Особенно показательным в нарушении условий влагообеспеченности является 2010 год, где ГТК за май-август достиг 0,67, что достоверным образом характеризует засуху. С конца июня до начала августа ГТК составил лишь 0,06. Такие условия увлажнения свидетельствуют о жесточайшей засухе, по своим значениям соответствующей пустыне, территории с очень высокой испаряемостью. При этом количество тепла ($\sum t > 10^\circ\text{C}$) за основной вегетационный период достигло почти 2600 °С. Подобной теплообеспеченности не отмечалось за 140-ти летнюю историю непрерывных метеонаблюдений (таблица 1).

**Таблица 1 – Гидротермический коэффициент, 2001–2020 гг.
(обсерватория имени В. А. Михельсона РГАУ–МСХА)**

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма (май-август)		ГТК
					температур	осадков	
2001	3,4	1,3	0,9	0,8	2081	293,4	1,4
2002	0,5	1,0	0,4	0,5	2163	125,7	0,6
2003	0,9	1,7	1,4	3,1	2030	358,4	1,8
2004	1,5	2,5	2,3	1,3	1978	379,6	1,9
2005	2,1	1,7	1,8	0,6	2097	319,2	1,5
2006	1,6	1,2	0,4	2,7	2036	293,7	1,4
2007	–	0,5	1,2	1,1	1742	162,2	0,9
2008	1,7	1,4	2,3	2,3	1958	388,3	2,0
2009	1,3	1,1	1,5	1,8	2016	289,3	1,4
2010	1,1	0,9	0,1	0,8	2599	175,3	0,6
2011	0,6	0,6	1,0	1,1	2338	203,4	0,9
2012	1,4	1,9	0,8	1,4	2182	293,8	1,3
2013	1,8	0,7	2,2	1,6	2277	352,8	1,5
2014	1,2	1,7	0,1	1,1	2227	213,9	1,0
2015	2,4	1,7	2,1	0,3	2077	333,7	1,6
2016	1,2	0,9	1,7	2,6	2243	367,2	1,6
2017	–	2,7	1,9	1,4	1550	294,7	1,9
2018	0,9	1,1	1,4	0,3	2239	203,3	0,9
2019	1,2	0,9	1,2	1,0	2097	225,1	1,1
2020	4,5	3,5	3,1	0,8	2029	584,3	2,9
Средняя за 2001–20 гг.	1,63	1,45	1,39	1,33	2098	293	1,41
Средняя за 100 лет 1881–1980 гг.	1,45	1,42	1,44	1,52	1955	285	1,46

Сравнивая данные последних 20-летних метеорологических наблюдений обсерватории с климатической нормой за 1881–1980 гг., характеризующих условия увлажнения территории Центрального Нечерноземья, следует отметить неустойчивый характер распределения осадков по годам и общую тенденцию к ухудшению режима увлажнения сельскохозяйственных растений, особенно за последний месяц активной вегетации.

Таким образом, проведенные исследования режима увлажнения территории Центрального Нечерноземья на примере многолетних данных обсерватории В. А. Михельсона свидетельствуют о существенных изменениях среды обитания растений по условиям увлажнения, обусловленных глобальным потеплением климата. В результате нарушаются основные физиологические процессы растений, динамика роста, развития и продукционный процесс сельскохозяйственных культур, а также общая продуктивная и экологическая устойчивость агроландшафтов.

Неравномерное распределение сумм атмосферных осадков в пространстве и времени, изменения их интенсивности, нарастание засушливости территории и нарушения глобальных осадкообразующих процессов в целом заставляют по-новому взглянуть на сельскохозяйственный потенци-

ал климата зоны для более рационального его использования. Это определяет острую необходимость поиска и применения эффективных упреждающих агротехнических, мелиоративных и других средостабилизирующих мероприятий адаптивного характера. Широкое внедрение влагосберегающих технологий, пересмотр структуры посевных площадей, выведение новых засухоустойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и др. позволят существенно минимизировать гидрометеорологические риски при производстве продукции растениеводства.

Библиографический список

1. Агроклиматическое обеспечение процессов воспроизводства плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в длительном полевом опыте РГАУ–МСХА / В сб. : Длительному полевому стационарному опыту ТСХА 100 лет // Итоги научных исследований. М. , 2012. – С. 24–49.

2. **Белолобцев А. И.** Адаптация сельского хозяйства с учетом текущих и ожидаемых климатических рисков / В сб. : Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям: Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2011. – С. 11–23.

3. **Белолобцев, А. И.** Агроклиматическая оценка продуктивности фитоценозов на склоновых землях / А. И. Белолобцев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2010. – № 4. – С. 52–61.

4. **Белолобцев, А. И.** Биоклиматический потенциал агроэкосистем / А. И. Белолобцев, В. А. Сенников / Учебное пособие. М. , 2012.

5. **Салмин, А. С.** Анализ временных рядов стандартизованного индекса осадков (SPI) / А. С. Салмин, И. Ф. Асауляк, А. И. Белолобцев // Успехи современного естествознания. 2021. – № 5. – С. 101–109.

ПОЧВЕННО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УРОЖАЙНОСТИ СОИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Гайнанов Дмитрий Олегович, студент 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: gaynanof@mail.ru

Пахоленко Елена Андреевна, студент 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Митичкин Даниил Евгеньевич, студент 3 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Научный руководитель – Бородинa Кира Сергеевна, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: k.bor@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Проведен анализ производственного опыта по выращиванию сои в южной лесостепи. В работе анализируются почвенно-физиологические аспекты получения урожая сои в разных почвенных условиях. Установлены значимые различия урожайности на автоморфных, полугидроморфных и литогенных структурах почвенного покрова, которые связаны с особенностями развития сои при обеспечении разными почвенными условиями.*

***Ключевые слова:** соя, почвенный покров, южная лесостепь.*

Соя – одна из важнейших продовольственных культур в мире. По своему химическому составу соя обладает отличными питательными свойствами, которые используются для производства различных продуктов питания как человека, так и животных [1]. По своим физиологическим особенностям роста соя требовательна к условиям ее культивирования.

Почва является одним из центральных факторов залога высокой урожайности сои, особенно в условиях недостаточного увлажнения. Важными параметрами почв являются гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта и т. п.

Лучшими почвами для сои являются хорошо оструктуренные черноземно-луговые, лугово-черноземные почвы и черноземы типичные тяжелого гранулометрического состава с высоким содержанием гумуса, мощным гумусовым горизонтом и нейтральной реакцией почвенного раствора. При хороших физических свойствах почв соя развивает мощную корневую систему, что, в свою очередь, способствует более полному усвоению элементов питания [2].

Целью данной работы было установить почвенно-физиологические аспекты получения продукции сои («Белгородская-7») в производственных условиях с разным почвенным покровом.

Производственные опыты были заложены на полях ЗАО «Хреновской конный завод» Бобровского района Воронежской области.

На выбранных полях был установлен почвенный покров на основе почвенного обследования [3].

Технология выращивания сои на исследуемых полях была максимально схожа. Норма высева семян составляла 140...145 кг/га или 1 000 000 всхожих семян на гектар, при всхожести семян примерно 92 %. Сев производили после предпосевной обработки компактором сеялкой Amazone «DMC 9000 Primera». Перед посевом вносились азотные удобрения в норме 65 кг д.в. на 1 га. После посева проводили обработки гербицидами «Пледж», «Базагран» 2 л/га, «Хармони» 8 г/га, «Тренд-90» 200мл/га от двудольных сорняков и «Легион» с прилипателем «Хелпер форте» от однодольных. Помимо этих препаратов применялись инсектициды по борьбе с гусеницей-репейницы и луговым мотыльком. От ложной мучнистой росы проводили обработку фунгицидом «Оптима» в норме 0,5 л /га. Десикацию проводили уже непосредственно перед уборочной – «Реглоном Супер» из расчета 2 литра на гектар. Уборку осуществляли прямым комбайнированием [4].

По данным полевого почвенного обследования были установлены следующие структуры на полях: автоморфная группа структура (3 поля), представленная пятнистостью черноземов типичных мощных, черноземов типичных мощных глубоководскипахующих (20...30 %) и луговато-черноземных мощных (10...15 %) тяжелосуглинистых на лессовидных суглинках; полугидроморфная группа структур представленная пятнистостью лугово-черноземных мощных, луговато-черноземных среднеспособных (10...15 %) и черноземов типичных мощных (10...15 %) тяжелосуглинистых на лессовидных суглинках; литогенная группа почв представленная мозаикой черноземов типичных среднеспособных среднесуглинистых на лессовидных суглинках подстилаемых с 60 см песчаными отложениями и черноземов типичных мощных тяжелосуглинистых на лессовидных суглинках (15...20 %).

Результаты урожайности на исследуемых полях представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайности сои сорта «Белгородская-7» в зависимости от группы структур почвенного покрова, т/га

Поля	Автоморфная группа структур	Полугидроморфная группа структур	Литогенная группа структур
142/134/428	1,95	2,77	1,76
204/201/427	2,18	2,37	1,49
205/203/422	2,06	2,36	1,41
Среднее	2,06±0,08	2,50±0,18	1,55±0,14

Как видно из таблицы 1 урожайность на зональных автоморфных почвах в условиях опыта составила в среднем $2,06 \pm 0,08$ т/га и является в данном случае контрольной величиной. На полях с преобладанием полугидроморфных почв урожайность была выше в среднем почти на 0,5 т/га, что связано с дополнительной влагообеспеченностью данных почв и отзывчивостью сои на хорошее увлажнение. Следует заметить, что разброс урожайности на полугидроморфных структурах выше, что вероятно связано со сложной организацией почв внутри комбинации. На полях же с преобладанием литогенных структур урожайность получилась уже ниже на почти 0,5 т/га по сравнению с контролем, что связано с более низкой вододерживающей способностью среднесуглинистых почв по сравнению с тяжелосуглинистой, а также с таким явлением как подстиление легкими породами, которые выступают в качестве дренажа. Таким образом на полях с литогенными почвенными структурами обеспеченность влагой сои значительно снижена, что сказывается на ее развитии и в итоге на величине урожайности, которая составила в среднем $1,55 \pm 0,14$ т/га.

В заключение отметим, что в условиях данных исследований были получены конкретные данные по урожайности в производстве с учетом сложной организации почвенного покрова. Представлены уровни урожайности по конкретным комбинациям почв, представленных ранее. Стоит отметить, что полученные конкретные результаты, еще требуются исследования в этой области применительно к схожим территориальным условиям для проверки на воспроизводимость. И в дальнейшем планируется расширения площади исследования и более глубокое исследование организации структуры почвенного покрова в рамках исследуемой территории.

Библиографический список

1. **Баранов, В. Ф.** Соя. Биология и технология возделывания / В. Ф. Баранов, В. М. Луколица. – Краснодар : РАСХН, 2005. – С. 80–151.
2. **Кирюшин, В. И.** Агротехнологии [Электронный ресурс]: Учебники / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 464 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64331> – Загл. с экрана.
3. **Кирюшин, В. И.** Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М. : КолосС, 2011. – 443 с.
4. **Лапутин, Г.** Для сои нет мелочей / Лапутин Г. // Продимекс-информ. – 2016. – № 3. – С. 56–65.

ОЦЕНКА РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ЧЕРЕМУХОВО-ЗЛАКОВОЙ ТЛИ НА СОРТООБРАЗЦАХ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

Гильхаев Ислам Абуевич, студент 4 курса института агrobiотехнологии ФГБОУ РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, e-mail: gilkhayev@inbox.ru
Научный руководитель – Голиванов Ярослав Юрьевич, старший преподаватель кафедры селекции, генетики и семеноводства института агrobiотехнологий ФГБОУ РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева

***Аннотация.** Проведена оценка устойчивости сортообразцов яровой тритикале к черемухово-злаковой тле. По результатам опыта были определены наиболее и наименее устойчивые сортообразцы.*

***Ключевые слова:** тритикале, сортообразец, устойчивость, черемухово-злаковая тля.*

Тритикале – искусственно созданная культура, амфидиплоид. Благодаря селекционным успехам ученых сорта тритикале испытываются в 75 странах мира. Наиболее широкое распространение культура получила в развивающихся странах Восточной Африки, Латинской Америки, Азии. В мире посевные площади тритикале достигают около 5 млн га [2].

Тритикале хорошо сочетает ценные признаки и свойства, присущие ржи (высокая экологическая пластичность) и пшенице (урожайность, качество зерна). К другим достоинствам тритикале следует отнести высокую ее приспособляемость различным типам почв. Произрастает она на всех типах почв, в том числе на кислых и переувлажненных. Растения тритикале устойчивы ко многим болезням, свойственным хлебам. Практически она не поражается мучнистой росой, твердой и пыльной головней [3].

В настоящее время тритикале используется как продовольственная и фуражная культура [1].

Одним из основных вредителей тритикале, как и других колосовых культур являются злаковые тли – систематически и биологически разнообразная группа видов [4].

Черемухово-злаковая тля является двудомным видом. Бескрылая живородящая самка длиной 1,2...2,4 мм; тело яйцевидно-овальное, наиболее широкое в задней четверти; от оливково-зеленой до темно-зеленой окраски с восковым налетом; соковые трубочки длинные, посередине слегка утолщены; усики достигают половины длины тела. Крылатая самка-расселительница длиной до 3 мм, по окраске напоминает бескрылую форму [5].

Черемухово-злаковая тля является одним из самых распространенных видов тлей на территории России. Помимо колосовых культур наносит существенный вред кукурузе. Является переносчиком вирусных заболеваний, в том числе и желтой карликовости ячменя [4].

На каждый сортообразец тритикале приходилось три повторности. Зерновки тритикале замачивались в чашках Петри в растворе марганцовки. На третий день проростки высаживали в контейнеры с почвой объемом 500 мл по три растения. Через сутки подсеяли на каждое растение по одной особи тли, имаго. На второй и четвертый день после подселения насекомых проводился учет численности путем подсчета особей без учета первой особи. На основе данных последнего подсчета делались выводы об устойчивости сортообразца тритикале к тле.

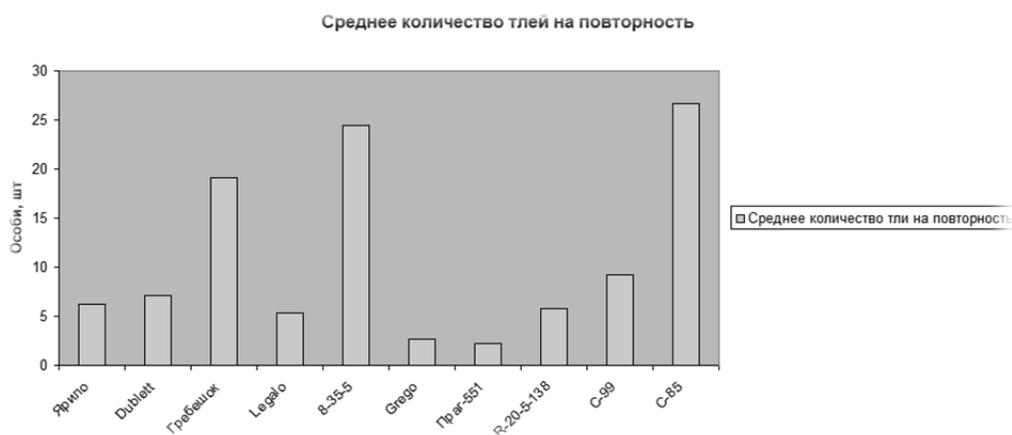


Рисунок 1 – Среднее количество тлей на сортообразец

На данном графике (рисунок 1) представлена средняя устойчивость 10 сортообразцов ярового тритикале тлей. Как видно из усредненных данных можно выделить три группы по степени устойчивости:

1. Наиболее предпочитаемые сорта: C-85 (26,7), 8-35-5(24,4), Гребешок (19,1).

2. Средне предпочитаемые: C-99 (9,2),Dublett (7,1),Ярило (6,2), R-20-5-138 (5,7), Legalo (5,3).

3. Наименее предпочитаемые: Праг-551 (2,2) Grego (2,7).

Библиографический список

1. **Коломейченко В. В.** Растениеводство / Учебник. – М. : Агробизнесцентр, 2007. – 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6.

2. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов и др.; Под ред. П. П. Вавилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 512 с.: ил. – (Учебник и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

3. **Горянина Т. А.** Технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов тритикале в сравнении с озимой пшеницей и озимой рожью // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – 12: 30-32.

4. The life cycle and host preferences of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L., and their bearing on the theories of host alternation in aphids. *Annals of Applied Biology* 68(2), pp. 135–147.

5. Morph determination in the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L. *Annals of Applied Biology* 68(1), pp. 11–21.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КАВКАЗА

Горбунова Дарья Алексеевна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: gorbunovushka@gmail.com

Научный руководитель – Авдеев Сергей Михайлович, доцент кафедры метеорологии и климатологии РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: avdeev@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Важно фиксировать CO_2 , т. к. увеличение количества углекислого газа приводит к избытку парниковых газов и как следствие задержке тепла, что влияет на глобальное потепление и приводит к таянию ледников и повышению уровня океана.*

***Ключевые слова:** эмиссия углерода, содержание CO_2 , Краснодарский край, Утриш.*

Помимо промышленных предприятий, транспорта, сельского хозяйства и электроснабжения источники диоксида углерода могут быть также естественного происхождения:

В атмосфере это – вулканические извержения, сгорание органических веществ в воздухе и дыхание представителей животного мира (аэробные организмы). Также углекислый газ производится некоторыми микроорганизмами в результате процесса брожения, клеточного дыхания и в процессе перегнивания органических останков в воздухе.

При перегнивании деревьев и травы каждый год выделяется 220 млрд т углекислого газа. Пожары, которые образовались в связи с природными факторами приводят к выбросу CO_2 , равному по количеству антропогенной эмиссии [1–3].

Мое же исследование заключалось в сравнении содержания углекислого газа на различных территориях Краснодарского края. Первой задачей являлось проведение замеров метеорологических параметров и CO_2 с помощью двух приборов – газоанализатора 8900 и термоанемометра 8919, на территории центрального района Сочи. Было заложено два профиля эталонный (в Дендропарке) и техногенный (рисунок 1). Замеры проводились дважды в день до трафика и непосредственно после него.

Далее проводились замеры на территории заповедника Утриш, теми же приборами. Было также заложено два профиля для сравнения: зона горельника – щель Базовая и эталонный профиль – щель Водопадная (рисунок 2). Замеры проводились с удаленностью от берега в 3 км.

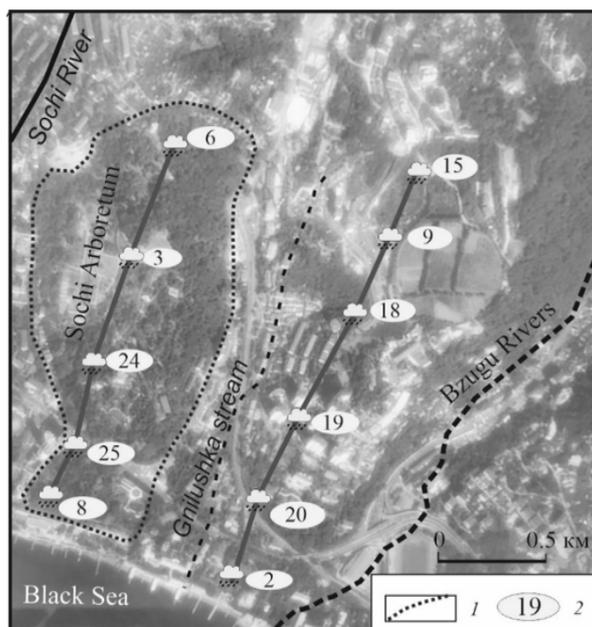


Рисунок 1 – Профили в центральном районе Сочи

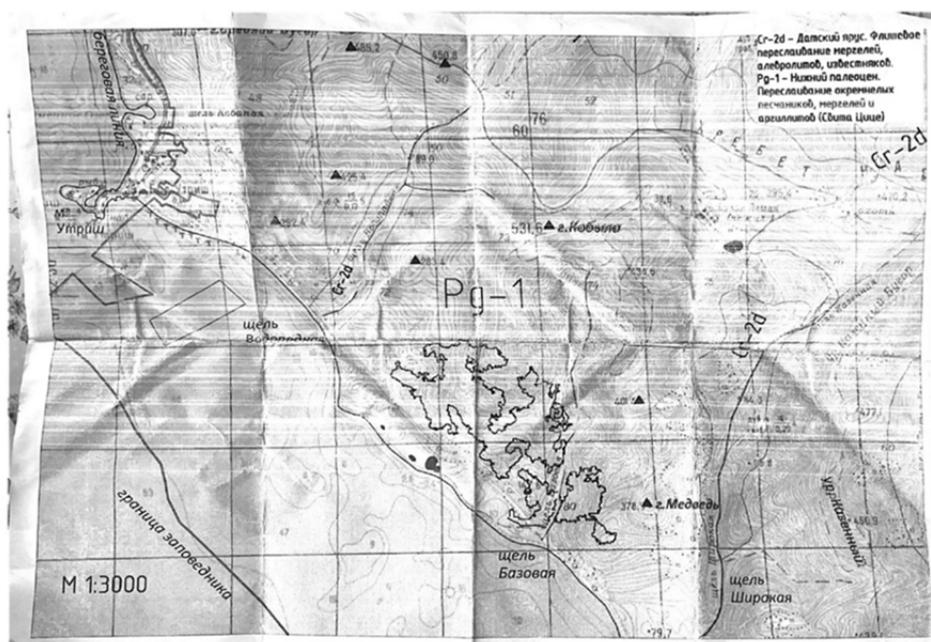


Рисунок 2 – Профили на территории заповедника

После записи замеров, были составлены таблицы в Excel и уже на основе таблиц и всего метеорологического режима составлены графики по 4 исследованным зонам (рисунок 3).

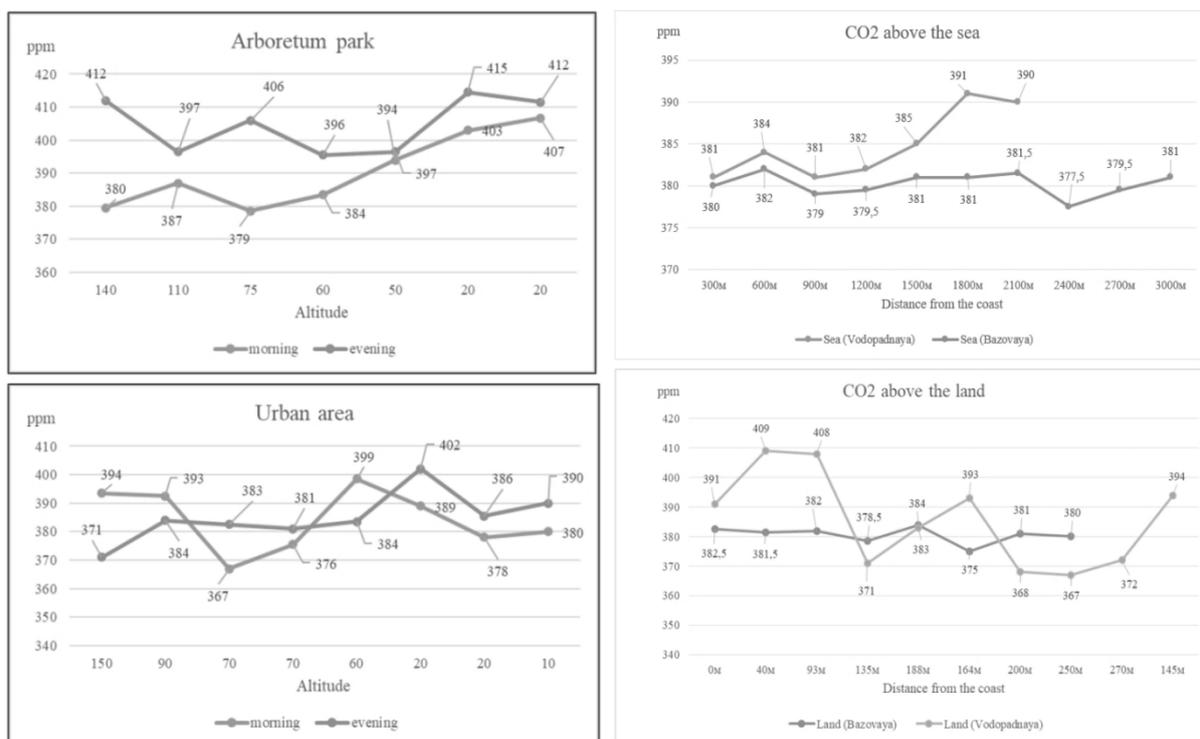


Рисунок 3 – Общая характеристика метеорологического режима

На основе полученных данных были сделаны следующие выводы: На территории города Сочи больше всего CO_2 накапливается в зоне эталонного профиля (район Дендрария). Связано это с тем, что на территории была зафиксирована очень низкая скорость ветра и соответственно небольшой объем воздуха, что в залесенной местности благоприятствует накоплению и задержке воздуха. На территории заповедника самое большое количество CO_2 было зафиксировано на суше, на эталонном профиле. Обусловлено это также высокой растительностью и застоём воздуха в этой части заповедника, в отличие от горельника. Над морем же содержание углекислого газа ниже в связи с его нейтрализацией CO_2 , благодаря биологическому насосу океана.

Библиографический список

1. Галушин, Д. А. Межгодовая динамика химического состава и кислотности атмосферных осадков на территории Приморского края за период с 2011 по 2020 годы / Д. А. Галушин, С. А. Громов, С. М. Авдеев // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 3. – С. 42–48.
2. Лазарев, Н. Н. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, А. Р. Тяжкороб, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20–26.
3. Коломыц, Э. Г. Углеродный баланс и устойчивость лесных экосистем при глобальных изменениях климата / Э. Г. Коломыц. М. : Наука, 2020. – 422 с.

РОСТ И РАЗВИТИЕ РЕДИСА В ЗАВИСИМОСТИ ИНТЕГРАЛА СУТОЧНОЙ РАДИАЦИИ

Дементьев Максим Станиславович, магистрант 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Mmmaximium@yandex.ru

Товстыко Дарья Андреевна, аспирант 3 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, tov.dasha@mail.ru

Научный руководитель – Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ivatar@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена изучению реакции растений редиса сорта «Жара» на интеграл суточной радиации при разном соотношении плотности потока фотонов в области фотосинтетически активной радиации и фотопериода.

Ключевые слова: редис, светокультура, светодиоды, производственный процесс, интенсивность облучения, интеграл суточной радиации.

Свет является главным энергетическим источником для растения, а также дает возможность регулировать процессы развития организма, поэтому изучение механизмов регуляции производственного процесса с помощью манипуляций интегралом суточной радиации крайне важно для разработки и развития технологий светокультуры растений.

Интеграл суточной радиации (ИСР) определяет общее количество фотонов света, которое растение получает за сутки. Каждая культура имеет оптимальный диапазон ИСР. Если количество света (уровень светового довольствия) ниже этого уровня, происходит снижение продуктивности. А если уровень выше оптимального, может произойти повреждение растений, появление хлорозов на листьях и ухудшение качества продукции

Целью нашего исследования было изучить физиологические реакции растений редиса на выращивание в условиях световых режимов, отличающихся между собой по фотопериоду и интенсивности облучения при сопоставимых значениях ИСР

Научно-исследовательскую работу проводили в Лаборатории искусственного климата РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Растения редиса выращивали вегетационным способом, используя светодиодные источники освещения в индивидуальных гроу-боксах. Световые блоки содержали варианты облучения с суточной продолжительностью 6, 12 или 18 ч, с интенсивностью облучения 146, 220 или 440 мкмоль/м²×с.

Объектом исследования послужили растения редиса сорта «Жара». Данный сорт был выведен на Витенской опытной станции садоводства и

овощеводства им. И. В. Мичурина Литовского научно-исследовательского института земледелия. Сорт является очень урожайным (2...2,8 кг/м²) и раннеспелым (около 20 дней).

В таблице 1 представлены данные по скорости развития растений редиса. В условиях светового режима № 2 наблюдали ускорение формирования корнеплода и, соответственно, задержку перехода растений к генеративному развитию в сравнении с остальными режимами облучения. Накопление биомассы зависело от ИСР. При одинаковом ИСР 9,5 моль/(м²×сут) наибольшую массу корнеплодов наблюдали у растений, выращенных на фотопериоде 12 ч.

Таблица 1 – Скорость развития и продуктивность растений редиса в зависимости от режима облучения (число дней от всходов)

№	Режим облучения		Фенологические фазы развития растений			Средняя масса корнеплода, г
	Фотопериод, ч/ ППФ, мкмоль/(м ² ×с)	ИСР, моль/(м ² ×сут)	созревание корнеплода	цветение	бутонизация	
1	12/220	9,5	22±2	45±2	36±2	28,4±3
2	12/440	19	20±2	–	–	34,5±3
3	6/440	9,5	26±2	43±2	35±2	14,5±3
4	18/146	9,5	23±2	40±2	37±2	21,4±3

Определяли чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ, г/(м²×сутки)), которая показывает накопление сухой биомассы за определенный промежуток времени, отнесенный к средней площади листовой поверхности (рисунок 1). Величина ЧПФ в значительной мере зависела от длины дня и интенсивности облучения растений. При фотопериоде 12 ч и ППФ 220 и 6 ч и ППФ 440 мкмоль/ м²×с в период от 15 до 25 дней от всходов наблюдали значительное увеличение ЧПФ. Примечательно, что интенсивность работы фотосинтетического аппарата при очень высокой облученности и аномально коротком фотопериоде 6 ч была существенно ниже. Интересно отметить, что в этом варианте растения впоследствии перешли к генеративному развитию.

Короткий день 12 ч и крайне высокая интенсивность облучения (вар.12/440, рисунок 1) позволили задержать переход к цветению, что является особо важным фактором и преимуществом при выращивании редиса. Противоположные процессы наблюдали у растений на аномально коротком дне при высокой ППФ (вар.6/440, рисунок 1).

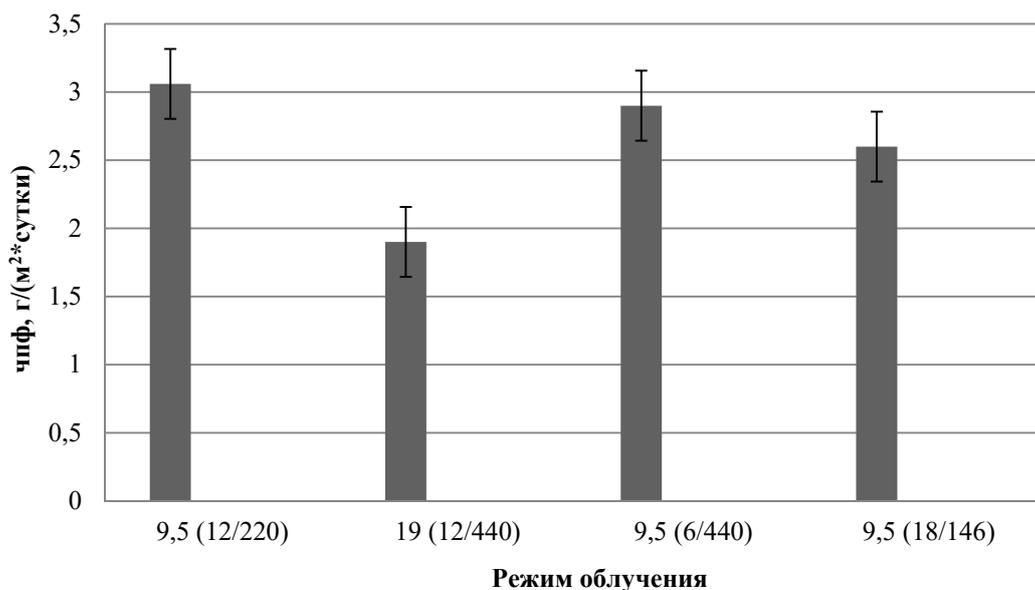


Рисунок 1 – Чистая продуктивность фотосинтеза редиса в зависимости от режимов облучения

Наши фотобиологические исследования были направлены на разработку эффективных методов регулирования морфогенеза растений. По физиологическому развитию растений и лучшему накоплению биомассы корнеплода можно выделить наиболее оптимальные режимы для растений редиса, это – фотопериод 12 ч с интенсивностью облучения 220 и 440 мкмоль/ м²×с. Полученные данные дают материалы для физиологического обоснования технологии светокультуры редиса в системах интенсивного культивирования.

Библиографический список

1. **Prikupets, L. B.** Photobiological research – a way to optimize LED’s plant lighting / Prikupets L. B., Boos G. V., Shakhparunyants A. G., Bartsev A. A., Terekhov V. G., Tarakanov I. G. / Proceedings of 29th CIE session, Washington, DC, 2019. pp. 1823–1831.

2. **Tarakanov, I. G.** Effects of Light Spectral Quality on Photosynthetic Activity, Biomass Production, and Carbon Isotope Fractionation in Lettuce, *Lactuca sativa* L.; Tovstyko D. A.; Lomakin M. P.; Shmakov A. S.; Sleptsov N. N.; Shmarev A. N.; Litvinskiy V. A.; Ivlev A. A., *Plants*. *Plants* 2022, 11, 441.

ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ГОРОХА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫМ ПРИЗНАКАМ

Дервянко Антон Анатольевич, студент 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mshaderevyanko@gmail.com

Научный руководитель – Вертикова Елена Александровна, д.с.-х.н., профессор кафедры селекции, генетики и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: yu.larikova@mail.ru

Научный руководитель – Анисимов Александр Алексеевич, старший преподаватель кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: anisimov_a@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Селекция и семеноводств полевых культур – одна из важнейших задач, стоящих перед научными и производственными мероприятиями. Первая обеспечивает отрасль новыми ресурсами (сортами и гибридами), способствующими повышению качества и количества производимой продукции. Второе обеспечивает долгосрочное их использование и возобновление посредством их оценки и отделения от иных на основании характерных отличий присущих каждому сорту определенной культуры. В работе рассматриваются особенность ростовых процесса и формирования урожая ряда сортов и сортообразцов гороха.*

***Ключевые слова:** горох, зернобобовые культуры, рассеченнолисточковые линии, селекция зернобобовых культур.*

Горох характеризуется высоким кормовыми и пищевыми достоинствами. Смяна содержат 20...24 % белка. В пищу идет зерно и перерабатывается на крупу. Один из замечательных источников белка в кормовых смесях со злаками или в чистом виде в виде зеленой массы травяной резки и проч. Горох – одна из наиболее древних культур. Родина гороха посевного – районы передней Азии. Центр происхождения крупносемянных форм – восточное средиземноморье [1].

На полевой опытной станции РГАУ–МСХА ведется, оценка и размножение сортов гороха. В этом году по договору о сотрудничестве с ФГБУ «ГОССОРТ–КОМИССИЯ» проводится оценка около девяти сортов гороха, с целью выделить по морфо-физиологическим признакам сорта эталоны. Имеется небольшая генетическая и учебная коллекция [2].

Объектом или материалом исследованию является генетическая коллекция сортов гороха посевного.

В качестве методов исследования использована стандартная методика оценки биологической урожайности и государственная методика оценки отличимости однородности и стабильности по морфофизиологическим признакам гороха и основным методом был инструментальный [12].

Она включает в себя измерения высоты растения, длины его стебля, длины и формы боба, количества бобов на втором плодущем узле. Также измерялась длина и форма и ширина и длина листочка (если это листочковая форма) или длина до первой пары и до конца усов (для усатых форм). Проводились измерения цветоносов, ширины парусов цветков, формы и ширины прицветников.

По высоте из вышепредставленных максимальное значение высоты растения показал сорт Сибирский – 1 и сорт Спартак. Сорт Филби характеризовался самой низкой высотой стебля. Ами – 309/9 занимал промежуточное значение.

Длины бобов у всех сортообразцов не обнаружили статистически значимых значений.

Самый широкий боб был у сорта Филби, а самые узкие у сорта – Спартак.

В среднем все растения сформировали по одному стеблю, причем варьирование незначительное.

Общее число узлов на растении было максимально у сорта Спартак, а минимальным у Ами – 309/9. Примерно равное их количество наблюдалось у сортов Сибирский – 1 и Филби (рисунок 1).

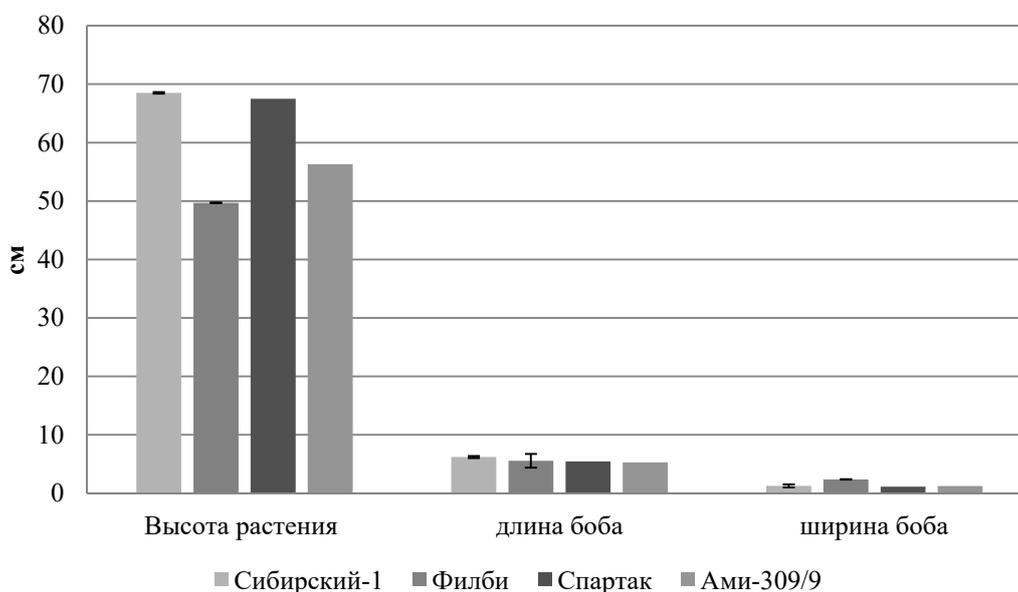


Рисунок 1 – Биометрические параметры растений гороха

Число бобов на растении было максимальным у сорта Спартак, а у сортообразца Ами – 309/9 их было минимальное количество.

Максимальное число семян было у сорта Сибирский – 1, а остальные образцы имели примерно равное их среднее количество.

Наибольшая масса семян со второго боба также была у вышеуказанного сорта, а у остальных образцов масса была равно меньшей.

Наибольшая масса семян с растения была у сорта Спартак, а второе по величине значение показал Сибирский – 1. Иные показали равный меньший результат.

Число семян с растения в среднем было больше у сорта Спартак, однако и степень варьирования была наибольшей.

Библиографический список

1. **Федотов, В. А., Кадыров, С. В., Щедрина, Д. И., Столяров, О. В.** Растениеводство: Учебник / Под ред. В. А. Федотова. – СПб. : Издательство «Лань», 2015. – 336 с.: ил. (+ вклейка, 8 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. **Зеленов, А. Н. и др.** Особенности селекции гороха на высокое содержание амилозы в крахмале зрелых семян // Доклады РАСХН. – 2014. – № 3. – С. 12–16.

3. **Кондыков, И. В. и др.** Перспективы использования морфотипа люпиноид в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 1 (5). С. 15–21.

4. Длительному полевому опыту ТСХА 100 лет: итоги научных исследований. Научное издание / Под редакцией А. Ф. Сафронова. М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2012. – 248 с.

5. **Вертикова, Е. А.** Оценка коллекционных сортообразцов гороха (*Pisum sativum* L.) в условиях Нечерноземной зоны РФ / Е. А. Вертикова // Вавиловские чтения – 2020 : Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию открытия закона гомологических рядов и 133-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова, Саратов, 24–25 ноября 2020 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2020. – С. 54–56.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Деревянко Антон Анатольевич, студент 4 курса института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mshaderevyanko@gmail.com

Научный руководитель – Скороходова Анастасия Николаевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: red-green216@mail.ru

Соруководитель – Иваницких Алина Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории исследований технологических свойств сельскохозяйственных материалов ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: alinena@yandex.ru

Соруководитель – Анисимов Александр Алексеевич – старший преподаватель кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: anisimov_a@rgau-msha.ru

Аннотация. *Повышение урожайности сельскохозяйственных культур на основе использования современных технологий возделывания является основной задачей агропромышленного комплекса. В научной литературе имеется большой объем сведений о применении физических методов энергетического воздействия на семена, способствующих усилению их фотосинтетической активности, повышению всхожести и увеличению урожайности. Апробированы способы и разработаны технические устройства, отличающиеся физическими параметрами, технологиями их использования, однако массового внедрения в сельскохозяйственное производство они не получили.*

Ключевые слова: *зерновые культуры, обработка семян, всхожесть, яровая пшеница.*

Анализ результатов исследований показал, что имеет место не только широкий разброс данных по оценке влияния стимулирующих факторов, но и их противоречивость [2]. В связи с этим остается проблема более детального изучения механизма физического воздействия как на внутреннюю структуру семян, так и развитие морфологических органов растений в процессе их вегетации, установления эффективной дозы воздействия источников излучений различной природы и откликов биосистем растений на них, а также выбор облучающих устройств, отличающихся эффективностью, простотой конструкции, высокой надежностью и простотой в использовании [1]. Поэтому дальнейшая работа должна быть направлена на проведения

дополнительных научно-исследовательских работ, расширение теоретических знаний и получения новых данных об энергетических воздействиях на рост и развитие растений [4].

При подготовке семян зерновых культур к исследованиям был использован следующий метод обработки:

- лазерное излучение.

Для обработки семян яровой пшеницы сорта «Злата» использовалась лазерная установка, разработанная в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (рисунок). Установка оснащена лазерным излучателем мощностью 0,5 Вт, длиной волны 650...670 нм, диаметром светового луча 8,5 см и жидкокристаллическим дисплеем, отражающим время излучения. В проводимых опытах были задействованы не обработанные семена яровой пшеницы (контроль), а также обработанные лазерным излучателем в течение 10, 20 и 30 мин.

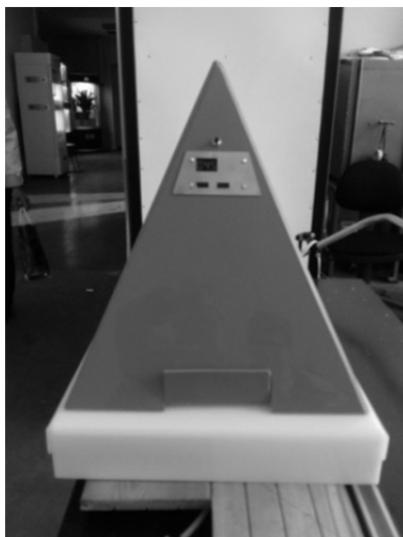


Рисунок 1 – Лазерная установка

Схема лабораторного опыта:

- контроль (не обработанные лазерным облучателем семена яровой пшеницы сорта «Злата»);
- 10 минут (семена яровой пшеницы сорта злата обработанные лазерным облучателем в течении 10 мин.);
- 20 минут(семена яровой пшеницы сорта злата обработанные лазерным облучателем в течении 20 мин.);
- 30 минут (семена яровой пшеницы сорта злата обработанные лазерным облучателем в течении 30 мин.).

Семена яровой пшеницы высевались в чашку Петри на предварительно смоченную дистиллированной водой фильтровальную бумагу по 100 семян на чашку Петри. Повторность в варианте 3-х кратная [3] (таблица 1).

Таблица 1 – Энергия прорастания и всхожесть семян яровой пшеницы сорта «Злата» в зависимости от варианта

Вариант		Всхожесть семян, %	Средняя по варианту, %	Энергия прорастания, %	Средняя по варианту, %
контроль	1-я чашка	82	79,3	66	56
	2-я чашка	82		54	
	3-я чашка	74		48	
10 минут	1-я чашка	100	97,3	86	81,3
	2-я чашка	92		78	
	3-я чашка	100		80	
20 минут	1-я чашка	96	94,6	74	78,6
	2-я чашка	94		84	
	3-я чашка	94		78	
30 минут	1-я чашка	98	95,3	78	84,6
	2-я чашка	92		86	
	3-я чашка	96		90	

Результаты экспериментальных данных оценке морфофизиологических показателей яровой пшеницы позволили сделать следующий вывод: установлено повышение энергии прорастания у обработанных семян яровой пшеницы сорта «Злата» в варианте 10 минут (на 31%) и 30 минут (на 33%). Максимальный эффект по всхожести семян яровой пшеницы был получен в варианте с обработкой 10 минут 18% от контрольных семян.

Библиографический список

1. Скороходова, А. Н. Влияние энергетических факторов на всхожесть семян зерновых и зернобобовых культур / К. А. Васильев, А. А. Анисимов // Доклады ТСХА: Сборник статей. Выпуск 293, Часть IV. РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, – 2021.
2. Анализ современных устройств выращивания растений в городском фермерстве и перспективы его развития / Ерохин М. Н., Скороходов Д. М., Скороходова А. Н., Анисимов А. А., Потемкин Р. А. // Агроинженерия. – 2021. – № 3 (103). – С. 24–31.
3. Устройство для сбора корневых экссудатов аллелопатически активных растений / Скороходова А. Н., Иваницких А. С., Ларикова Ю. С., Скороходов Д. М. // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. – № 4 (101). – С. 86–94.
4. Гусева, В. А. Научные основы и практические результаты предпосевного облучения семян сельскохозяйственных растений / Л. Н. Курганова, Т. М. Горланова, И. Ф. Александрова, А. Г. Сидорский, 1974.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАЖНОСТИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ САЛАТА В ЗАКРЫТЫХ ИСКУССТВЕННЫХ АГРОСИСТЕМАХ

Дуванов Илья Викторович, магистрант 2 курса ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, ФГБНУ «ФИЦ Немчиновка», e-mail: biotechduvanov@yandex.ru

Научный руководитель – Ларикова Юлия Сергеевна, к.б.н, доцент физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: yu.larikova@mail.ru

***Аннотация.** Целью работы является разработка интенсивной технологии выращивания листовых овощных культур, в закрытой светокультуре, методом гидропоники вертикальным способом с повышенной влажностью. Результаты проведенных исследований показали, что выращивание салата в закрытой системе при уровне влажности ночью на уровне 35 %, а днем 80 % позволило ускорить созревание и сократить период вегетации на 20 дней.*

***Ключевые слова:** искусственные агроэкосистемы, салат, влажность, светокультура, гринбокс.*

Культивирование салата в искусственных системах является одним из направлений сити-фермерства, которое в настоящее время активно развивается. С появлением светодиодных фито-ламп и значительным снижением цен на них, выращивание в светокультуре стало актуальным с точки зрения рентабельности [1, 3].

Но подбор параметров выращивания в искусственной среде, как показала практика оказался непростым. Поэтому разработка индивидуальных технологий выращивания под конкретную культуру стало перспективным направлением



Рисунок 1 – Климатическая установка Гринбокс

Для эксперимента с выращивание салата был взят Гринбокс (климатическая установка, с освещением и выращиванием методом гидропоники) и собрана установка открытого типа для помещения, также выращивание методом гидропоники под фито-лампой. Лампа состояла из светодиодной матрицы 2900...3500 К [2].

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) закрытая искусственная система Гринбокс позволяющая с регулировать уровень увлажнения;
- 2) закрытая искусственная система с неконтролируемым уровнем увлажнения.

В опыте высевался листовой салат сорта «Кучерявец Грибовский» селекции ВНИИСОК. Питательный раствор был одинаковый в обеих установках, температура различалась в дневном режиме на 3...4 °С, в климатической камере была выше и составляла 29 °С, в ночное время было одинаковым 23...25 °С.

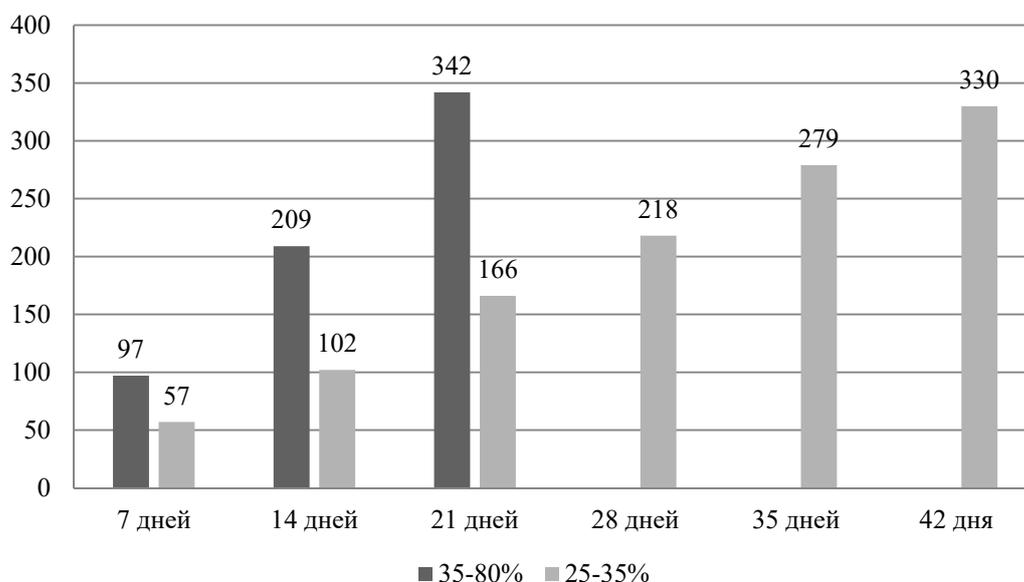


Рисунок 2 – Динамика нарастания зеленой массы салата при различных уровнях увлажнения, г/раст

Влажность сильно различалась днем в открытой установке в среднем было 25 %, в Гринбоксе в среднем 35 %. Ночью в закрытой 35 %, в Гринбоксе 80 %. Повторность четырехкратная.

Проведенные наблюдения за ростом и развитием растений салата показали, что в открытой системе салат рос 40–42 дня, в Гринбоксе 20 дней. Листья в открытой системе были более узкие, и розетка была очень редкой, в Гринбоксе были широкие, у некоторых ширина достигала 13 см, розетка была густая.



7 день



20 день

Рисунок 3 – Растения салата в Гринбоксе

Самый важный показатель для интенсивного выращивания, это скорость роста, в Гринбоксе данный показатель, по проведенному опыту, получился в 2 раза выше. Вероятно, главным фактором такого показателя роста была повышенная влажность в ночное время.

Анализ результатов исследования показал, что в условиях закрытой искусственной системы Гринбоксе формирование максимальной зеленой массы салата проходит за 20 дней, что позволяет увеличить производительность на 200 %, без снижения качества продукции.

Библиографический список

1. Долгих, П. П. Параметры окружающей среды в технологии защищенного грунта / П. П. Долгих, Е. Ю. Солохина // Эпоха науки. – 2020. – № 24.
2. Дуванов, И. В. Использование различных режимов освещения с функцией изменения длины волны в климатической установке «GreenBoxSmartmini» для стимуляции роста эмбрионов яровой пшеницы / И. В. Дуванов, О. А. Васильева, В. А. Бурлуцкий // Геоэкология теория и практика. – 2021.
3. Конончук, П. Ю. Инновационные технологии в решении экологических проблем интенсивной светокультуры / П. Ю. Конончук, Л. М. Аникина, Т. А. Гурова, В. Л. Судаков, О. Р. Удалова, Ю. В. Хомяков // Экология и строительство. – 2017. – № 1.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С РАЗНЫМ СПЕКТРОМ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПШЕНИЦЫ

*Дуванов Илья Викторович, магистрант 2 курса ФГБОУ ВО
РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, ФГБНУ «ФИЦ Немчиновка»,
e-mail: biotechduvanov@yandex.ru*

*Научный руководитель – Ларикова Юлия Сергеевна, к.б.н, доцент
физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: yu.larikova@mail.ru*

***Аннотация.** Целью работы является подбор оптимального спектра для выращивания яровой пшеницы в закрытой светокультуре. Результаты проведенных исследований показали, что в широком спектральном диапазоне растения пшеницы развиваются лучше и позволяют сформировать озерненный колос.*

***Ключевые слова:** дигамлоид, *in vitro*, светокультура, светодиодная фито-лампа.*

Выращивание яровой пшеницы в светокультуре очень важное направление в селекции растений, т. к. основным преимуществом является возможность круглогодичного выращивания. В нашем случае главной задачей является получение дигамлоидов пшеницы с помощью клеточной биотехнологии. Так как процесс исключительно проходит в лабораторных условиях, то время года не является основополагающим фактором [1, 2].

Применение светокультуры в данной методике биотехнологии предусматривает:

- первое, необходимо получить колосья для извлечения пыльников или зародышей в зависимости от метода;
- второе, после стадии *in vitro* растение пересаживают в почву и доращивают до получения зерна.

Для эксперимента был взят сорт гексаплоидной мягкой пшеницы ChineseSpring. Из колосьев выращенных в теплице выделили зародыши и посадили в чашки петри на питательную среду. Далее поставили в климатическую камеру под люминесцентные лампы Osram 30 W 865 Lumilux. В процессе дальнейшего роста и развития было получено растение-регенерант, которое пересадили в маленькие стаканчики в почвогрунт и оставили на адаптацию на две недели в климатической камере.

После, когда пшеница адаптировалась и немного подросла, мы пересадили ее в большие сосуды объемом 5 литров по 4 растения на сосуд. Повторность трехкратная. Далее поставили в помещение под два светодиодных фито-светильника с разным спектром. Светильники одинаковой мощности 35 Вт.

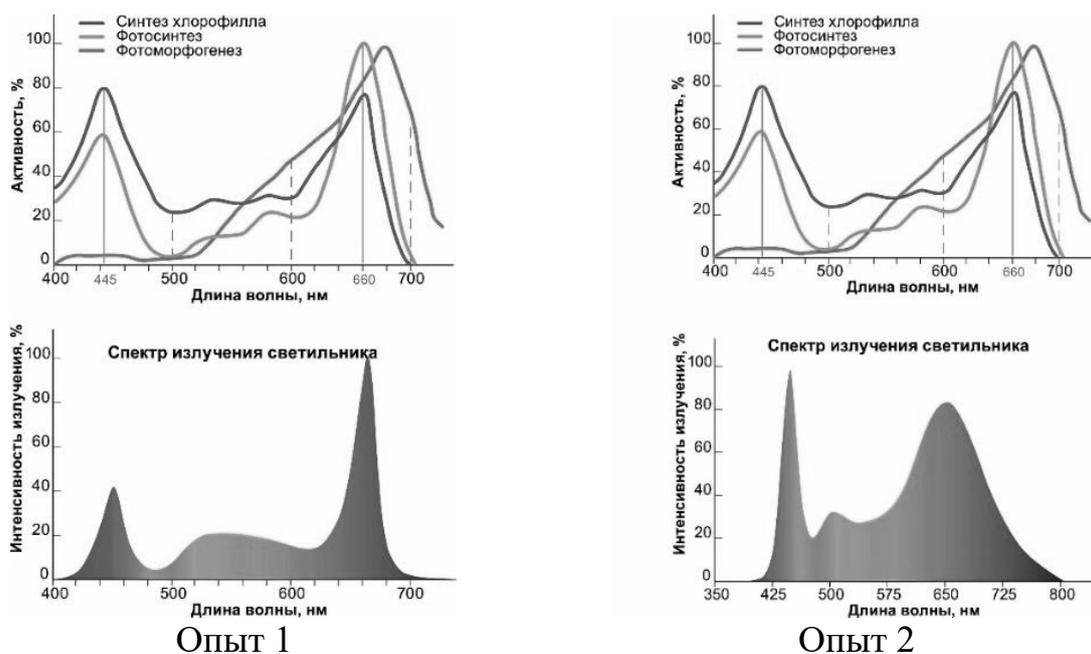


Рисунок 1 – Спектральный состав светодиодных ламп

В первом варианте пшеницу поставили под более узкие спектры, на пике выделялся красный и синий спектр. Во втором варианте спектральный состав был более широкий и как видно на рисунке плавно переходящий, в красной зоне видно и оранжевый, и дальний красный. В синей зоне больше сдвиг идет вправо, к более голубому спектру, также плавный переход в селеную зону.

Под узким спектром развитие пшеницы проходило медленно, растение слабо кустилось, листья были редкие и в определенный момент рост остановился, и растение находилось в одной стадии. Далее пошел регресс, растение медленно погибало, один за одним отмирали листья и в итоге все растения высохли. Под широким спектром пшеница развивалась хорошо, было хорошее кущение, растение выдало колосья и в итоге они созрели, и получили зерна. С трех сосудов получилось 179 зерен, массой 4,5 гр.



Опыт 1



Опыт 2

Рисунок 2 – Пшеница после пересадки в почвогрунт, 42 день

Проделанный опыт показал, что пшеница сорта Chinese Spring в более широком спектральном диапазоне развивается лучше и позволяет сформировать урожай. В более узком диапазоне наблюдалось торможение развития и в итоге растение не дошло до стадии колоса.

Оценка проделанного опыта следует, что для селекционных целей при круглогодичном выращивании яровой пшеницы, необходимо использовать спектр в широком диапазоне, который позволяет сформировать зерно.

Библиографический список

1. **Никитина, Е. Д.** Особенности морфогенеза яровой мягкой пшеницы в культуре *in vitro* в зависимости от условий произрастания / Е. Д. Никитина, Л. П. Хлебова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2015. – № 2.

2. **Долгих, П. П.** Новые подходы к энергетической эффективности облучательных установок в светокультуре // Эпоха науки. – 2021. – № 27.

3. **Ракутько, С. А.** Оценка равномерности поверхностного распределение потока излучения как фактора энергоэффективности светокультуры / С. А. Ракутько, Е. Н. Ракутько // Инженерные технологии и системы. Том 31, № 3.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГОРОДСКОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Дурманов Василий Юрьевич, магистрант 1 курса института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: vdurmanv@outlook.com

Научный руководитель – Скороходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: d.skorokhodov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье описана актуальность развития городского сельского хозяйства. Применение композиционных материалов в системах для очистки воды при аквапоническом выращивании гидробионтов и растений в симбиозе. Предложено изготавливать фильтрующие панели барабанного типа из композитов (нетканый полиэтилен) с основными техническими характеристиками: температурная стойкость, $t = 120$ °С, плотность, $\rho = 0,94$ кг/м³, масса, $m = 0,06$ кг.

Ключевые слова: сити-ферма, аквапоника, фильтрующая панель, композиты.

На сегодняшний день активно развивается городское сельское хозяйство (сити-фермерство). Это связано с в первую очередь с увеличением городской численности населения и уменьшения сельской численности. Так, по данным ООН население Земли к 2050 г. возрастет с нынешних 7,7 млрд чел. до 9,8. Также ожидается, что уже к 2030 году 25 % плодородных земель деградируют, во многих частях мирового океана будет достигнут предел естественной биопродуктивности [1].

По Данным Росстата на 2021 год численность населения Российской Федерации составила 147,2 млн чел., и только 25 % от общего населения составляют сельские жители. Это связано с рядом многочисленных факторов [2].

Сити-фермерство актуально не только в крупных городах, но и на территориях, где в течение года преобладают пониженные температуры, вследствие чего постоянное выращивание в открытом грунте невозможно.

Городское сельское хозяйство также актуально в нынешних условиях, когда человечество столкнулось с условиями пандемии. Крупные города могут оказаться полностью изолированными от Мира. Решением всех этих проблем возможно путем создания сити-ферм с оптимальными технологическими параметрами.

Аквапоника позволяет совместно выращивать гидробионты и растения в симбиозе, она более экономна, эффективна, чем традиционное сельское хозяйство и безвредна, в отличие от других методов выращивания растений. Аквапоника – единственная сегодня технология, способная давать 100 % экологически чистую продукцию без применения химикатов, а также пестицидов и гербицидов.

Но на сегодняшний день существует ряд проблем в этой области, наиболее значимыми проблемами являются применение дорогостоящего материала для изготовления деталей, бракованные комплектующие и засор механического фильтра.

Изучая проблему засора механического фильтра, мы провели анализ конструкций фильтрующих панелей барабанного типа: существует цельная и сменная фильтрующие панели. На рисунке 1 представлен барабанный фильтр и конструкции фильтрующих панелей.

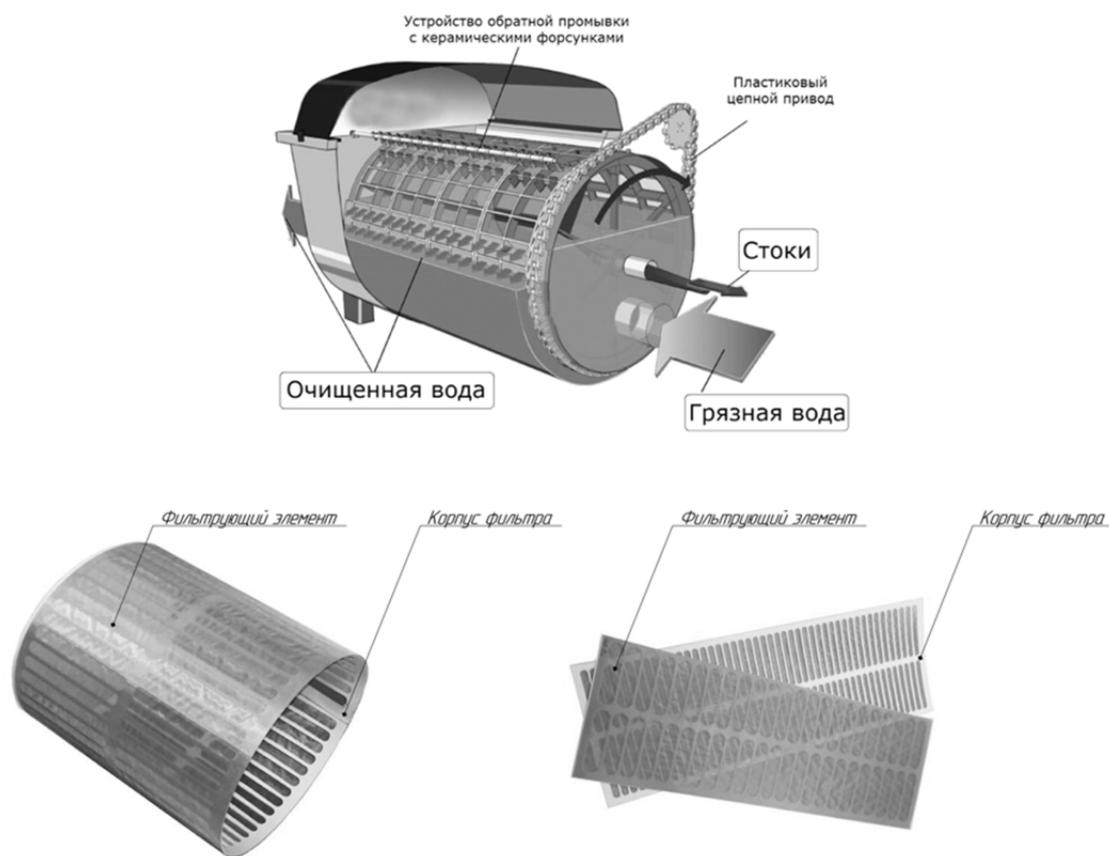


Рисунок 1 – Исследуемая проблема:

а – барабанный фильтр; *б* – цельная фильтрующая панель;
в – сменная фильтрующая панель

Данные панели изготавливают из материалов: нержавеющая сталь 12Х12Н9, бронза фосфористая *Бр0ф6,5-0,4*, Никель марки *НП2*, Композиты (нетканый полиэтилен).

Технические характеристики материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Материалы для изготовления конструкций фильтра

Материал	Температурная стойкость, t°	Плотность, ρ , кг/м ³	Масса, m , кг	Цена, м ² /руб.
Нержавеющая сталь 12Х12Н9	800	7,92	2,45	5763
Бронза фосфористая <i>Бр0ф6,5-0,4</i>	995	8,7	0,181	3960
Никель марки <i>НП2</i>	1450	8,9	0,183	18 979
Композиты (нетканый полиэтилен)	120	0,94	0,06	2182

Мы предлагаем изготавливать ее из композитов (нетканый полиэтилен).

Нами спроектирован участок по производству фильтрующей панели включающий в себя зону технологии ее изготовления, участок контроля качества, упаковки и хранения конечного продукта. Участок включает в себя зону контроля геометрических и физико-механических параметров фильтрующей панели, осуществляемое при помощи автоматизированного измерительного устройства [5].

Применение композиционных материалов в системах для очистки воды очень перспективно, и на сегодняшний день применяется имея определенные недостатки, поэтому исследуемая тема актуальна и требует дальнейшей работы

Библиографический список

1. **Ерохин, М. Н.** Анализ современных устройств выращивания растений в городском фермерстве и перспективы его развития / М. Н. Ерохин, Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова, А. А. Анисимов, Р. А. Потемкин // *Агроинженерия*. – 2021. – № 3 (103). – С. 24–31.

2. **Скороходова, А. Н.** Аллелопатический эффект лекарственных растений на сорняки / Скороходова А. Н. // Автореф. дис. ... канд. биолог. наук / РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. М., 2019.

3. **Скороходов, Д. М.** Топологическая оптимизация рычага привода модульно-роторной установки для сити-фермы / Скороходов Д. М., Скороходова А. Н., Бобров М. Н., Пустобаев Л. А., Свиридов А. С. // *Технический сервис машин*. – 2022. – № 1 (146). – С. 46–51.

4. **Скороходова, А. Н.** Устройство для сбора корневых экссудатов аллелопатически активных растений / Скороходова А. Н., Иваницких А. С., Ларикова Ю. С., Скороходов Д. М. // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. – 2019. – № 4 (101). – С. 86–94.

5. **Скороходов, Д. М.** Совершенствование методов и средств контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники / Д. М. Скороходов // *Дис. ... канд. техн. наук / РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. М., 2017.*

МОРФОСТРУКТУРНЫЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРИХОМ ДИКИХ ВИДОВ ТОМАТА

Дыбунов Сергей Алексеевич, студент 4 курса института агробιοтехнологии, РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Dybunov@tim-stud.ru
Научный руководитель – Голиванов Ярослав Юрьевич, старший преподаватель, РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Golivanov@rgau-msha.ru

Аннотация. Был проведен морфоструктурный и морфофизиологический анализ трихом у 3 видов томатов рода *Solanum*: *S. chilense*, *S. pennellii*, *S. habrochaites*. Все виды имеют 2 типа трихом: железистые и кроющие со сферовидной и конусовидной верхней клеткой. Фенольные соединения были обнаружены у *S. habrochaites* и *S. Chilense*. Лактоны выявлены у *S. habrochaites* *S. Pennellii*.

Ключевые слова: трихомы, томаты, фенольные соединения, лактоны.

Интерес к изучению опушения томата связан преимущественно с тем, что оно играет значимую роль в защите растений от насекомых-вредителей, а также в использовании их вторичных метаболитов в различных сферах. Томаты образуют разнообразную функцию нежелезистых трихом – защита растения от насекомых и вредителей, избыточного ультрафиолетового излучения, формируют микроклимат и защищают растение от перепадов температуры окружающей среды. Трихомы являются местами детоксикации и используются растением для выведения избытков тяжелых металлов. Железистые трихомы преимущественно выполняют выделительную и защитную функции благодаря одной или нескольким секреторным клеткам, расположенным на конце трихом. Они накапливают вторичные метаболиты, участвующие в защите растения, а также привлекают насекомых-опылителей. Железистые трихомы являются источником промышленно важных ингредиентов – ароматизаторов и фармацевтических препаратов [1].

Растения томатов содержат стероидные гликоалкалоиды томатинового класса; считается, что они действуют как токсичные защитные соединения и обнаруживаются повсюду в растении, включая плоды и корни, а также в трихомах. Метаболические пути, участвующие в биосинтезе большинства вторичных соединений *Solanaceae*, изучены недостаточно [2].

Материалом для исследования служили растения диких видов томата: *Solanum chilense*, *Solanum pennellii*, *Solanum habrochaites*.

Биоматериал получали путем среза целых, молодых и здоровых фотосинтезирующих листьев каждого вида томата.

Поперечные срезы листьев томата были получены с помощью ручного микротомы. Наблюдение осуществляли на микроскопе ZEISS Axioscope 5 с видеокуляром TourCam 16Мп.

На поперечных срезах листьев определяли локализацию фенольных соединений по автофлуоресценции самих веществ.

Сесквитерпеновые лактоны определяли по оранжевому окрашиванию после обработки трихом концентрированной HCl.

Исследования морфоструктуры трихом включало следующие показатели: форма верхней клетки, число клеток составляющие трихому, тип трихомы, длина трихом.

Таблица 1 – Морфоструктурный анализ трихом томатов *S.pennellii*, *S.chilense*, *S.habrochaites*

Виды	Форма верхней клетки	Число клеток составляющие трихому, шт.	Тип трихом	Длина, мкм	Разветвление
<i>S.pennellii</i>	Сферовидная	5–10	Железистые	150–700	Нет
<i>S.chilense</i>	Конусовидная	2–5	Кроющие	100–300	Нет
<i>S.habrochaites</i>	Конусовидная	3–8	Кроющие	100–1400	Нет
	Сферовидная	3–8	Железистые	100–1400	Нет

В таблице представлен морфоструктурный анализ трихом каждого вида томата. Все исследуемые виды имеют 2 типа трихом (железистые и кроющие). У томатов вида *S. chilense* (рисунок 1А) количество кроющих неразветвленных трихом доминирует на всем растении. По началу такая картина удивляла так как листья имели специфичный, резкий запах, говорящий о наличии также и железистых трихом, хоть и в малых количествах. На рисунке 1 показано также наличие разветвленных трихом.

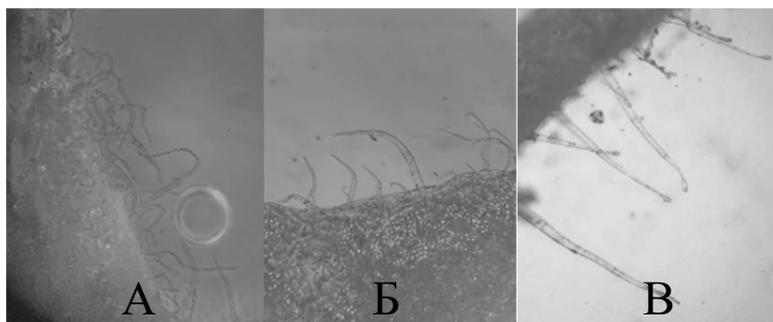


Рисунок 1 – Трихомы *S. Chilense* (А) *S. Pennellii* (Б) и *S. Habrochaites* (В)

У *S. habrochaites* и *S. Pennellii* трихомы представлены, в основном, железистым типом (рисунки 1Б, 1В). Морфоструктурное отличие этих трихом заключается в различии клеток составляющих трихому, а также их в их размерах. У *S.pennellii* трихомы крупнее, но не имеют крупные железки как у *S.habrochaites*.

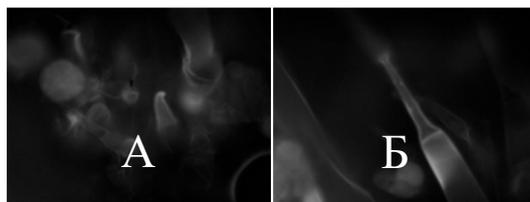


Рисунок 2 – Автофлуоресценция фенольных соединений трихом *S. Habrohaite*(А) и *S. Chilense* (Б)

При исследовании с помощью флуоресцентной микроскопии зеленое свечение – свидетельство содержания фенольных соединений. Обнаружены у *S. habrohaite*s (рисунок 2А) и *S. Chilense* (рисунок 2Б). У *S. pennelii* зеленое свечение отсутствовало.

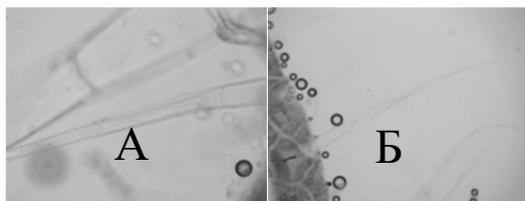


Рисунок 3 – Реакция на локализацию лактонов у *S. Habrochaites*(А) *S. Pennelii* (Б)

Реакцию концентрированной соляной кислотой проводили для обнаружения и локализации лактонов. Данные вещества были выявлены у *S. habrochaites* *S. Pennelii* в стенках клеток трихом, это видно по характерной оранжевой окраске трихом (рисунок 3).

Фенольные соединения – очень разнообразная группа веществ, которые выполняют множество функций в организме растений: структурные, защитные и сигнальные функции, а также участвуют в процессах дыхания и фотосинтеза. Поэтому, как у малоизученных видов, более детальное изучение и конкретизация фенольных соединений представляет большой интерес. Лактоны представляют интерес не только как физиологический компонент самих трихом, но и как компоненты фармацевтической промышленности. Достаточное количество лактонов свидетельствует о том, что данные томаты могут быть использованы как доноры лактонов.

Библиографический список

1. **Дорошков, А. В.** Протокол анализа количественных характеристик опушения листа картофеля / А. В. Дорошков, М. А. Генаев, Д. А. Афонников // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – 20(6):863–868.
2. **Игнатова, С. И.** Молекулярные исследования в области селекции томата на устойчивость к заболеваниям: краткий обзор последних достижений и приоритетных направлений / С. И. Игнатова, Т. А. Терешонкова, С. Ф. Багирова // Гавриш. – 2008. – № 3.
3. **Luckwill, L.** The genus *Lycopersicon*: historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes; Aberdeen University Press, Aberdeen, Scotland, 1943.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Ерсак Мария Викторовна, студентка 2 курса института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mersak08@gmail.com

Научный руководитель – Белопухов Сергей Леонидович, д.с.-х.н., к.х.н., профессор кафедры химии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: SBelopuhov@rgau-msha.ru

Аннотация. В работе рассмотрены различные виды сорбентов, представлены результаты исследования влияния нового целлюлозосодержащего сорбента на скорость испарения влаги в теплицах.

Ключевые слова: сорбент, сельское хозяйство, испарение воды, теплица.

В настоящее время сорбенты являются одними из важнейших компонентов для решения задач по экологии, в агропромышленном комплексе и других отраслях науки и техники. Различные технологии сбора разливов нефти, очистки сточных вод и других жидких сред от токсических соединений, нефтяных загрязнений основаны на адсорбции.

Для этих целей используются сорбенты в виде порошков или гранул. По происхождению они бывают природные и синтетические. Органические сорбенты: сажа, уголь, торф, целлюлоза, древесная стружка, хлопок и т. д. Они довольно дешевы, имеют хорошие сорбционные свойства к углеводородам.

Но при использовании таких сорбентов возникают некоторые технические трудности:

- по сбору отработанного сорбента с поверхности;
- его регенерации;
- утилизации.

Также, при работе с синтетическими сорбентами необходимо помнить, что температура влияет на сорбционную емкость материала. Чем она ниже, тем ниже и емкость, а, следовательно, и свойства сорбентов.

В сельском хозяйстве большой объем биомассы, а также продуктов животноводства при соответствующей подготовке можно использовать в качестве природного сорбента. К преимуществам предлагаемых сорбентов из натуральных льняных волокон, как основы для расширения ассортимента превентивно-защитных средств и технологий, экономии расходов АПК относятся:

- возможность варьирования их эксплуатационных характеристик как благодаря особенностям структуры волокна, так и за счет модификации сорбента путем обработки соответствующими модификаторами;
- возможность варьирования сорбционных и физико-механических характеристик;
- применение различных комплексов с включением синтетических волокон для придания специальных свойств;
- возможность использования сорбента в сочетании с другими функциональными материалами для создания многослойных композиций.

Структурные особенности разработанного сорбента обеспечивают избирательную сорбцию по отношению к углеводородам в присутствии воды, позволяют регулировать удерживающую способность материала, его сорбционную емкость, скорость испарения воды, что важно в АПК, избирательно сорбировать другие органические вещества, являющиеся отходами пищевой, масложировой, текстильной промышленности.

Сорбент имеет высокую способность к регенерации путем механического отжима, а значит, изделия из данного материала и сам материал подлежит многократному использованию, что очень важно с экономической точки зрения.

По своим эксплуатационным характеристикам волокнистый сорбент на основе целлюлозосодержащего растительного сырья соответствует лучшим отечественным и импортным образцам и имеет большие преимущества с финансовой стороны и может с успехом применяться в различных отраслях промышленности и хозяйства.

Например, в сельском хозяйстве проблема состоит в том, что при выращивании плодоовощной продукции в открытом грунте используется большой объем воды, а методы капельного орошения не всегда бывают эффективны.

Цель работы состояла в исследовании нового сорбента на основе целлюлозосодержащего растительного сырья в теплицах, где томаты и огурцы выращивают на почвогрунте. Были использованы крупная и мелкая фракции сорбента. В результате опыта выяснилось, что при использовании сорбента скорость испарения воды была снижена в среднем на 25...30 % по сравнению с традиционной технологией без него. При этом мелкая фракция показала больший объем испарившейся воды в среднем на 10...15 % (в зависимости от температуры воздуха) в сравнении с крупной фракцией за одинаковое время опыта.

Вывод: полученные результаты свидетельствуют о возможности использования сорбента в теплицах для уменьшения испарения влаги и снижения расходов на поливную воду.

Библиографический список

1. **Золотокопова, С. В.** Использование растительных сорбентов для улучшения состояния почв / С. В. Золотокопова, А. О. Титов, С. Д. Бобракова, П. А. Щербакова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2015. – № 3(13). – С. 23–25.

2. Нетканые материалы – против загрязнения. Нетканые превентивные средства – новый подход к обеспечению экологической безопасности при эксплуатации дорог и автосервисных комплексов [Электронный ресурс]. URL: stroyprofile.ru.

3. Нетканые сорбенты для сбора разливов нефтепродуктов и экспресс-метод определения их сорбционной емкости [Электронный ресурс]. URL: edinros.spb.ru.

РОЛЬ СИНЕ-ФИОЛЕТОВОГО СПЕКТРА В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Ершова Элина, студентка 2 курса института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: lina2211e@mail.ru

Научный руководитель – Анисимов Александр Алексеевич, старший преподаватель кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: anisimov_a@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Рассмотрена роль и значение сине-фиолетового спектра в жизни растений. Изучена литература на соответствующую тематику и сделан вывод о значении рассматриваемых значений спектра в фотосинтезе и процессах жизнедеятельности растительного организма.*

***Ключевые слова:** сине-фиолетовый спектр, фотосинтез, световая энергия, свет.*

Солнечный свет является одним из важнейших факторов, необходимых для жизни растений. Известно, что он неоднороден и содержит лучи, которые имеют различную длину волны.

Сине-фиолетовая область спектра (от 400 до 490 нм) поглощается хлорофиллами и каротиноидами. Растение для восприятия синего спектра использует два типа рецепторов: фототропин и криптохром. Через название первого прослеживается явная отсылка к фототропизму. То есть способности растения менять положение в ответ на свет благодаря синему спектру. Помимо этого, фототропин выполняет и другие функции, среди которых управление движением устьиц и хлоропластов. Вторым рецептором - криптохром – представляет собой пигмент синего цвета, который ответственен за ингибирование ростовых процессов и регуляторное действие на метаболизм растения.

Известно, что хлорофиллы а и b больше всего усваивают область в диапазоне синего света (425...460 нм). Коэффициент поглощения в красном спектре значительно ниже. Отсюда возникает весьма закономерный вопрос: отчего главный вклад в фотосинтез приписывают красному спектру?

Причина кроется в особенности работы светособирающей системы. Синий свет более энергоемкий. Молекула хлорофилла, получив за раз такую концентрацию энергии, не способна достаточно эффективно ее использовать, из-за чего и отдается предпочтение менее энергоемкому красному спектру.

Это подтверждается и практически. В опытах с земляникой садовой, у которых соотношение красного к синему составляло 2:1, интенсивность

фотосинтеза у большинства вариантов была ниже, чем в варианте 8:1. Но по содержанию хлорофилла ситуация была обратной [3]. Можно сделать вывод, что синий спектр способствует образованию большего количества зеленых пигментов, и что количество хлорофилла напрямую не влияет на интенсивность фотосинтеза.

Кроме непосредственного участия в фотосинтезе синий свет, при попадании на растение, запускает ряд генетических программ, из которых самой характерной является ингибирование ростовых процессов. В том же опыте с земляникой было показано, как изменяется габитус, то есть форма растения, в зависимости от доли синего спектра в облучении. Самые низкие экземпляры были получены на варианте с соотношением красного к синему 2:1. При этом доля синего была максимальной. Помимо сокращения высоты, в растении происходило уменьшения длины черешка и площади листовой пластинки. Есть мнение, что причина этого в том, что синий свет усиливает синтез ингибиторов роста, таких как абсцизовая и оксикоричная кислоты [3].

Кроме того, наблюдалось увеличение удельной поверхности плотности листа. Иными словами, лист формируется более толстым под воздействием синего спектра, что является своеобразной компенсацией в ответ на сокращающуюся площадь светособирающей поверхности, ведь с утолщением листа увеличивается количество клеток, способных фотосинтезировать, вследствие чего интенсивность фотосинтеза также повышается.

Состав света, как показывают исследования, способен влиять не только на форму растения и скорость протекания фотосинтеза. Возможности здесь куда обширнее [1].

Меняя спектральный состав излучения, возможно контролировать потребление и аккумуляцию минеральных веществ растением.

Например, микрозелень брокколи, выращенная на синем свете, накапливала в тканях листьев больше P, K, Ca, Mg и Fe чем в вариантах на смешанном красном и синем спектрах. При световой обработке растения салат-латук на синем спектре повышалась аккумуляция K и Ca, когда на красном и смешанном спектре увеличивалось содержание Fe, P, Mg, и N.

По длине волны синий спектр достаточно близок к ультрафиолету А (300...400 нм), который воздействует на живые объекты как стрессор. Поэтому он способен вызывать светозащитные реакции, например, стимулирование роста новых трихом или синтез антоцианов.

Важно понимать, что реакция растений на синий свет, ровно как и на другие спектры, видо- и сортоспецифична, из-за чего проявление реакции может варьироваться в зависимости от объекта исследования. Известно, что некоторые растения имеют отличные от большинства реакции на синий спектр.

Например, для многих растений синий свет является лучшим стимулом для производства хлорофилла. Но в ходе опыта, проведенного с бази-

ликом, можно наблюдать иной эффект. На пяти различных световых вариантах, от преобладающего синего до красного, проанализировали содержание хлорофилла в единице листовой поверхности и эффективность использования света в целом. Там, где доля синего была равной или преобладала над долей красного, количество хлорофилла и скорости фотосинтеза оказались наименьшими. Также исследователи отметили на вариантах с высокой долей синего низкую эффективность использования растениями воды.

Таким образом можно сказать, что сине-фиолетовый спектр очень важен для нормального роста и развития, так как не только принимает активное участие в процессе фотосинтеза, но и оказывает влияние, пусть и специфичное, на другие аспекты жизнедеятельности растения: влияет на развитие растительного организма, способствует накоплению и синтезу определенных веществ.

Библиографический список

1. Азизов, И. В., Гасымова, Ф. И., Ибрагимова, У. Ф., Тагиева, К. Р., Абдуллаева, А. Б. Влияние синего и красного света на физиологические и биохимические характеристики растений пшеницы // *Sciences of Europe*. – 2019. – №41-1 (41).

2. Фотоморфогенез и продукционный процесс разных онтотипов земляники садовой (*Fragaria x ananassa*Duch.) в условиях светокультуры на основе узкополосных светодиодов / М. Н. Яковцева, Г. Ф. Говорова, И. А. Буланова, И. Г. Тараканов // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. – 2016. – № 4. – С. 69–95.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ НОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Журавлева Наталья Сергеевна, студент 4 курса института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: natalianatali000@gmail.com

Прохоров Артем Анатольевич, аспирант института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: artem.prokhorov.2016@inbox.ru

Научный руководитель – Борисов Борис Анорьевич, д.б.н., доцент, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: borisov@rgau-msha.ru

Аннотация. Проведен лабораторный скрининг двух новых регуляторов роста растений на семенах томата, установлены оптимальные концентрации препаратов для обработки семян.

Ключевые слова: скрининг регуляторов роста растений, семена томата, всхожесть, энергия прорастания, биометрические показатели.

В связи с постоянно растущим спросом на устойчивое производство продуктов питания со стороны быстро растущего населения, перед сельским хозяйством стоит задача увеличения урожайности на имеющихся площадях пахотных земель. Одним из методов достижения этой цели является применение регуляторов для модуляции роста растений. Регуляторы роста растений (РРР) представляют собой вещества, которые при нанесении на растения или семена способны стимулировать, подавлять или модифицировать физиологические признаки, развитие или реакцию на стресс. РРР используются для максимального увеличения продуктивности растений и качества продукции, повышения устойчивости производства и преодоления генетических и абиотических ограничений [1, 2, 4].

Цель нашей работы – проведение первичного лабораторного скрининга новых регуляторов роста растений препарата № 1 и препарата № 2 для того, чтобы установить наличие ростостимулирующих свойств этих препаратов.

Препарат № 1 представляет собой 1 % раствор действующего вещества – диметилового эфира 2-оксобутандиовой кислоты натриевой соли (диметиловый эфир щавелевоуксусной кислоты натриевая соль или диметиллоксалоацетат натриевая соль, dimethyloxalacetatesodiumsalt; препарат синтезирован Горбуновым С. В. в Институте Органической Химии имени Н. Д. Зелинского РАН по классической методике (Wislicenus, Grossman, JustusLiebig's AnnalenderChemie, vol. 277, 1893, p. 379) в диметилсульфоксиде.

Препарат № 2 представляет собой 1 % раствор действующего вещества – диэтилового эфира 2-оксобутандиовой кислоты натриевой соли (диэтиловый эфир щавелевоуксусной кислоты натриевая соль или диэтилоксалоацетат натриевая соль, dietyloxalacetatesodiumsalt, производитель – фирма AcrosOrganicsBVBA, JanssenPharmaceuticaaan, 3A, Geel, Belgium, 2440) в диметилсульфоксиде.

Исследования проводились в соответствии с методикой [1]. Для исследования использовались водные рабочие растворы препаратаов №1 и №2 с концентрациями действующего вещества: 10^{-2} г/л, 10^{-3} г/л, 10^{-4} г/л, 10^{-5} г/л и 10^{-6} г/л. Для сравнения использовались водные рабочие растворы ИУК (калиевая соль (индолил-3) уксусной кислоты) в аналогичных концентрациях.

В качестве стандарта использована вода. Единичный опыт проводили в стеклянной чашке Петри, на дно которой укладывался круг фильтровальной бумаги. Эта фильтровальная бумага пропитывалась пятью миллилитрами (5 мл) выбранного для опыта рабочего раствора или простой водой.

После чего на фильтровальную бумагу равномерно укладывали по 25 семян. Чашку Петри выдерживали при температуре 21...23 °С с подсветкой люминесцентными лампами в течение 7 дней. Общее количество чашек составляло 64. Изучение действия препарата проводили на культуре томата, сорт «Волгоградец».

В опыте определяли число и процент нормально проросших семян на 3-и сутки (энергия прорастания) и на 7-ые сутки после начала опыта (всхожесть). На 7-ые сутки проводился также замер основных биометрических показателей: высоты побега (мм), длины основного корня (мм), числа корней 2-го порядка (шт.), сырой массы корней и побегов на 100 проростков (мг). Результаты измерений были обработаны методом дисперсионного анализа с помощью программного комплекса STRAZ, в результате чего была рассчитана НСР₀₅ (наименьшая существенная разность между вариантами опыта при 5 % уровне значимости).

Из данных таблицы видно, что достоверное повышение энергии прорастания (по сравнению с водой), отмечено только для препарата № 1 в концентрации 10^{-5} г/л.

Достоверное повышение всхожести семян томата наблюдалось только для препарата № 1 в концентрациях 10^{-4} г/л и 10^{-5} г/л.

Увеличение высоты побегов томата при некоторых концентрациях оказалось недостоверным. Показатель длины основного корня достоверно увеличивался при обработке препаратом № 1 в концентрациях 10^{-2} г/л, 10^{-5} г/л и 10^{-6} г/л при обработке препаратом № 2 в концентрации 10^{-4} г/л.

Для показателя «количество корней второго порядка» отмечено достоверное увеличение числа корней для препарата № 1 в концентрациях 10^{-3} г/л, 10^{-4} г/л и 10^{-6} г/л при обработке препаратом № 2 в концентрации 10^{-2} г/л.

Для препарата ИУК достоверное увеличение числа корней второго порядка отмечено для концентраций 10^{-2} г/л, 10^{-4} г/л и 10^{-6} г/л.

Библиографический список

1. **Сергеева, Т. А.** Методика лабораторных испытаний гербицидов / Т.А. Сергеева // Защита растений. – 1963. – № 2. – С. 42–43.

2. **Du Jardin P.** Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation / P. du Jardin // Sci. Hortic. – 196 (2015). – pp. 3–14.

3. **Norambuena L., Raikhel N., Hicks G.** Chemical genomics approaches in plant biology / L. Norambuena. – A. Belostotsky (Ed.), Plant Systems Biology, Humana Press (2009). – pp. 345–354.

4. **Rodriguez-Furlán C., Reggiardo G. M. M., Hicks G. N., Norambuena L.** High throughput selection of novel plant growth regulators: Assessing the translatability of small bioactive molecules from Arabidopsis to crops / C. Rodriguez-Furlán // Plant Science Volume 245. – April 2016. – pp. 50–60.

СУКЦЕССИЯ, ПРОТЕКАЮЩАЯ В ПРЕДЕЛАХ ГЛИНИСТЫХ ОТВАЛОВ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, НА ТЕРРИТОРИИ ЮНТОЛОВСКОГО ЗАКАЗНИКА

Кащенко Григорий Алексеевич, студент 1 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: grigorijkasenko079@gmail.com

Смирнов Александр Евгеньевич, студент 1 курса биологического факультета МГУ, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: alexandr.jeday@gmail.com

Научный руководитель – Савинов Иван Алексеевич, д.б.н., доцент, профессор кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: i.savinov@rgau-msha.ru

***Аннотация.** В статье приведены результаты полевых исследований, связанные с изучением хода первичной сукцессии на глинистых отвалах антропогенного происхождения, расположенных в пределах территории государственного природного заказника «Юнтоловский» в 2020–2022 гг.*

***Ключевые слова:** Юнтоловский заказник, первичная сукцессия, фитоценозы, антропогенное воздействие.*

*В память о замечательном научном руководителе –
Черепанове Иване Владимировиче.*

Сбор материалов проводился в западной части заказника. Для подсчета количества образцов, входящих в состав растительно-кустарничковых сообществ, был задействован трансектный метод. Главным условием прокладывания трансект на изучаемой территории стало проложение метра через центр пятен: большие включали несколько площадок, смещавшихся лишь радиально (центр у каждой новой проекции сохранялся изначально ей заданный). Подобная методика позволила описать наибольшее количество видов в рамках одного участка и за его пределами, что дало возможность не только установить определенный характер растительности, но и получить более точные данные по соотношению видов.

Как уже было замечено ранее, на исследуемых площадках отсутствует устоявшийся гумусовый слой, в связи с чем была выдвинута гипотеза о том, как протекала первичная сукцессия на исследуемой территории:

– виды, не встречающиеся в близлежащих биотопах (имеющиеся в следовых количествах), ранее отсутствующие на данных территориях, стали основополагающими (преобладающими) элементами формирующихся фитоценозов. В первую очередь они будут представлены видами-

пионерами. Весьма важно и отсутствие конкуренции, как одного из важнейших биотических факторов.

Описанные виды соответствуют общему фону растительности близлежащих биотопов (разнотравно-злаковые луга) [1]. Нельзя исключать фактор, связанный с сохранением единичных древесных растений, так как на сопредельных участках развивались не только сообщества, в основном представленные травянистыми формами, но древесные, включающие в свой состав заросли ивы *Salix* L., и березы *Betula* L. В числе прочих были описаны следующие виды: *Pyrola rotundifolia* L., *Poa compressa* L., *Calamagrostis epigejos* L., *Leontodon autumnalis* (L.) Moench, *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer, *Medicago falcata* L., *Festuca rubra* L., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex. F.H. Wigg., *Tussilago farfara* L., *Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Melilotus albus* Medik (таблица 1).

Таблица 1 – Наиболее часто встречающиеся виды

Вид	<i>T. repens</i>	<i>A. flexuosa</i>	<i>F. rubra</i>	<i>T. pratense</i>	<i>C. epigejos</i>
Общий процент, %	26,35	22,81	19,68	4,39	1,28

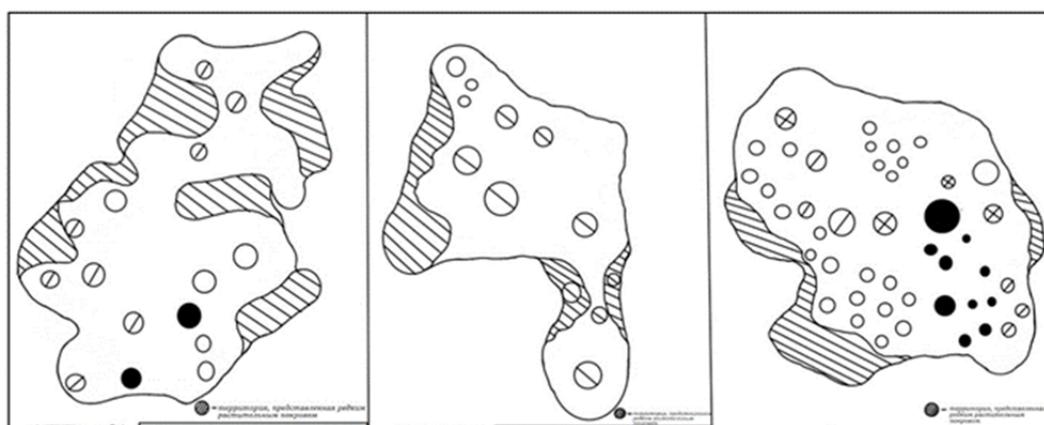


Рисунок 1 – Карты некоторых очагов экспансии растений. Штриховка обозначает территории с редким растительным покровом

Вспышки численности того или иного вида чаще всего локализованы практически в самом центре пятен. Наиболее ярко такая тенденция выражена у деревьев. Однако в описаниях присутствовали виды, произрастающие практически с одинаковой интенсивностью, как в центре, так и на периферии растительных пятен. В основном это характерно для родов: *Melilotus* Mill., *Trifolium* L., *Phragmites* Adans., *Leontodon* L. и др. (рисунок 1).

Вполне вероятно появление растений-гигрофитов в связи с тем, что глинистый субстрат относится к водоупорному типу реголитов и при незначительных осадках подтапливается, тем самым формируя участки с избыточным увлажнением. Также были описаны виды (прим. *F. rubra* L. 1753), напротив, предпочитающие менее увлажненные биотопы. Это мо-

жет объясняться тем, что почвы, в основном состоящие из осадочных пород, при отсутствии дождей и высоком уровне инсоляции, достаточно быстро теряют влагу.

С увеличением слоя гумуса с большой вероятностью произойдет смена первичного состава сообществ на виды более устойчивые и конкурентноспособные. Видовой состав будет стремиться к идентичному близлежащим биотопам. Сложившиеся очаги будут развиваться и сливаться, вследствие чего будет образован сплошной растительный покров.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- развитие растительности на изучаемых территориях протекает путем формирования концентрических очагов ввиду неравномерного распределения слоя гумуса от его периферии к центру;
- видовой состав растительных сообществ, сложившийся за несколько лет сукцессии, отличается от прилегающих к нему биотопов, однако во многом имеет с ними сходство;
- основу видového разнообразия составляют выносливые и неприхотливые виды, способные выживать на субстратах, содержащих небольшое количество веществ, необходимых для бурного роста и развития растений. Среди них было описано внушительное количество видов-пионеров, что характеризует протекающую сукцессию, в совокупности с рядом иных факторов, как первичную;
- распределение видов по очагам не является однородным. Значительную роль в данном процессе играет толщина гумусового слоя, увеличивающаяся от периферии к центру сформировавшихся сообществ.

Библиографический список

1. **Андреева, Е. Н.** Юнтоловский региональный комплексный заказник / Андреева Е. Н., под ред. Е. А. Волкова, Г. А. Исаченко, В. Н. Храпцов, СПб. : 2005. – С. 52–53.

**МИКРООРГАНИЗМЫ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С РАСТЕНИЯМИ,
КАК АНТАГОНИСТЫ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО
ОЖОГА ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР *ERWINIA AMYLOVORA***

Кинстлер Марк Васильевич, студент 4 курса института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: markkinstler2012@gmail.com

Андреева Елизавета Денисовна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: LizaXvostataya@list.ru

Дренова Наталия Васильевна, старший научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», e-mail: drenova@mail.ru

Научный руководитель – Ванькова Анна Андреевна, к.б.н., доцент кафедры микробиологии и иммунологи ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: avankova@rgau-msha.ru

Аннотация. Изучены – распространенность в биоценозах и антагонистический потенциал ассоциированной с растениями местной микробиоты против российских штаммов инвазивного вида *E. Amylovora*, что необходимо для прогнозирования динамики очагов и степени вредоносности возбудителя на данной территории, а также для применения адекватных мер по локализации очагов патогена.

Ключевые слова: антагонизм, растение-хозяин, бактериальный ожог, изоляты, *Erwinia amylovora*.

Возбудитель бактериального ожога плодовых культур (*Erwinia amylovora* (Burrill.) Winslow et al.) – ограниченно распространенный карантинный объект для территории ЕАЭС, встречающийся не менее чем в 20 регионах Европейской части России. Заболевание считается одной из серьезнейших проблем плодоводства, приводя к потерям урожая и гибели деревьев, преимущественно семечковых розоцветных (яблоня, груша, айва, мушмула и др.), а также косточковых (абрикос, слива, алыча) [2].

Знание антагонистического потенциала местной микробиоты против российских штаммов инвазивного вида *E. amylovora* необходимо для прогнозирования динамики очагов и степени вредоносности возбудителя на данной территории, применения адекватных мер по локализации очагов патогена. Разработка отечественных биологических препаратов для борьбы с бактериальным ожогом представляется крайне необходимой и своевременной [2].

Цель исследования: оценка антагонистических свойств бактериальных изолятов естественной микробиоты древесных растений агро- и биоценозов Российской Федерации в отношении *Erwinia amylovora* и создание коллекции активных изолятов, перспективных для разработки биологических препаратов.

Для выявления антагонистов *E. Amylovora* протестировали 234 изо-

лята из коллекции научно-методического отдела вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», в период с 2013 по 2021 год и более 440 свежих изолятов из 93 образцов, отобранных в 2021–2022 гг.

Отбор растительных образцов проводили в июне-июле 2022 года в известных очагах бактериального ожога в г. Пятигорске, в Республике Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкарской Республике, а также в Московской области, где ранее выявляли ДНК *E. amylovora*. Кроме того, свежие и гербаризированные растительные образцы были получены с мая по июль из г. Сочи, г. Москвы, Республики Дагестан и др. Образцы отбирали от основных и минорных растений-хозяев, а также других листовых древесных и кустарниковых растений, произрастающих в непосредственной близости от растений-хозяев с симптомами бактериального ожога.

Фрагменты растительной ткани встряхивали в фосфатном буфере в течение 90 мин при 200 об/мин, фильтровали через бумажный фильтр, центрифугировали 15 мин при 10 000 об/мин. Удаляли надосадочную жидкость, осадок ресуспендировали в 1 мл фосфатного буфера, переносили в микропробирку. По 50 мкл растительных экстрактов высевали на 3 чашки леванового или пептонно-дрожжево-глюкозного агара методом истощающего посева с помощью шпателя Дригальского. Инкубировали при 27 °С до 4–6 суток, просматривая ежедневно [1].

Колонии различной морфологии и коллекционные изоляты отсеивали по 4 шт. на ПДГА крестом. Инкубировали 3–4 суток, между штрихами подсеивали дугой суточную культуру штамма *E. amylovora* CFBR1430 (Франция). Инкубировали 24–72 ч. Учитывали зоны отсутствия роста штамма возбудителя вблизи штриха изолята. Активные изоляты пересеивали на свежую среду и после инкубирования подсеивали штаммы *E. amylovora* методом перпендикулярных штрихов. Использовали коллекционные штаммы CFBR1430, IL5 (США) и оригинальные штаммы, выделенные на территории регионов РФ: КВЕ1 (Кабардино-Балкария), КЕ52 (Калининградская обл.), MSE100 (г. Москва), ТЕ1 и ТЕ16 (Тамбовская обл.). После инкубации измеряли зоны отсутствия роста штаммов *E. Amylovora* [1].

Отдельные изоляты идентифицировали методом секвенирования по Сэнгеру участка гена 16S рРНК.

Среди коллекционных изолятов различную степень подавления роста *E. amylovora* проявляли 59 (25 %) изолятов. Наиболее активные изоляты (зона подавления более 1 см), относились к родам *Pseudomonas*, *Gluconobacter*, *Rahnella*, *Erwinia*, *Staphylococcus* и были выделены из растительных образцов груши, рябины, яблони и грецкого ореха в Воронежской, Калужской, Тульской, Московской областях, г. Москве и Краснодарском крае. Среди изолятов, проявляющих меньшую активность против патогена, отмечены бактерии родов *Pseudomonas*, *Rahnella*, *Erwinia*, *Paenibacillus*, *Curtobacterium*, изолированные с груши, рябины, сливы, шиповника, яблони и ореха в Воронежской, Липецкой, Пензенской, Москов-

ской областях, г. Москве, Краснодарском крае и Республике Кабардино-Балкария. Нейтральные изоляты относились к родам *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia*, *Frigoribacterium*, *Klebsiella*, *Pantoea*, *Rahnella*, *Serratia*, *Sphingomonas*.

В 2021 году проанализировали 86 изолятов из 33 образцов, отобранных в Орловской и Московской областях, гг. Москве и Волгограде, в КБР и Краснодарском крае. Доля антагонистических изолятов составила 14 %, что вероятно связано с большим количеством образцов ореха, из которых выделяли изоляты после поверхностной стерилизации. В 2022 году проанализировано 312 изолятов из 60 образцов, отобранных преимущественно в г. Пятигорске, КБР и Московской области, а также из КЧР, Дагестана и др. Активные изоляты составили 26 % и были выделены как из образцов растений-хозяев *E. Amylovora* (абрикоса, айвы, алычи, боярышника, груши, ежевики, рябины, сливы, хеномелеса, шиповника, яблони), так и из других растений (вишни, нектарина, спиреи Вангутта, шелковицы). В основном, активные изоляты присутствовали в образцах в небольшом количестве (от единичных до 30-50 (100) КОЕ в 50 мкл). Антагонистические изоляты проявляли активность в отношении всех штаммов *E. amylovora*, однако в некоторых случаях устойчивость штаммов несколько различалась. В целом, коллекционный штамм CFBR1430 был менее устойчив по сравнению со штаммами российского происхождения.

Наиболее распространенными среди растений-хозяев в различных регионах оказались изоляты *Pseudomonas* группы *fluorescens* и р. *Curtobacterium*, описываемые в литературе как преобладающие космополитные группы, включающие как фитопатогенные, так и симбиотические штаммы, в т. ч. используемые для получения биопрепаратов. Также достаточно широко были представлены бактерии родов, включающих патогенные или условно-патогенные штаммы: *Staphylococcus*, *Hafnia*, *Kocuria*, которые наряду с изолятами, близкими к фитопатогенной *Erwinia rhapontici*, не будут включены в дальнейшие исследования. Также в качестве перспективных не будут рассмотрены одни из наиболее активных изолятов DN, принадлежащих к р. *Glucanobacter*, способному вызывать гниль плодов.

Для дальнейших исследований было отобрано 43 изолята рр. *Bacillus* (*subtilis* group), *Curtobacterium*, *Erwinia* *amylovora*, *Frigoribacterium*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Rahnella*, а также 29 не идентифицированных изолятов с зоной подавления роста *E. Amylovora* более 5 мм и 29 изолятов с меньшей активностью.

Библиографический список

1. **Иконникова, Н. В.** Бактериофаги – вирусы бактерий: учеб. пособие. Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 41 с.
2. СТО ВНИИКР 4.001-2009 «Бактериальный ожог плодовых культур *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. Методы выявления и идентификации», п. Быково, Московская обл., 2009. – 67 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА РУККОЛЫ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОТ ИНТЕГРАЛА СУТОЧНОЙ РАДИАЦИИ

Коковьякина Лада Дмитриевна, магистрант кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ya.kladika@yandex.ru

Научный руководитель – Панфилова Ольга Федоровна, к.с.-х.н., доцент кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: panfilova.of@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены данные об особенностях продукционного процесса при выращивании рукколы в условиях искусственного освещения. По результатам опыта, можно отметить как повлияли различные условия фотопериода, плотности потоков фотона и интеграла суточной радиации на ростовые процессы растений рукколы.

Ключевые слова: руккола, светокультура, интеграл суточной радиации, фотопериод, плотность потока фотонов.

Исследования проводили в Лаборатории искусственного климата РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Растения рукколы сорта «Изумрудная» выращивали на экспериментальных установках с использованием светодиодного освещения (таблица 1). В опыте было использовано 3 фотопериода 12, 6, 18 ч. Плотность потока фотонов в вариантах составляла 146 ± 5 , 440 ± 5 , 220 ± 5 мкмоль/(с·м²) [3]. Интегралы суточной радиации были установлены 9,5 моль/м²×сутки и 19 моль/м²×сутки. Растения выращивали в вегетационных сосудах на торфяном субстрате Агробалт-С. Полив проводили по весу до 70 % ПВ.

Таблица 1 – Перечень вариантов опыта

Вариант	Фотопериод, ч	ППФ, мкмоль/м ² ×с	ИСР моль/м ² ×сут
1	12	220	9,5
2	12	440	19
3	6	440	9,5
4	18	146	9,5

На рисунке 1 мы видим динамику ростового процесса гипокотыля растения рукколы.

Длина гипокотилия

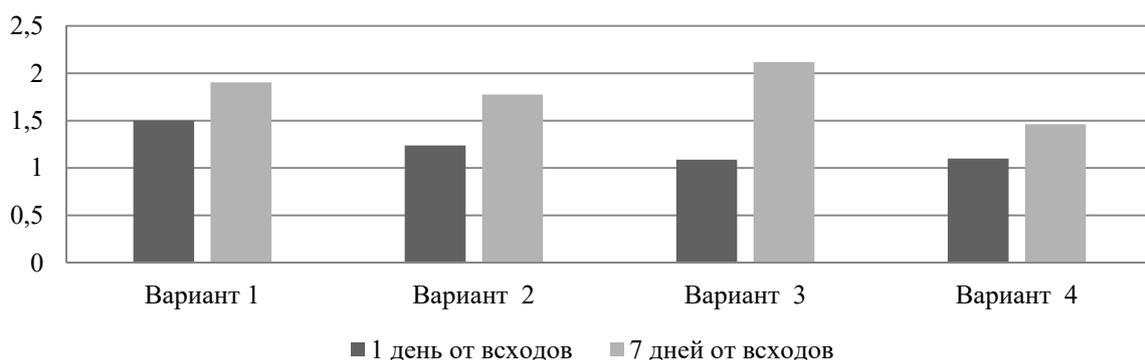


Рисунок 1 – Длина гипокотилия растений рукколы при разных световых режимах

За неделю пребывания на установках в измененных условиях фотопериода, ППФ и ИСР, растения рукколы наиболее вытянулись при световом режиме 6 ч, 440 мкмоль/м²×сутки, 9,5 моль/м²×сутки. Также можно отметить, что наименьший прирост длины гипокотилия выявлен на варианте 18 ч, 146 мкмоль/м²×сутки, 9,5 моль/м²×сутки. На 1 и 2 вариантах наблюдали примерно одинаковый прирост длины гипокотилия.

Таблица 2 – Биометрические показатели растений рукколы при разных вариантами световых режимах

Вариант	Число листьев в розетке	Высота побега, см	Число листьев на цветоносе	Число дней от всходов до бутонизации	Число дней от всходов до цветения
1	15,75±1,96	15,86±9,88	8,00±1,43	63	67
2	17,00±3,08	9,83±6,81	7,33±1,61	61	62
3	16,33±1,81	55,00±16,50	10,00±1,50	66	73
4	8,54±2,09	58,83±13,58	6,92±0,79	39	42

Биометрические показатели данного опыта довольно сильно различаются, в зависимости с изменениями условий. Например, 2 вариант с 12 часами, 440 мкмоль/м²×сутки, 19 моль/м²×сутки, имеет наибольшее количество листьев в розетке и наименьшую высоту побега, в сравнении с другими вариантами, а отличием от остальных вариантов служит такой фактор, как интеграл суточной радиации.

Вариант 4 с 18 часами, 146 мкмоль/м²×сутки, 9,5 моль/м²×сутки, имеет наименьшее значение в таких показателях, как количество листьев в розетке, количество листьев на цветоносе, но самую высокую длину побега и самый ранний срок бутонизации и цветения.

Следовательно, можем сделать вывод, что увеличение интеграла суточной радиации влияет на показатели количества листьев в розетке и вы-

соту стебля. Так же, можем отметить, что наибольшая длина фотопериода (18 часов) и наименьшая плотности потоков фотона ($146 \text{ мкмоль/м}^2 \times \text{сутки}$) приводит к таким изменениям, как уменьшения числа количества листьев в розетке и на цветоносе, а также ускоряет генеративный процесс, появления бутонизации и начало цветения в ранние сроки и вытягивание побега [1].

В итоге проведения данного опыта, стоит отметить, что оптимальным режимом выращивания растения рукколы на зелень является 2 вариант с условиями 12 часов, $440 \text{ мкмоль/м}^2 \times \text{сутки}$, $19 \text{ моль/м}^2 \times \text{сутки}$ [2].

Библиографический список

1. **Корнилова, Г. С.** Влияние светодиодного досвечивания на рост и развитие зеленых культур // Г. С. Корнилова, О. А. Герасимова, Т. Н. Карасева / Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студ. и молодых ученых (3–4 дек. 2020 г., г. Курск). – Курск, – 2020. – С. 242–245.

2. **Макаров, П. Н.** Выращивание зеленных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко, Н. М. Гулакова // Безопасный Север – чистая Арктика / Сб. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. – Сургутский гос. ун-т. – Озерск : ИД «Росиздат», 2019. – С. 166–180.

3. **Емелин, А. А.** Спектральный аспект при использовании облучателей со светодиодами для выращивания салатных растений в условиях светокультуры / А. А. Емелин, Л. Б. Прикупец, И. Г. Тараканов / Светотехника. – 2015. – № 4. – С. 47–52.

ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

*Коробейник Наталья Сергеевна, студентка 5 курса
химико-технологического факультета ФГБОУ ВО ВолгГТУ,
e-mail: natasha.natalu1999@mail.ru*

*Бурмистрова Анастасия Сергеевна, студентка 5 курса
химико-технологического факультета ФГБОУ ВО ВолгГТУ,
e-mail: burmistrova-anastasija@mail.ru*

*Научный руководитель – Филимонова Светлана Дмитриевна, аспирантка
кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности»
ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: sveta.filimonova98@yandex.ru*

***Аннотация.** Исследованы методы преодоления фитотоксического действия азоксистробина, вызывающего пожелтение листьев пшеницы, особенно в условиях засухи. Эффективно использовать агидол, 4-хлорфеноксиуксусную кислоту в концентрации 5...10 мг/л и 6-БАП.
Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., азоксистробин, регуляторы роста, хлорфеноксиуксусная кислота, 6-бензиламинопурин, агидол, янтарная кислота.*

Многие фунгициды помимо защитного действия, проявляют токсичность [1–3]. Уменьшение негативного действия фунгицидов обеспечивают путем снижения доз отдельных действующих веществ в комплексном препарате, включающем несколько фунгицидов, а также путем деструкции фунгицидов [4, 5]. Для выяснения возможностей уменьшения токсичности азоксистробина опыты проводили в 3 повторностях, включающих 15–20 отрезков средней части второго листа проростков пшеницы. Длина отрезков составляла 12...15 мм. Листья промывали в воде с добавлением моющих средств для удаления поверхностной микрофлоры. Для моделирования засухи отрезки листьев помещали на 1 час в 0,5 М раствор глюкозы (осмотический потенциал –12,38 атм при температуре 25 °С) с добавлением ПЭГ600 для улучшения смачиваемости листьев до потери тургора. Затем отрезки листьев помещали на 30 мин в 0,3 М раствор сахарозы (осмотический потенциал –7,43 атм при температуре 25 °С), содержащий фунгицид. Изменение осмотического потенциала воды обеспечило поглощение воды и фунгицида клетками. Обработанные отрезки листьев переносили в чашки Петри с 1...2 мл раствора фунгицида, приготовленного на 0,3 М растворе сахарозы с добавлением веществ, снижающих фитотоксичность. Через 2–3 сут учитывали количество зеленых и пожелтевших листьев, выражали в процентах, данные обрабатывали статистически. Использовали азоксистробин в концентрации 200 г/л. Использовали следующие антиоксидан-

ты и регуляторы роста: 4-хлорфеноксиуксусная кислота (4-ХФУ) в концентрациях 1 мг/л, 5 мг/л, 10 мг/л; 6-бензиламинопурин (6-БАП) в концентрациях 1 мг/л, 5 мг/л, 10 мг/л; агидол в концентрациях 5 мг/л, 25 мг/л, 50 мг/л; янтарная кислота в концентрациях 5 мг/л, 25 мг/л, 50 мг/л. Критерием фитотоксичности фунгицидов на листьях пшеницы было пожелтение.

Результаты проведенных опытов показали, что азоксистробин обладал фитотоксическим действием. Азоксистробин влияет на дыхание проростков, ингибирует митохондриальное дыхание, блокируя транспорт электронов в цепи цитохромов b и c_1 . В таких условиях возможно образование активных форм кислорода, которые характерны для стрессового состояния растений и могут приводить в высоких дозах к гибели клетки. Эффективным средством защиты от окислительного стресса являются антиоксиданты (глутатион, аскорбат, токоферолы, ретинолы и др.), а также агидол.

Под влиянием ИУК возрастает сопряженность окисления и фосфорилирования (коэффициент P/O) и содержание в клетках АТФ. Это дает основание считать, что ИУК увеличивает энергетическую эффективность дыхания растений. Под влиянием ИУК возрастает и энергетический заряд клетки (отношение АТФ + АДФ к АМФ), усиливается окислительное фосфорилирование. Известно, что даже небольшие сдвиги в энергетическом потенциале клетки приводят к заметным изменениям в скорости различных ферментативных реакций. Положительные сдвиги в энергетическом обмене вызывают усиление передвижения питательных веществ и воды, что является одной из причин усиления роста растений. Решение вопроса о причинах усиления образования АТФ под влиянием ИУК связано с изучением первичных механизмов регуляторного влияния этого фитогормона. Ауксиноподобный регулятор роста 4-ХФУ эффективен против фитотоксического действия азоксистробина.

Низкая эффективность и даже синергетический эффект янтарной кислоты объясняется тем, что активность дыхательного фермента сукцинатдегидрогеназы зависит от отношения $[NADH]/[NAD^+]$. В условиях ингибирования электронтранспортной цепи под действием азоксистробина возможно накопление $NADH$ и снижение активности фермента. Применение янтарной кислоты в данном случае не рекомендуется.

6-БАП усиливает окисление по цитохромному пути, что будет способствовать снижению токсичности препарата. Синергетическое действие оказывает салициловая кислота в дозах, превышающих оптимальные дозы 6-БАП, в 4–5 раз [12]. 6-БАП в концентрации 10 мг/л показал эффективность против фитотоксического действия азоксистробина. Возможно исследование совместного действия 6-БАП и салициловой кислоты.

Для снижения фитотоксичности азоксистробина эффективно использовать агидол в концентрации 50 мг/л, 4-ХФУ в концентрации 5...10 мг/л и 6-БАП в концентрации 10 мг/л.

Библиографический список

1. **Байбакова, Е. В.** Исследование влияния современных протравителей на всхожесть и рост проростков зерновых культур / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, С. Л. Белопухов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 57–64.
2. Modern Fungicides: Mechanisms of Action, Fungal Resistance and Phytotoxic Effect [Электронный ресурс] / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, М. Suska-Malawska, М. Wilk, Г. А. Севрюкова, В. Ф. Желтобрюхов // Annual Research & Review in Biology. – 2019. – Vol. 32, Issue 3. – pp. 1–16.
3. Influence of fungicides on toxigenic properties of phytopathogenic fungi / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст, М. Д. Косогорина, Г. А. Севрюкова // BIO Web of Conferences. Vol. 23 : II International Scientific Conference «Plants and Microbes: The Future of Biotechnology (PLAMIC2020)» (Saratov, Russia, October 5-9, 2020) : proceedings / ed. by D. Solovyev, G. Burygin ; Vavilovs Saratov State Agrarian University. – [Publisher: EDP Sciences], 2020. – 6 p.
4. Decrease of the negative impact on environment of protectants of seed which contain tebuconazole and prochloraz for sustainable agricultural development / Е. Э. Нефедьева, О. В. Колотова, И. В. Могилевская, В. Ф. Желтобрюхов, Е. А. Санеева // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 981 : VI International Scientific Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-VI – 2021) (Krasnoyarsk, Russia, 17 – 19 November, 2021) / Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Siberian Scientific Centre DNIT, Krasnoyarsk State Agrarian University, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production [et al.]. – [IOP Publishing], 2022. – 7 p.
5. **Колотова, О. В.** Бактериальная деструкция фунгицидов сельскохозяйственного назначения / О. В. Колотова, И. В. Могилевская, Е. Э. Нефедьева, Е. А. Санеева // Успехи медицинской микологии. – 2022. – Т. 23. – С. 212–217.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ НОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Котюн Дарья Николаевна, студент 4 курса института агробиотехнологии
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: dasha.kotyun.ru@gmail.com

Макарова Марта Павловна, студент 2 курса института агробиотехнологии
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: makarovamarta363@gmail.com

Научный руководитель – Ефимов Олег Евгеньевич, к.с.-х.н., доцент,
доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО
РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: efimov@rgau-msha.ru

Аннотация. Проведено исследование двух новых регуляторов роста растений на семенах подсолнечника, установлены оптимальные концентрации препаратов для обработки семян.

Ключевые слова: исследование регуляторов роста растений, семена подсолнечника, всхожесть, энергия прорастания, биометрические показатели.

Применение регуляторов роста растений является эффективным способом повышения урожайности растений и качества получаемой продукции.

В настоящее время регуляторы роста растений весьма разнообразны и представляют собой продукты химического синтеза, гумусовые вещества, белковые гидролизаты, экстракты морских водорослей, микроорганизмы и их метаболиты. Регуляторы роста растений применяют для увеличения продуктивности растений, устойчивости их к стрессам, повышения качества продукции [2–4].

Цель данной работы состояла в изучении ростостимулирующих свойств двух новых регуляторов роста и в определении их оптимальных концентраций путем лабораторного скрининга.

Препарат № 1 представляет собой 1 % раствор действующего вещества – диметилового эфира 2-оксобутандиовой кислоты натриевой соли (диметиловый эфир щавелевоуксусной кислоты натриевая соль или диметилноксалоацетат натриевая соль, dimethyloxalacetatesodiumsalt; препарат синтезирован Горбуновым С. В. в Институте Органической Химии имени Н. Д. Зелинского РАН по классической методике (Wislicenus, Grossman, JustusLiebig's AnnalenderChemie, vol. 277, 1893, p. 379) в диметилсульфоксиде.

Препарат № 2 представляет собой 1 % раствор диэтилового эфира 2-оксобутандиовой кислоты натриевой соли (диэтиловый эфир щавелевоуксусной кислоты натриевая соль или диэтилоксалоацетат натриевая соль,

dietyloxalacetatesodiumsalt, производитель – фирма AcrosOrganicsBVBA, Janssen Pharmaceuticaaan, 3A, Geel, Belgium, 2440) в диметилсульфоксиде.

Исследования проводились в соответствии с методикой [1]. Для исследования использовались водные рабочие растворы препаратов № 1 и № 2 с концентрациями действующего вещества: 10^{-2} г/л, 10^{-3} г/л, 10^{-4} г/л, 10^{-5} г/л и 10^{-6} г/л.

Для сравнения использовались водные рабочие растворы ИУК (калиевая соль (индолил-3) уксусной кислоты) в аналогичных концентрациях. В качестве стандарта использована вода. Единичный опыт проводили в стеклянной чашке Петри, на дно которой укладывался круг фильтровальной бумаги.

Эта фильтровальная бумага пропитывалась пятью миллилитрами (5 мл) выбранного для опыта рабочего раствора или простой водой. После чего на фильтровальную бумагу равномерно укладывали по 25 семян. Чашку Петри выдерживали при температуре 21...23 °С с подсветкой люминесцентными лампами в течение 7 дней. Общее количество чашек составляло 64. Изучение действия препарата проводили на культуре подсолнечника, сорт «Воронежский 638».

В опыте определяли число и процент нормально проросших семян на 3-и сутки (энергия прорастания) и на 7-ые сутки после начала опыта (всхожесть). На 7-ые сутки проводился также замер основных биометрических показателей: высоты побега (мм), длины основного корня (мм), числа корней 2-го порядка (шт.), сырой массы корней и побегов на 100 проростков (мг). Результаты измерений были обработаны методом дисперсионного анализа с помощью программного комплекса STRAZ, в результате чего была рассчитана наименьшая существенная разность НСР₀₅.

Из данных таблицы следует, что достоверно энергия прорастания семян подсолнечника увеличилась при концентрации препарата №1 10^{-5} г/л и концентрациях препарата № 2 10^{-4} г/л и, особенно, 10^{-5} г/л. На повышение всхожести семян подсолнечника достоверно подействовал только препарат № 2 в концентрации 10^{-5} г/л. Достоверное увеличение высоты побегов было отмечено только для препарата №1 в концентрациях 10^{-4} г/л, 10^{-5} г/л и 10^{-6} г/л и препарата № 2 во всех испытанных концентрациях. Показатель длины основного корня достоверно увеличивался при обработке препаратом № 1 в концентрациях 10^{-3} г/л и 10^{-6} г/л, а также препаратом № 2 в концентрации 10^{-5} г/л (самое большое увеличение).

Достоверное увеличение числа корней подсолнечника второго порядка отмечалось для препарата № 1 в концентрации 10^{-6} г/л, препарата № 2 в концентрации 10^{-5} г/л и препарата ИУК в концентрации 10^{-6} г/л. В целом, по совокупности всех испытанных показателей, обработка семян подсолнечника препаратом № 2, особенно в концентрации 10^{-5} г/л оказалась наиболее эффективной.

Таблица 1 – Энергия прорастания, всхожесть семян подсолнечника сорта «Воронежский 638» и биометрические показатели при обработке препаратами № 1 и № 2 в сравнении с (индолил-3) уксусной кислотой (ИУК). Стандарт – вода

Наименование	Количество проростков на 3-й день, штук (обработано по 25 штук)															
	Стандарт, вода	Обработка препаратом № 1			Обработка препаратом № 2			Обработка ИУК								
		10 ⁻² г/л	10 ⁻³ г/л	10 ⁻⁴ г/л	10 ⁻⁵ г/л	10 ⁻⁶ г/л	10 ⁻³ г/л	10 ⁻⁴ г/л	10 ⁻⁵ г/л	10 ⁻⁶ г/л	10 ⁻³ г/л	10 ⁻⁴ г/л	10 ⁻⁵ г/л			
Среднее по варианту	19,5	20,0	20,8	22,5	23,3	21,8	21,8	20,0	23,3	24,3	20,3	20,8	21,8	22,5	21,8	22,5
Энергия прорастания, %																
Средняя по варианту	78	80	83	90	93	87	87	80	93	97	81	83	87	90	87	90
НСР₀₅								12,0								
Количество проростков на 7-й день, штук (обработано по 25 штук)																
Среднее по варианту	20,3	23,8	22,5	24,5	24,5	22,5	23,8	20	22,8	19	22,3	19	23,8	22,8	22	23,8
Средняя по варианту	84	90	93	93	91	93	93	90	93	99	87	89	87	91	89	89
НСР₀₅								9,8								
Высота побега, мм																
Средняя по варианту	20,9	23,8	23,0	26,9	28,8	27,8	40,1	29,7	29,2	27,7	30,5	18,5	32,7	25,6	22,5	24,3
НСР₀₅								3,5								
Длина основного корня, мм																
Средняя по варианту	39,6	35,2	46,4	29,8	38,1	51,9	38,4	44,0	37,0	56,3	38,3	21,8	31,4	42,3	34,2	45,7
НСР₀₅								6,5								
Количество корней второго порядка, шт.																
Среднее по варианту	8,5	9,7	8,5	8,2	7,8	11,6	9,6	8,9	6,9	11,2	9,5	9,1	9,4	10,1	9,8	10,4
НСР₀₅								1,8								
Масса корней и побегов на 100 проростков, мг																
Средняя по варианту	2088	2047	2133	2073	2184	2457	2322	2578	2231	2394	2435	2220	2502	2467	2260	2185
НСР₀₅								300,2								

Библиографический список

1. **Сергеева, Т.А.** Методика лабораторных испытаний гербицидов / Т. А. Сергеева // Защита растений. – 1963. – № 2. –С. 42–43.
2. **Cai C., Hua Y., Liu H.L., Dai X.H.** Anew approach to recycling cephalosporin fermentation residue into plant biostimulants / C. Cai, // J. Hazard Mater. – 413 (2021). – Article 125393/.
3. **Lamar R. T., Monda H., Sleighter R.** Use of Ore-derived humic acids with diverse chemistries to elucidate structure-activity relationships (SAR) of humic acids in plant phenotypic expression / R. T. Lamar // Front. Plant Sci. – 12 (2021). – Article 758424, 10.3389/fpls.2021.758424.
4. **Wang Sh., Bi Y., Quan W., Christie P.** Growth and metabolism of dark septate endophytes and their stimulatory effects on plant growth / Sh.Wang // Fungal Biology. – Volume 126. – Issue 10. – October 2022. – pp. 674–686.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ЯРУСОВ ДРЕВОСТОЯ НА ТЕРРИТОРИИ ООПТ «ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ»

Кащенко Григорий Алексеевич, студент 1 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: grigorijkasenko079@gmail.com

Кучеренко Алеся Дмитриевна, студент 1 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: alka.kuch@mail.ru

Федотова Мария Сергеевна, студент 1 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: fedotova.m4shka@yandex.com

Научный руководитель – Савинов Иван Алексеевич, д.б.н., доцент, профессор кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: i.savinov@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье приведены результаты полевых исследований, связанные с изучением видового состава растений, входящих в ярусы древесных массивов на территории ООПТ «Воробьевы горы» в 2022 году.

Ключевые слова: фитоценоз, ярусы древостоя, заказник «Воробьевы горы», сукцессия.

Сбор данных для изучения корреляции высот между представителями флоры в пределах занимаемых ими ярусов проводился на участке площадью $1 \times 10^3 \text{ м}^2$. В ходе работы было подсчитано и измерено 426 деревьев и кустарников с целью определения доминантных видов не только в пределах фитоценоза, как одной из функциональных единиц биотопа, но и ярусов непосредственно. Стоит уточнить, что при измерении высот стволов деревьев, входящих в верхний ярус, имела место быть некоторая погрешность ввиду отсутствия инструментов, позволяющих с точностью до метра определить интересующий нас параметр. Обычно она не составляла 1,5...2 м.

Было выделено три яруса – верхний древесный, нижний древесный (подрост) и подлесок. Представленное сообщество является полидоминантным ввиду того, что на каждом из анализируемых ярусов встречается определенное количество содоминантных видов (рисунок). Эдификаторами в данном случае выступают *Acer negundo* L. и *Acer platanoides* L. ввиду того, что практически на всей изучаемой площади, и ярусах соответственно, встречаются именно эти виды [1].

Наибольший процент от общего количества описанных образцов пришелся на *Symphoricarpos albus* (L.) S.F.Blake – 39,67 %. Ввиду того, что многие растения, принадлежащие к данному виду, часто формируют крупные группы в пределах подроста или взрослых деревьев, их также можно отнести к подгону. В эту группу могут включаться и другие виды, составляющие некоторую часть подлеска и встречавшиеся при описаниях – *Betula pendula* L., *Acer platanoides*, *Acer negundo*, *Tilia cordata* Mill., *Ulmus laevis* Pall [1, 2].

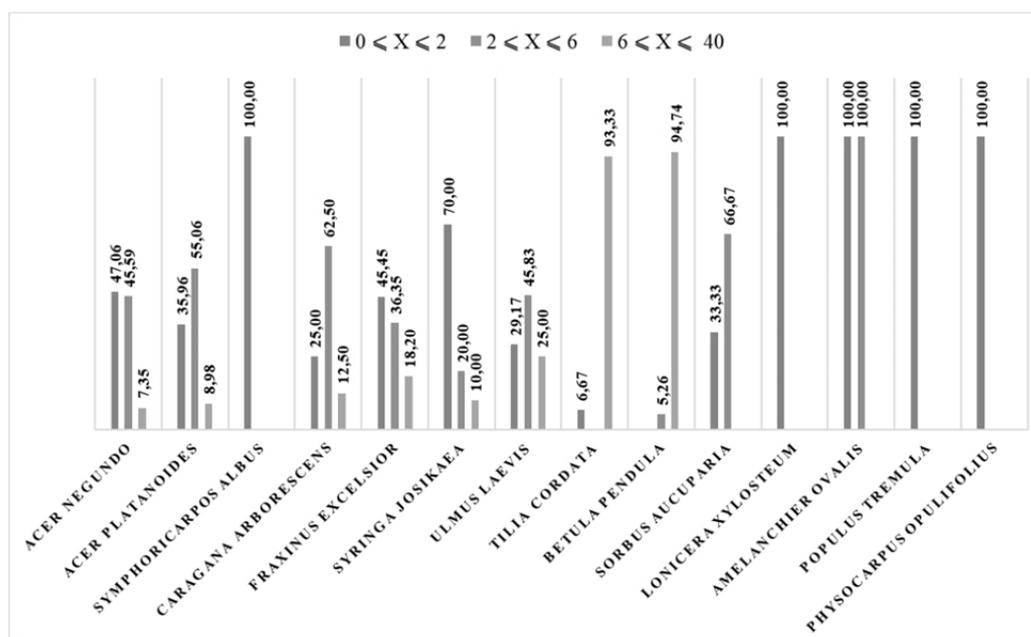


Рисунок – Процент входящей в определенный ярус растительности. Указанные промежутки заключают диапазон высот представленного яруса в метрах

Также нами был отобран лиственный опад с различных точек изучаемой территории объемом 10 дм³ с целью выявления древесной породы, приносящей наибольший вклад в гумусообразование на ней. С учетом этого была предпринята попытка выбрать такую площадку, которая в наименьшей степени подвергалась бы перемещению воздушных масс, с целью исключить привнесения в уже существующую подстилку листвы других видов с сопредельных территорий.

Подстилающий слой сформирован в результате двух процессов: гниения однолетних побегов и многолетних вегето-генеративных органов растений, входящих в травяно-кустарничковые и напочвенные сообщества, и сезонного внесения в его состав листьев различных древесных пород.

Не смотря на тот факт, что самое большое количество листьев, отобранных нами из общей их массы, принадлежит березе бородавчатой (*B. pendula*), наибольший вклад по массе принадлежит клену остролистному (*A. platanoides*) что подтверждает его доминантное положение не только в пределах исследуемого участка, но и вне (таблица 1).

Таблица 1 – Количественная, массовая и процентная составляющие листового опада

Вид	Количество листьев, п/10дм ³	Масса листьев, г	Часть от общей массы, %
<i>Acer platanoides</i>	136	351	48,6
<i>Acer negundo</i>	135	82	11,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	68	25	3,5
<i>Ulmus laevis</i>	160	83	11,5
<i>Tilia cordata</i>	147	89	12,4
<i>Betula pendula</i>	335	36	4,9
<i>Quercus robur</i>	63	42	5,8
<i>Corylus avellana</i>	14	9	1,2
<i>Populus tremula</i>	16	5	0,7

Библиографический список

1. **Шенников, А. П.** Введение в геоботанику / А. П. Шенников, под ред. О. Л. Петровичева, Н. А. Елизарова. – Ленинград: Ленинградский университет, 1964. – 445 с.

2. **Борисова, М. А., Богачев, В. В.** Геоботаника: учебное пособие / М. А. Борисова, В. В. Богачев, под ред. М. Э. Левакова. – Ярославль : Ярославский государственный университет имени Демидова, 2009. – 160 с.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЛЕКАРСТВЕННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Лебедева Лидия Алексеевна, студентка 3 курса института естествознания и спортивных технологий, Московский Городской Педагогический университет, e-mail: lidiya.lebedeva.2001@mail.ru
Научный руководитель – Назаренко Людмила Владимировна, к.б.н., доцент, доцент кафедры биологии и физиологии человека Московского Городского Педагогического университета, e-mail: nlv.mgpi@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена изучению влияния антропогенных факторов, оказывающих воздействие на лекарственное растительное сырье анализ проблем данной области, исследование факторов, влияющих на растительное лекарственное сырье. Автором представляется пути поступления чужеродных веществ в организм человека с лекарственным растительным сырьем, сделаны выводы.*

***Ключевые слова:** лекарственные растения, антропогенные факторы, лекарственное сырье.*

В настоящее время с развитием научно-технического прогресса многое трансформировалось в медицине и науке. Применение лекарств на основе растительного сырья остается актуальным и востребованным, так же, как и раньше. Врачи все чаще назначают препараты на основе лекарственных растений, особенно для детей. Известно, что такие препараты отличаются более мягким воздействием, оказывают достаточное влияние на ранних стадиях заболеваний и обладают низкой себестоимостью. Однако сейчас отмечается ухудшение качества лекарственного растительного сырья. Особые изменения отмечены у дикорастущих лекарственных растений. Произрастая в неблагоприятных экологических условиях, эти растения накапливают нехарактерные для них химические соединения, часто в несвойственных концентрациях.

Известно более 15 тыс. веществ, загрязняющих окружающую среду. К основным загрязняющим веществам, оказывающим вредное воздействие на растительный организм, относят:

- нитраты (различные селитры, мочевины, нитроаммофоска, аммофос);
- гербициды;
- пестициды;
- тяжелые металлы и соли различных металлов [1];
- радионуклиды;
- полициклические ароматические углеводороды;
- другие химические отходы.

Все эти вещества относят к ксенобиотикам. Это нехарактерные для организмов соединения, которые поступают из окружающей среды и могут воздействовать на генетический аппарат, вызывая заболевания, вплоть до гибели. При попадании в лекарственные растения эти соединения переходят в изготавливаемые фармакологические препараты, при этом меняя их лекарственные свойства и тем самым оказывая воздействие на организм пациента.

В связи с этим целью исследования было выявить различные аспекты данной проблемы и как человек может повлиять на нее.

Существует ряд аспектов данной проблемы. Первый из них экологический, то есть исследовать пути проникновения токсинов в растения и источники этих загрязнений. Основными из них являются загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями, а также автомобильным и железнодорожным транспортом [3, 4]. От нерационального использования в сельском и лесном хозяйстве пестицидов, различных удобрений и других химикатов страдают специально выращиваемые для производства лекарств растения. Также случаются техногенные катастрофы, которые надолго нарушают экологическое равновесие. Очень важно учитывать реакцию лекарственных растений на разные антропогенные воздействия, а также изучать накопления загрязнителей в тканях и органах растений.

Вторым аспектом проблемы является аналитический: необходимо разработать современные методы исследования и анализа содержания загрязнителей в лекарственном растительном сырье. Итоговый аспект – законодательный. В нем должно быть предусмотрено предельно допустимые концентрации веществ в лекарственных растениях, а также необходимо учесть месторождения растительных продуктов в соответствии с конкретным антропогенным воздействием [2].

Лишь недавно это стало исследоваться отечественными учеными. А именно С. А. Листовым (1957–2003). Он составил путь поступления ксенобиотиков в организм человека.



Рисунок 1 – Путь поступления ксенобиотиков в организм человека

Каждый переход к следующему этапу сопровождается уменьшением антропогенной нагрузки. Это связано с тем, что растения избирательно и ограничено накапливают токсичные вещества. А также в лекарствах используются только определенные части растений, в которых концентрация ксенобиотиков различна.

Вещества проникают в организм через разные барьеры: кожные покровы, дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), случается так что задействовано сразу несколько путей поступления токсинов в организм. Как следствие сложно выявить закономерности процессов. Что приводит к проблемам в разработке законов о контроле и введению предельно допустимых концентраций.

В заключении нужно отметить, что исследование влияния антропогенного фактора на качество лекарственного растительного сырья представляет собой сложную задачу, потому как здесь необходимо принимать во внимание множество различных аспектов, но оно необходимо. Так как от качества растительного сырья зависит жизнь и здоровье людей и братьев наших меньших.

Библиографический список

1. **Алексеевко, В. А.** Металлы в окружающей среде / В. А. Алексеевко. – М. : Университетская книга, 2015. – 264 с.
2. **Демичев, А. А.** Экологическое право / А. А. Демичев, О. С. Грачева. Учебник. – М. : Прометей, 2017. – 348 с.
3. **Гурова, Т. Ф.** Экология и рациональное природопользование / Т. Ф. Гурова, Л. В. Назаренко. – М. : Из-во Юрайт, 2022. – 223 с.
4. **Третьякова, Н. А.** Основы экологии: учеб. пособие для вузов / Н. А. Третьякова; под науч. ред. М. Г. Шишова. – М. : Из-во Юрайт, 2022. – 111 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ИСКУССТВЕННЫХ ВЫЕМОК ПОЛЕВОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ РГАУ–МСХА К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Лукьянова Татьяна Алексеевна, магистрант 1 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Alukanov763@gmail.com

Научный руководитель – Минаев Николай Викторович, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: nminaev@rgau-msha.ru

Аннотация. В работе проведен сравнительный анализ почв искусственных выемок и фоновых дерново-подзолистых почвы Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Установлены различия в морфологии и физико-химических показателях этих почв. Предлагается подход к наименованию почв искусственных выемок с позиции классификации и диагностики почв 1977 г. и классификации городских почв.

Ключевые слова: почвы искусственных выемок, урбопочвы, дерново-подзолистые почвы.

Полевая опытная станция РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева является многие десятилетия научным центром по исследованию агротехнологий и селекции и семеноводству. Почвы территории находятся в постоянном активном использовании. Последнее наиболее полный охват почвенным обследованием территории опытной станции проходил в прошлом столетии. В наиболее полной работе по почвам территории полевой станции, проведенной Грачиным И. П., на почвенной карте выделяются специфические почвы – так называемые почвы искусственных выемок [1]. Такая систематика не вполне отражает систематическое положение этих почв в классификации почв [2]. В связи с этим намечается цель данной работе по морфологической характеристике этих почв и определение современного классификационного положения почв искусственных выемок Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева.

Для выполнения этой работы были проведены полевые почвенные изыскания. Всего было заложено 3 разреза в местах выделения ареалов распространения почв искусственных выемок и 3 разреза на фоновых дерново-подзолистых почвах для сравнительной характеристики.

Рассмотрим два сравнительных разреза, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологические описания разрезов

Разрез 120	Разрез 121
Заложена на пологом склоне в светло-буром пятне. Координаты (WGS84): 37.56330° С.Ш., 55.83904° В.Д.	Заложена в средней части пологого склона северной экспозиции в стороне от светло-бурого пятна на поверхности почвы (120). Координаты (WGS84): 37.56222° С.Ш., 55.83876° В.Д.
Апах0-33/33 Пахотный горизонт, серо-бурого цвета, разно-комковатый, свежий, легкосуглинистый, рыхлый, присутствуют камни и корни, переход резкий по цвету	Апах0-27/27 Пахотный горизонт, светло-серый, разно-комковатый, свежий, легкосуглинистый, рыхлый, переход резкий по цвету
В33↓ см Иллювиальный горизонт, красно-бурый, ореховато-комковатый, влажный, среднесуглинистый.	А2В27-57/30 Элювиально-иллювиальный горизонт, палево-бурый, комковатый, свежий, легкосуглинистый, уплотненный, переход постепенный по характеру сложению и уменьшению признаков оподзоливания
	В57-90/33 Иллювиальный горизонт, красно-бурый, ореховато-комковатый, свежий, среднесуглинистый, уплотненный, переход постепенный по сложению
	Вс 90↓Переходный к почвообразующей породе горизонт, красно-бурый, комковатый, свежий, среднесуглинистый опесчаненный, уплотненный

Как можно наблюдать по таблице 1 морфологические данные почвы имеют ряд существенных отличий. Принципиально разрез 121 является полнопрофильным и содержит ряд генетических горизонтов характерных для зональных дерново-подзолистых почв. Почву можно назвать как: Окультуренная дерново-слабоподзолистая среднепахотная легкосуглинистая на моренных валунных суглинках с линзами песка. Разрез 120 ввиду явного отчуждения имеет укороченный профиль, больше характерный для сильноосмытой дерново-подзолистой почвы, если принимать во внимание классификацию почв 1977 [2]. Принимая во внимание, что почвы территории ПОС находятся в черте города и подвержены процессам урбанизации, возможно использование классификации городских почв, приуроченных к подзоне южной тайги, например по [3]. В этом случае почву можно именовать как: дерново-урбоподзолистая скальпировано-насыпная среднепахотная легкосуглинистая на моренных валунных суглинках с линзами песка.

По агрохимическим свойствам почвы искусственных выемок в сравнении с зональными имеют следующие различия: рНКС1 для пахотного горизонта 4,5 против 5,4 для фоновых почв, в подпахотном горизонте 3,8 против 4,4 для фоновых почв. Таким образом, можно наблюдать различия физико-химических показателей рассматриваемых вариантов почв, что необходимо учитывать в условиях опытного поля.

По содержанию гумуса почвы также отличаются: 1,5...2 % для фоновых почв и ~1 % для почв искусственных выемок. Такие различия можно связать с отчуждением верхнего гумусового горизонта почв при формировании выемок. Последующее вовлечение в пашню таких участков на фоне использования минеральных и органических удобрений позволило сформировать пахотный горизонт, что привело к повышению показателя содержания гумуса и приближение его к показателям фоновых почв. Наиболее существенное отличие по аналитическим характеристикам фоновых почв и почв искусственных выемок отмечается по содержанию гумуса, где в пахотном горизонте почв искусственных выемок содержание гумуса меньше 0,5...0,3 % и составляет порядка 1 %.

В случае использования классификации городских почв, приуроченных к подзоне южной тайги, по [3] возможно конструирование наименования отражающего зональную особенность формирования данных почв по традиционной классификации и учитывая особенности урбо-процессов.

Возможен другой подход к наименованию почв искусственных выемок с позиции классификации и диагностики почв 1977 г. С позиции деления почв по степени эродированности, из-за отчуждения верхней части почвы, вовлечения целиком либо частично горизонтом А2В1 и подгоризонтами В1 до В2 и смывостью верхнего горизонта до такой степени, что нельзя определить генетическое название первоначальной почвы можно классифицировать почвы искусственных выемок как дерново-подзолистые среднеэродированные и сильноэродированные.

Библиографический список

1. **Гречин, И. П.** Почвы опытной станции полеводства ТСХА / П. И. Гречин // Известия ТСХА. – 1955. – С. 127–144.
2. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
3. Почва, город, экология / Под общ. ред. Г. В. Добровольского. – М. : Фонд За экономическую грамотность, 1997. – 310 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ И ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДОВ

Лукьянчук Полина Сергеевна, студент 2 курса, института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, e-mail: nekofireboll@gmail.com

Научный руководитель – Ханбабаева Ольга Евгеньевна, к. с.-х. н., доцент каф. Генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, e-mail: hanbabaeva@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы внедрения в городскую среду устойчивых посадок травянистых растений в виде природных видов, допущенных по регламенту красной книги города Москвы.

Ключевые слова: дикорастущие виды, лекарственные и декоративные культуры, растения Красной книги, фитоценоз, расширение ассортимента.

Красная книга г. Москвы – это официальный документ правительства Москвы, в котором приведена информация о редких и исчезающих видах растений на территории города, о причинах их уничтожения, современное состояние, содержит программу действий по сохранению видов и их восстановлению. Виды делятся на 5 категорий, поэтому в работе мы опирались на них, за исключением первой куда относятся исчезнувшие виды [1].

В работе предложен ассортимент дикорастущих видов с возможностью их пересадки из естественной среды по разработанной технологии и последующим уходом для успешной адаптации на новом месте. И используемые еще недавно редкие, дикие растения, из пятой группы Красной книги г. Москвы, могут самостоятельно произрастать на территории города Москвы, без ухудшения экологической составляющей.

Подбор растений осуществлялся исходя из их категории в Красной книге, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам, а также декоративности.

Методика оценивания декоративности: высота растений 1-3 балла; полегаетость 0-1 балл; размер цветка 1-3 балла; количество цветков 1-3 балла; размер листа 1-2 балл; облиственность 1-3 балла; аромат 0-1 балл; яркая окраска 1-3 балла; поражение вредителями и болезнями 0-1 балл; устойчивость к неблагоприятным условиям 0-1 балла; продолжительность цветения 1-3 балла; ранняя потеря декоративности 0-1 балл. Максимально вид может набрать 25 баллов по шкале декоративности.

В результате работы были подобраны виды дикорастущих краснокнижных растений (таблица 1).

Таблица 1 – Ассортимент растений из Красной книги Москвы, предлагаемый к использованию в озеленении городских территорий

№	Вид	Цветение	В КК г. Москвы +/-, категория	Направление использования в новых типах посадки	Декоративность, max = 25 б.
1	Астрагал солодколистный (<i>Astragalus glycyphyllos</i>)	VI-VIII (90 дней)	+/2 категория	опушки, луга, поляны, миксбордеры, придорожные склоны	23
2	Горицвет Кукушкин (<i>Coronaria flos-cuculi</i>)	VI (10 дней)	+/ 3 категория	берега, водоемы, теневые влажные цветники	17
3	Колокольчик раскидистый (<i>Campanula patula</i>)	VI (15 дней)	+/ 2 категория	поляны, опушки, склоны, ЛЭП, цветники, склоны с кустарниками	24
4	Колокольчик широколистный (<i>Campanula latifolia</i>)	VI (20 дней)	+/ 3 категория	склоны, низины, овраги, смешенный лес, теневые цветники	18
5	Купальница европейская (<i>Trollius europaeus</i>)	V (15 дней)	+/ 3 категория	опушки, поляны, миксбордеры, цветочные группы	21
6	Медуница неясная (<i>Pulmanaria obscura</i>)	V (30 дней)	+/ 3 категория	овраги, канавы, наруш. Территории, теневые миксбордеры, склоны	19
7	Нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	VI (20 дней)	+/ 3 категория	широкая амплитуда по условиям, нарушенная территория, цветники все группы, склоны	24
8	Первоцвет весенний (<i>Primula veris</i>)	V (25 дней)	+/ 3 категория	поляны, опушки, склоны, крыши, цветники	20
9	Пушица влагалищная (<i>Eriophorum vaginatum</i>)	V (10 дней)	+/ 2 категория	водоемы, береговая линия, набережные, теневые миксбордеры	19
10	Чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i>)	V-VI (15 дней)	+/ 3 категория	опушки, хвойные лиса, теневые цветники	19

Для всех них предложены оптимальные условия произрастания, проведена оценка декоративности посадок в баллах по шкале оценки декоративности. Введение новых видов в озеленение городов и населенных мест, общественных пространств, жилых территорий, позволит максимально приблизить природные ландшафты к городским жителям, научить их це-

нить, оберегать и поддерживать красоту средней полосы. Причем такие посадки позволят существенно сэкономить на посадочном материале.

В ассортимент рекомендуемых растений включены виды из Красной книги г. Москвы, но с оговоркой, что донорами становятся места, где этих растений много, они ведут себя агрессивно или сильно разрослись. Но пересадку этих видов (2, 3 и 4 категории) следует проводить строго весной до начала полного отрастания листьев в контейнеры, устанавливая на специальных площадках, проводить за ними комплексный уход, осматривать на наличие вредителей и болезней, и только в начале теплого сезона (июнь) производить высадку на место в городские условия, соблюдая режим полива (особенно июль–август).

Библиографический список

1. **Седельникова, Н. Е.** Практикум «растения Красной книги в городском озеленении» / Н. Е. Седельникова // Биологическое разнообразие природных и антропогенных ландшафтов: изучение и охрана : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Астрахань, 04 июня 2021 года / Сост. Е. Г. Русакова. – Астрахань : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», 2021. – С. 398–401.

РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ НА УСЛОВИЯ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Маликова Наталья Александровна, студентка 2 курса магистратуры института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Научный руководитель – Ларикова Юлия Сергеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: yu.larikova@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены некоторые ответные реакции календулы лекарственной на выращивание в условиях светокультуры на основе узкополосных светоизлучающих диодов. На основании обзора литературных данных дана характеристика воздействия света различного спектрального состава на некоторые физиологические показатели растений календулы лекарственной.

Ключевые слова: календула, светокультура, светодиоды, монохроматический свет, спектральный состав света.

Свет является движущей силой фотосинтеза растений. Многие источники света, которые используются для повышения уровня плотности потока фотосинтетических фотонов (PPFD), имеют очень низкую эффективность использования энергии для выращивания растений. В отличие от других источников света, светоизлучающие диодные (LED) системы освещения обладают различными преимуществами, в том числе возможностью установки желаемой спектральной комбинации, постоянством, определенной длиной волны, низким нагревом и потребляемой электрической мощностью. Светодиоды дают длины волн, которые могут быть согласованы с фоторецепторами растений, чтобы обеспечить оптимальную продуктивность и влиять на морфологию и метаболизм растений.

Календула лекарственная – это однолетнее декоративное растение семейства астровых, рода Календула. Оно произрастает в центральной, восточной и Южной Европе. Его выращивают в культуре и используют в качестве лекарственного растения с XII века [1].

Календула – ценное лекарственное растение. Цветки календулы являются источником биологически активных веществ, в которых преобладают флавоноиды и терпеноиды, используются в фармацевтической промышленности и косметологии. В настоящее время они используются в качестве фармацевтического сырья в официальной фитотерапии.

Выращивание растений календулы под красными и белыми светодиодами привело к различным фенотипам роста.

Как свет, так и влажность заметно влияют на высоту растений календулы. Примечательно, что добавление к белому свету красной части спектра стимулирует рост растений календулы, в то время как добавление к белому свету синего спектра тормозит ростовые процессы.

Выращивание растений под красными и белыми светодиодами привело к различному характеру излучения флуоресценции листьями календулы.

Освещение календулы белым светом с добавлением синей части спектра оказывает негативный эффект на относительное содержание хлорофилла в листьях. Не было выявлено статистически значимых различий по показателю флуоресценции хлорофилла календулы в зависимости от изменения спектрального состава света, однако при освещении растений красной частью спектра приводит к увеличению доли нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла.

Исследования показывают, что применяемый спектр света значительно повлиял на цветение календулы лекарственной. Растения, выращенные при комбинации белого и красного освещения (более 50 % красного света в спектре), зацвели на 5 дней раньше, чем растения, выращенные при белом освещении, и на 13 дней раньше, чем растения, выращенные при комбинации белого и синего освещения.

Растения под воздействием красного света стимулировали рост и ускоряли цветение.

Растения, которые освещались белым и красным светом, зацвели первыми.

Освещение растений светом белым светом с добавлением синего имело аналогичный эффект на цветение. Было показано, что растения, выращенные при освещении с огромной долей красного спектра, обычно крупные и высокие, с большим количеством ветвей. Поглощение большого количества красного света фоторецепторами растений может привести к выработке растительного гормона с названием мета тополин. Этот гормон подобен цитокининам (например, бензиламинопурина), который может стимулировать деление клеток, а также ветвление побегов.

В заключение, стоит отметить, что выращивание растений при монохроматическом красном свете может способствовать росту и развитию растений календулы. Однако у растений, выращенных при таком освещении, могут наблюдаться некоторые морфологические дефекты, такие как эпинастия листьев.

Библиографический список

1. **Aliniaei fard S, Malcolm Matamoros P, van Meeteren U.** 2014. Stomatal malfunctioning under low Vapor Pressure Deficit (VPD) conditions: Induced by alterations in stomatal morphology and leaf anatomy or in the ABA signaling? *Plant Physiology* 152, pp. 688–699.
2. **Bourget C. M.** 2008. An introduction to light-emitting diodes. *HortScience* 43, pp. 1944–1946.
3. **Kalaji M. H, Goltsev V. N, Zivcak M, Brestic M.** 2017. *Chlorophyll Fluorescence: Understanding Crop Performance – Basics and Applications.* CRC Press.
4. **Massa G. D, Kim H. H, Wheeler R. M, Mitchell C. A.** 2008. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience* 43, pp. 1951–1956.
5. **Saebo A, Krekling T, Appelgren M.** 1995. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets in vitro. *PCTOC* 41, pp. 177–185.

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ БАЗИЛИКА

Махинова Елизавета Юрьевна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mor_uchenik_smerti@mail.ru

Научный руководитель – Скорородова Анастасия Николаевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, red-green216@mail.ru

Соруководитель – Иваницких Алина Сергеевна, младший научный сотрудник лаборатории исследований технологических свойств сельскохозяйственных материалов ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, e-mail: alinena@yandex.ru

***Аннотация.** Одним из наиболее важных этапов в разработке оптимальной системы выращивания базилика в искусственных условиях – это подобрать подходящий спектральный состав света. Наличие в светильнике светодиодов с различными спектрами освещения и технологии независимого управления ими позволяет исследовать влияние спектра на эффективность выращивание отдельно взятой культуры в конкретных условиях и выработать оптимальный баланс цветов для лучшей урожайности.*

***Ключевые слова:** базилик, спектральный состав света, искусственные условия выращивания.*

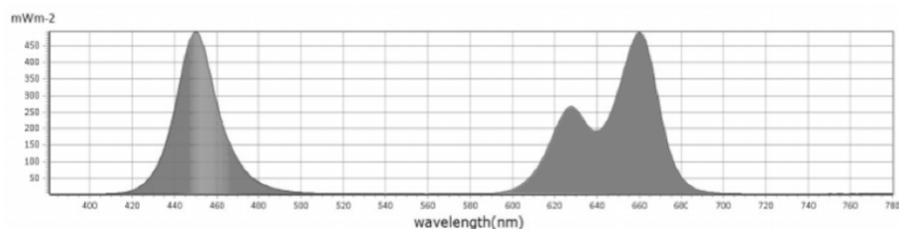
Актуальность данной работы состоит в оценке перспективности применения современных, наиболее экономичных источников искусственного освещения для выращивания растений зеленных культур в искусственном климате [1, 3].

Целью данной работы является изучение условий максимальной реализации биологического потенциала растений базилика при выращивании в условиях искусственных агросистем при разном спектральном составе света.

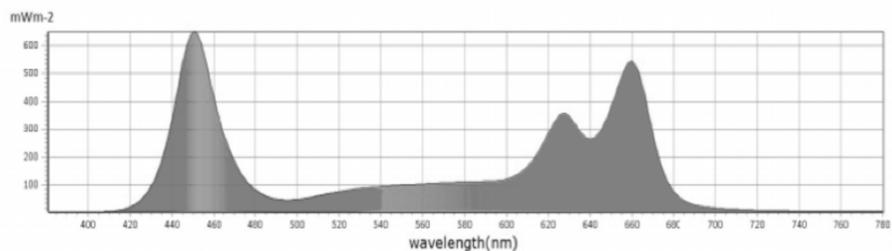
В опыте участвовали два сорта базилика Ред Рубин (сорт с антоциановой окраской листьев) и Лимонна (сорт с зеленой окраской листьев с ярко выраженным лимонным ароматом), которые выращивались под разным спектральным составом в первом варианте использовались светоиспускающие диоды красного (660 нм) и синего (470 нм) цвета. Во втором варианте использовались белые светоиспускающие диоды белого, красного (660 нм) и синего (470 нм) цвета, который являлся контролем.

Растения выращивались методом проточной гидропоники. Для приготовления питательного раствора использовать комплект удобрений FloraSeries, которые включают все необходимые питательные макро- и

микроэлементы [4]. На рисунке показаны варианты освещения и варианты добавления биологически активных веществ в растворы гидропоники (рисунок).



1



2

Рисунок 1 –Варианты искусственного освещения

Отбор проб производился два раза за период вегетации растений на 15 и 30 дней. Были произведены следующие исследования: определение площади листьев, сырой и сухой масса листьев (таблица), количественное определение пигментов в растениях, чистой продуктивности фотосинтеза и др. [2].

Таблица 1 – Сводная таблица средних значений по основным морфологическим показателям

Вариант		Сырая масса, г		Сухая масса, г	
		15 дней	30 дней	15 дней	30 дней
Ред Рубин	красный + синий	0,57 ± 0,13	16,93 ± 3,17	0,04 ± 0,008	0,98 ± 0,16
	белый +красный + синий	0,52 ± 0,12	25,16 ± 5,70	0,043 ± 0,003	1,8 ± 0,26
Лимонна	красный + синий	0,52 ± 0,14	38,41 ± 3,77	0,046 ± 0,016	1,63 ± 0,45
	белый +красный + синий	1,24 ± 0,36	22,35 ± 2,96	0,12 ± 0,01	3,28 ± 0,13

У базилика сорта «Лимонна» наблюдалась динамика увеличения сырой массы, но есть одно исключение, под конец эксперимента наибольшей площадью отличились растения, выращенные при освещении красно-синими светодиодами, в то время как у сорта «Ред Рубин» они показали наихудший результат.

Подводя итоги по особенностям накопления сырой биомассы растениями базилика можно сделать вывод, о том, что к 30 дню формирования растения прослеживалась только положительная тенденция увеличения массы, что свидетельствует о том, что процесс отмирания листьев нижних ярусов происходил не так активно, как наращивание массы.

Библиографический список

1 Photosynthetic activity of wheat – Wheatgrass hybrids and winter wheat under salinization / A. N. Skorokhodova, A. A. Anisimov, D. M. Skorokhodov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 июня 2021 года. – Ussurijsk, 2021. – P. 022134. – DOI 10.1088/1755-1315/937/2/022134.

2. **Ларикова, Ю. С.** Физиология и биохимия растений : Методические указания для выполнения лабораторных и практических работ / Ю. С. Ларикова, А. А. Анисимов. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – 84 с.

3. Анализ современных устройств выращивания растений в городском фермерстве и перспективы его развития / М. Н. Ерохин, Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова [и др.] // Агроинженерия. – 2021. – № 3(103). – С. 24-31. – DOI 10.26897/2687-1149-2021-3-24-31.

4. **Оберученко, А. В.** Реакция растений салата на разный спектральный состав света при выращивании на гидропонных установках / А. В. Оберученко, Д. А. Товстыко, Ю. С. Ларикова // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – С. 215–217.

**РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ *DIGITALIS PURPUREA* L.
НА РАЗНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СВЕТА
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Махинова Елизавета Юрьевна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mor_uchenik_smerti@mail.ru

Научный руководитель – Скороходова Анастасия Николаевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: red-green216@mail.ru

Аннотация. Растения вида наперстянки (*Digitalis* L.) – является ценным лекарственным сырьем, препараты из вторичных метаболитов этих растений широко применяются во всем мире при заболеваниях сердца. Выращивание растений *Digitalis* L. при разном спектральном составе света может увеличить массу получаемого сырья.

Ключевые слова: Наперстянка пурпурная, спектральный состав света, рост растений, фотосинтетические пигменты.

Разработка методики выращивания растений наперстянки в искусственных условиях может увеличить массу получаемого сырья с высоким содержанием сердечных гликозидов [1, 3].

Целью данной работы является изучение условий максимальной реализации биологического потенциала растений *Digitalis purpurea* L. при выращивании в условиях искусственных агросистем при разном спектральном составе света [2].

В соответствии с поставленной целью была определена следующая задача, изучить рост и развитие растений *Digitalis purpurea* L., выращенных при разном спектральном составе света.

Нами был проведен эксперимент по влиянию спектрального состава света на морфофизиологические показатели *Digitalis purpurea* L. сорта Лисичка. В опыте использовались следующие варианты света (рисунок).

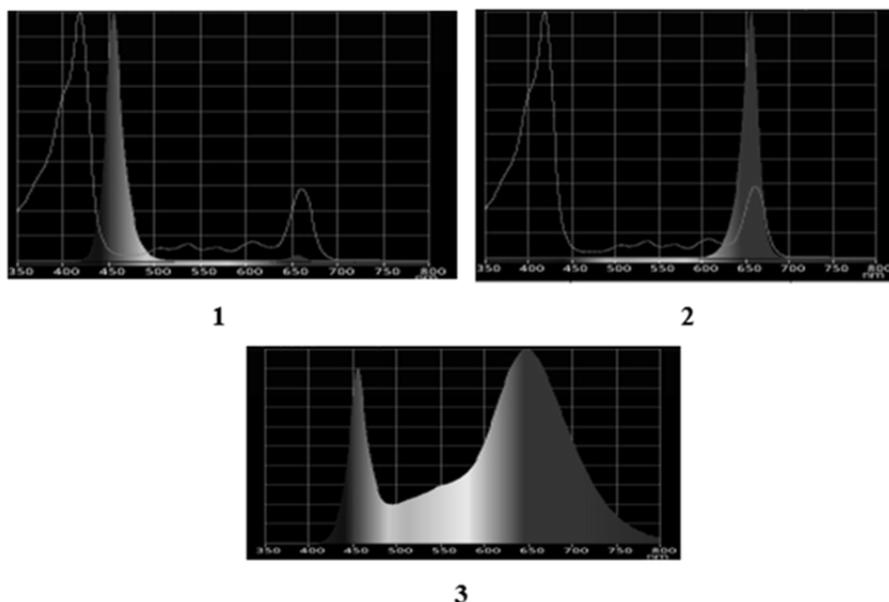


Рисунок 1 – Варианты света, при котором выращивались растения *Digitalis purpurea* L.: 1 – плотность потока фотонов PPFD = 60,85 nm; 2 – плотность потока фотонов PPFD = 120,6 nm; 3 – плотность потока фотонов PPFD = 168,4 nm

Фотопериод 18 ч, плотность потока фотонов 160 мкмоль/м² с. В качестве контроля использовался вариант освещения № 3.

Отбор проб производился два раза за период вегетации растений на 30 и 60 дней. Были произведены следующие исследования: определение площади листьев, сырой и сухой масса листьев (таблица 1), количественное определение пигментов в растениях, чистой продуктивности фотосинтеза.

Таблица 1 – Морфологические показатели 30-ти дневных растений *Digitalis purpurea* L. сорта Лисичка

Вариант	Количество листьев, шт.	Масса растений, г		Площадь листьев, см ²
		Сырая	Сухая	
30-ти дневные растения <i>Digitalis purpurea</i> L.				
1 (синий)	8,5±1,04	5,22±0,5	0,48±0,06	179,9±7,6
2 (красный)	9,75±0,4	12,74±0,9	1,99±0,1	399,9±8,9
3 (контроль)	7,75±0,8	3,72±0,2	1,0±0,2	177,2±4,5
60-ти дневные растения <i>Digitalis purpurea</i> L.				
1 (синий)	14,5±0,28	28,92±3,2	12,75±2,7	898±27,7
2 (красный)	21,5±4,6	28,5±2,5	7,98±0,53	705,5±23,5
3 (контроль)	23,5±2,9	24,75±1,33	8,94±0,44	645,65±21,4

В целом, при оценке качества влияния света на массу растения, можно заметить высокую степень разнообразия ответных реакций.

В свою очередь площадь листовой пластины растений *Digitalis purpurea* L. изменялась в течение вегетационного периода.

В первые 30 суток площадь листовой пластины в варианте с красным светом увеличилась на 44,3 % от контроля, а в варианте с синим светом у растений *Digitalis purpurea* L. площадь листьев увеличилось на 1,6 %.

На 60 сутки в варианте с синим светом площадь листьев растений наперстянки пурпурной увеличилась на 28,1 % а в варианте с красным светом на 8,5 % от контрольных растений.

Исходя из полученных данных по выращиванию растений *Digitalis purpurea* L. в искусственных условиях, можно сделать закономерный вывод о прямом влиянии красного и синего света на морфологические показатели.

Библиографический список

1. **Давыдова, А. Н.** Вторичные соединения лекарственных растений как потенциальная основа для создания биогербицидов / А. Н. Давыдова, Ю. С. Ларикова, М. Н. Кондратьев // Современные аспекты структурно-функциональной биологии растений: от молекул до экосистем : Всероссийская научная конференция с международным участием. IV чтения, посвященные памяти профессора Ефремова Степана Ивановича, Орел, 28–30 сентября 2017 года. – Орел : Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, 2017. – С. 324–331.

2. **Оберученко, А. В.** Реакция растений салата на разный спектральный состав света при выращивании на гидропонных установках / А. В. Оберученко, Д. А. Товстыко, Ю. С. Ларикова // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – С. 215–217.

3. **Величко, Н. А.** Оптимизация условий культивирования каллусной ткани *Digitalis purpurea* l / Н. А. Величко, Я. В. Смольникова // Биотехнология и общество в XXI веке : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Барнаул, 15–18 сентября 2015 года / А. А. Ильичев – главный редактор. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2015. – С. 326–329.

РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ТОМАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕГРАЛА СУТОЧНОЙ РАДИАЦИИ

Медведков Максим Станиславович, магистрант 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: maxupim@gmail.com

Товстыко Дарья Андреевна, аспирант 3 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: tov.dasha@mail.ru

Научный руководитель – Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ivatar@yandex.ru

Аннотация. Исследовали влияние разных световых режимов, созданных с использованием светодиодных облучателей (с разным фотопериодом и интенсивностью облучения), на скорость развития и ростовые процессы у растений томата при выращивании в условиях светокультуры.

Ключевые слова: томат, фотопериод, интенсивность облучения, интеграл суточной радиации, фотоморфогенез, продукционный процесс.

Изучение механизмов регуляции фотоморфогенеза растений чрезвычайно важно для разработки технологий светокультуры растений. Свет является главным энергетическим источником, а также обеспечивает информацию для регулирования процессов развития растительного организма [1].

Интеграл суточной радиации (ИСР) определяет общее количество фотонов света, которое растение получает за сутки. Каждая культура имеет оптимальный диапазон ИСР. Если количество света ниже этого уровня, происходит снижение продуктивности. А если уровень выше оптимального может произойти повреждение растений, появление хлорозов на листьях и ухудшение качества продукции [2].

Целью нашего исследования было изучить физиологические реакции растений томата при выращивании в условиях световых режимов, отличающиеся между собой по фотопериоду и интенсивности облучения при сопоставимых значениях ИСР.

Научно-исследовательскую работу проводили в Лаборатории искусственного климата РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Растения томата выращивали вегетационным способом, используя светодиодные источники освещения. Световой блок содержал варианты облучения от 6 до 18 часов, с интенсивностью облучения от 146 до 440 мкмоль/ м²×с.

Объектом исследования послужили растения томата линии № 1. Данная линия была выведена в Лаборатории искусственного климата РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Томат крупноплодный, детерминантного типа, низкорослый и ультраскороспелый.

В таблице 1 представлены данные по скорости развития растений томата. В условиях светового режима № 2 (вар. 12/440, табл.1) наблюдали ускорение развития растений томата в сравнении с остальными режимами облучения. Снижение ИСР в 2 раза (вар.12/220, табл.1), также положительно повлияло на развитие растений. Данные режимы ускоряли наступление фенологических фаз томата (таблица 1), плодообразование и созревание наступало раньше в данных вариантах. И соответственно происходила быстрая смена аттрагирующих центров.

Доноры ассимилятов (листья, стебель) быстрее передавали питательные элементы в генеративные органы (плоды), с чем связано ускоренное перераспределение питательных веществ. Поэтому накопление сухих веществ также зависело от ИСР. Наблюдали прямую корреляцию между увеличением интенсивности облучения и сухой биомассы листьев (рисунок 1).

Таблица 1 – Скорость развития растений томата в зависимости от режима облучения (число дней от всходов)

Режим облучения		Фенологические фазы развития растений			
Световой режим (фотопериод, ч/ППФ, мкмоль/ (м ² ×с)	ИСР, моль/(м ² ×сут)	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
12/220	9,5	22±2	35±3	39±2	76±6
12/440	19	19±2	29±2	36±2	70±7
6/440	9,5	25±2	42±4	49±2	82±8
18/146	9,5	27±2	40± 5	44±2	76±6

Определяли чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ, г/ (м²×сутки)), которая показывает накопление сухой биомассы за определенный промежуток времени, отнесенный к средней площади листовой поверхности (рис.1). Величина ЧПФ в значительной мере зависела от длины дня и интенсивности облучения растений. При фотопериоде 12 ч и ППФ 220 и 440 мкмоль/ м²×с в период от 20 до 40 дней от всходов наблюдали значительное увеличение ЧПФ. В этих условиях показатель составлял 6,03-6,67 г/ (м²×сутки), что примерно в 2 раза выше, чем показания ЧПФ растений на режиме 18/146. Длинный день и низкая интенсивность облучения (вар.18/146, рисунок 1) значительно замедляли накопление биомассы и скорость развития томата. Аналогичные процессы наблюдали у растений на коротком дне при высокой ППФ (вар.6/440, рисунок 1). Эти данные также свидетельствуют о сильной взаимосвязи между запросом на ас-

симляты из центров аттрагирования (молодых листьев) и интенсивностью фотосинтетической деятельности растений.

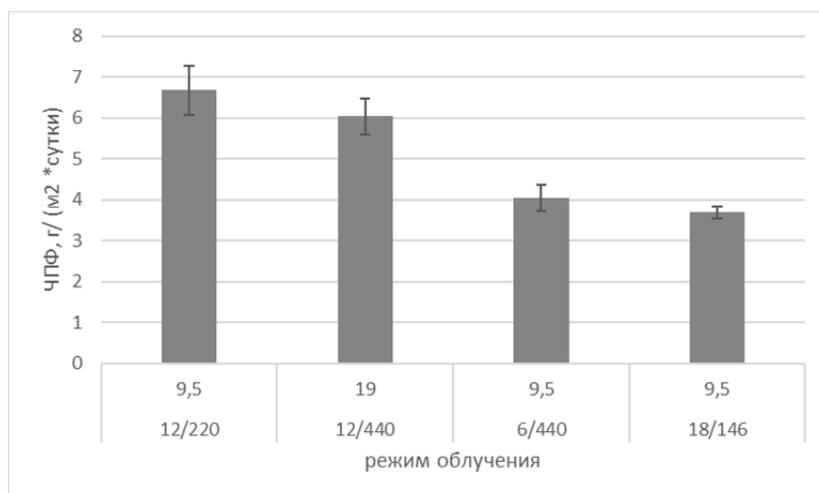


Рисунок 1 – Чистая продуктивность фотосинтеза томата в зависимости от режимов облучения

Наши фотобиологические исследования были направлены на разработку эффективных методов регулирования морфогенеза растений. По физиологическому развитию растений и лучшему накоплению сухих веществ можно выделить наиболее оптимальные режимы для растений томата, это – фотопериод 12 ч с интенсивностью облучения 220 и 440 мкмоль/ м²×с.

Полученные данные дают материалы для физиологического обоснования технологии светокультуры томата в системах интенсивного культивирования.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2022-317 от 20 апреля 2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Библиографический список

1. **Prikupets L. B.** Photobiological research – a way to optimize LED’s plant lighting / Prikupets L. B., Boos G. V., Shakhparunyants A. G., Bartsev A. A., Terekhov V. G., Tarakanov I. G. / Proceedings of 29th CIE session, Washington, DC, 2019, pp. 1823–1831.

2. **Brandon M. Huber**/ Impact of Different Daily Light Integrals and Carbon Dioxide Concentrations on the Growth, Morphology, and Production Efficiency of Tomato Seedlings/ Brandon M. Huber, Frank J. Louws, Ricardo Hernández.– Front. PlantSci., 03 March 2021. – Режим доступа:<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.615853>.

АЛЛЕЛОПАТИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Мезенцева Альбина Руслановна, студентка 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: borohovitchalbina@yandex.ru

Научные руководители – Яковлева Ольга Сергеевна, к.б.н., доцент кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: o_s_yakovleva@mail.ru

Скороходова Анастасия Николаевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: red-green216@mail.ru

***Аннотация.** Доклад содержит информацию о аллопатических взаимодействиях между культурными и сорными растениями в агроценозах. Данная работа направлена на изучение особенностей жизнедеятельности растений и того, как они могут влиять на рост и развитие друг друга. По результатам работы были определены общие закономерности и особенности взаимодействия.*

***Ключевые слова:** аллелопатия, культурные и сорные растения, агроценоз.*

Каждый живой организм влияет на свою среду обитания за счет продуктов обмена в процессе жизнедеятельности. Отмечено, что растения произрастая могут влиять на многие природные объекты и на жизнь других растений в целом. Степень этого воздействия может быть разной. Данное явление называется «аллелопатия» (оно возникло от греческих слов «*allelon*» – взаимно и «*patos*» – воздействие). Аллелопатия – это наука о совместимости растений и влиянии их друг на друга за счет выделения различных химических соединений в окружающую среду [4].

Явление аллелопатии было замечено еще во времена Древнего Рима, ученый Плиний Старший заметил, что капуста негативно влияет на произрастающий рядом с ней виноград. Это проявлялось в отклонении лозы в противоположную сторону от гряд с капустой, а также в ухудшении качества готовой винодельческой продукции.

Данное явление играет значительную роль в условиях сложной внутривидовой и межвидовой борьбы. Большинство веществ, выделяемых в почву растением, предназначены для самозащиты и дальнейшего выживания при конкуренции с другими видами. Распространяются эти специфические соединения могут за счет гуттации, которая заключается в процессе выделения капельной жидкости и вымывания этих веществ осадками. Этот процесс способствует попаданию продуктов обмена растения в почву, ко-

торые в последствии могут повлиять на ее свойства за счет содержания в них различных солей, аминокислот и элементов. Также существуют более активные выделения (аллелохимикалии) высших растений, в частности корневые экссудаты, которые могут содержать токсины (рисунок 1). Но известно и их благотворное действие, связанное с симбиозом растения с клубеньковыми бактериями, например, у бобовых выделяются фенольные соединения экссудата корня, которые активируют специфические гены, отвечающие за стадии взаимодействия при симбиозе [3].

Известно, что вещества могут попадать в почву вместе с растительными остатками. Также специфическими свойствами обладают близлежащие к корню почвенные участки, называемые ризосферой.

Ярким примером аллелопатии служат завезенные инвазионные виды растений, которые могут закрепиться в экосистеме и стать для нее угрозой. Но стоит отметить, что особенности выживания и внедрения растений в новые биоценозы строго индивидуальны. От 50...80 % инвазионных видов растений могут быть классифицированы как вредители или сорняки [5]. Поэтому для оптимизации сельскохозяйственного производства необходим четкий контроль за сорными компонентами агрофитоценоза, ведь, согласно исследованиям, многие виды сорных растений способны выделять биологически активные вещества, оказывающие ингибирующее действие на всходы и снижающие энергию прорастания семян культурных растений.

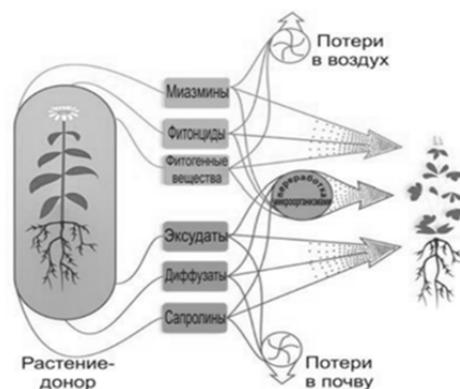


Рисунок 1 – Выделение веществ в окружающую среду растением-донором [2]

На рисунке изображено одностороннее воздействие растения-донора на растение-акцептор, но они могут влиять на друг друга взаимно.

Агроценозы способны сохранять устойчивую численность культурных растений лишь за счет антропогенного вмешательства, которое противодействует естественным природным механизмам, направленным на системное увеличение численности сорных растений при отсутствии надлежащей обработки почвы [1].

Отмечено, что свежие растительные остатки сорняков, например осота полевого и вьюнка, при заделывании их почву создают неблагоприятные условия для роста и развития озимой пшеницы в течение следующих 20 дней, необходимо дожидаться их минерализации перед высадкой культуры. Из этого можно установить, что ингибирующий эффект в большей степени появляется на начальных этапах трансформации растительных остатков. Сорные злаковые разлагаются дольше из-за наличия в них большого количества целлюлозы.

Но негативное влияние не имеет одностороннего эффекта, культурные растения также могут влиять на сорные растения, подавляя их всходы. При тестировании аллелохимикалий сорго двуцветного (*Sorghum bicolor*), пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*), подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*) и ржи посевной (*Secale cereale*) было выявлено свойство подавления растений-вредителей.[3]

Также культурные растения способны выделять вторичные метаболиты, ингибирующие рост сорных видов. Согласно исследованиям Службы сельскохозяйственных исследований при Министерстве сельского хозяйства США, существует 412 сортов риса, которые угнетают рост сорняка рисовых плантаций гетерантеры илистой (*Heteranther alimosa*).

Известно, что некоторые культурные растения могут подавлять жизнедеятельность устойчивых к гербицидам сорняков. Поэтому данные сорта сейчас активно изучаются, ведь открытие природных аллелохимикалий, которые могут ингибировать фотосинтез, процессы всасывания веществ, транспирацию и экспрессию генов у сорных растений, поможет снизить количество используемых синтетических гербицидов, вредных для окружающей среды и заменить их на природные.

О проявлении аллелопатии в агроценозе свидетельствует почвоутомление. Оно, как правило, связано с истощением запасов питательных веществ в почве. При этом растения начинают влиять негативно на друг друга внутри вида. Это свойственно для полей с монокультурами без должного севооборота.

На данный момент молекулярные механизмы аллелопатии изучены недостаточно, но ведутся исследования по внедрению данных методик при выращивании культурных растений. Но ясно одно, что взаимодействие между растениями доказано и существует, и поэтому это необходимо учитывать при посадке и возделывании сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Бударин, С. Н. Физиолого-экологические механизмы инвазивного проникновения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) в неиспользуемые агроэкосистемы / С. Н. Бударин, М. Н. Кондратьев, Ю. С. Ларикова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015.

2. **Бублик, Б. А.** Меланжевый огород. Клуб Органического Земледелия / Б. А. Бублик. – 2009. – 100 с.

3. **Демина, О.** Эффект корневых выделений культурных растений на рост сорных видов / О. Демина, Ю. Ларилова, М. Кондратьев // Природа. 2018. – № 1.

4. **Кондратьев, М. Н.** Взаимосвязи и взаимоотношения в растительных сообществах: учебное пособие для подготовки магистров по направлению 35.03.04 «Агрономия» / Ред. М. Н. Кондратьев, Г. А. Карпова, Ю. С. Ларилова. М., 2014.

5. **Чегодаева, Н. Д.** Аллелопатическое влияние борщевика Сосновского (*HERACLEUM SOSNOWSKYI MANDEN*) на культурные растения / Н. Д. Чегодаева, Т. А. Маскаева, М. В. Лабутина / ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева» // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2 (часть 26). – С. 5845–5849.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗОЛЯТОВ МИКРОБИОТЫ МЕЛКОЛУКОВИЧНЫХ КУЛЬТУР В ОТНОШЕНИИ *XANTHOMONAS HYACINTHI*

Меньшова Серафима Сергеевна, студентка 1 курса магистратуры ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: smenshova00@mail.ru
Научный руководитель – Свиридова Людмила Александровна, к.б.н.,
доцент, доцент кафедры микробиологии и иммунологии
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: lyudmilaser@mail.ru
Консультант – Дренова Наталия Васильевна, с.н.с., научно-методический
отдел вирусологии и бактериологии ФГБУ «ВНИИКР»,
e-mail: drenova@mail.ru

Аннотация. В статье даны результаты исследований состава и характеристик микробных сообществ мелколуковичных культур, имеющих антагонистическое действие на возбудителя заболевания желтой болезни гиацинта (*Xanthomonashyacinthi*).

Ключевые слова: желтая болезнь гиацинта, *Xanthomonashyacinthi*, микробиота, антагонизм, фитопатоген.

В настоящее время мелколуковичные культуры широко используются как декоративные растения. Сведения о микробных сообществах, ассоциированных с различными растениями, является важным элементом понимания их биологии, важны при разработке и проведении диагностики фитопатогенов для исключения перекрестных реакций с близкородственными видами, а также для прогнозирования вероятности внедрения в микробиом инвазивных патогенных организмов. Кроме того, микроорганизмы, подавляющие рост патогена и при этом являющиеся компонентом естественной микробиоты растения, могут быть использованы для разработки биологических средств защиты.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: выделение микроорганизмов мелколуковичных культур на питательную среду; идентификация бактериальных изолятов методом секвенирования.

Для данной работы отбирались растительные образцы различных видов гиацинтовых, таких как: сцилла, мускари и гиацинт. Каждый из отобранных образцов имеет свою характеристику состава, приспособленности к определенным почвенным и климатическим условиям.

Методы исследования: 1) посев суспензии на питательные среды методом штрихов; 2) культивирование микроорганизмов; 3) выделение бактериальных и грибных изолятов; 4) посев полученных грибных изолятов; 5) посев бактериальных изолятов крестом; 6) полимеразная цепная реакция; 7) секвенирование.

По итогам анализа были получены данные по антагонистическому влиянию бактерий и грибов микрофлоры мелколуковичных на возбудителя желтой болезни гиацинта *Xanthomonashyacinthi*. У растений с симптомами гнили и усыхания бактериальная масса преобладает в основании побега и составляет $\geq 3,6 \times 10^9$, что в сравнении со здоровыми растениями является большим показателем. У здоровых растений она в основном концентрируется в луковице и достигает значения $2,1 \times 10^7$ (КОЕ/г). Грибы встречались во всех образцах, за исключением мускари. Антагонистов у больных растений не выявлено.

По итогам проведенной работы были выявлены 16 видов бактерий и 5 видов грибов, встречающихся у мелколуковичных культур. Бактериальные изоляты относились к родам *Xanthomonas*, *Sphingobium*, *Sphingobacterium*, *Microbacterium*, *Rahnella*, *Curtobacterium*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudoduganella* (*Duganella*). Идентифицированы грибные культуры родов - *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Tritirachium*. Антагонистические свойства изолятов в отношении *X. hyacinthi* составили 27 процентов растений гиацинта. Более чем в четверти растений присутствовали микроорганизмы, преимущественно бактерии, способные подавлять рост возбудителя при изоляции на среду ПДГА. Среди грибов чаще всего встречались изоляты *Cladosporium*, которые способны подавлять рост возбудителя.

Библиографический список

1. Характеристика микробиоты луковичных декоративных культур в приложении к разработке диагностики желтой Болезни Гиацинта *Xanthomonashyacinthi* (wakker) vauterinetal / Н. В. Дренова, А. Б. Яремко, Е. Ю. Шнейдер, Ванькова А. А., Свиридова Л. А., Меньшова С. С., Кондратьев : Сборник статей Международной научной конференции «АГРО-БИОТЕХНОЛОГИЯ-2021».

УЩЕРБ ОТ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ПОД ЛЕСНЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ В УСЛОВИЯХ НЕРЕГУЛИРУЕМОЙ РЕКРЕАЦИИ

Демыкина Валентина Владимировна, студентка 1 курса института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова, e-mail: v.d.200127@yandex.ru

Минасян Александр Юрьевич, соискатель института «ФГБНУ ВНИИГиМ» имени А. Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: shura.minasyan.95@inbox.ru

Научный руководитель – Мосина Людмила Владимировна, д.б.н., профессор кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mosina.l.v@yandex.ru

***Аннотация.** Уплотнение почвы на современном этапе стало одним из мощных факторов антропогенного воздействия на экосистемы. По мнению некоторых исследователей, ежегодный недобор урожая под влиянием уплотнения оценивается примерно в 1,2 млрд долл. По подсчетам немецких ученых, потери урожая в этих условиях составляют около 50 %. В рекреационных территориях увеличение объемной массы почвы также вызывает снижение устойчивости и продуктивности экосистем.*

***Ключевые слова:** ущерб, уплотнение почвы, нерегулируемая рекреация.*

Уплотнение почвы негативно влияет на комплекс почвенно-экологических характеристик, среди которых температура, влажность, аэрация и др.

Для стоимостной оценки ущерба, причиненного конкретным деревьям, используется показатель их компенсационной стоимости, который включает систему поправочных коэффициентов, позволяющий учитывать такие факторы, как местоположение, экологическую и социальную значимость объектов озеленения, фактическое состояние насаждений.

Но в данной методике установленные коэффициенты крайне условны и никак не обладают около собою определенных единиц.

Так, к примеру, показатель, рассматривающий социально-экологическую важность зеленых насаждений особо охраняемых природных территорий, городских лесов, магистральных и тротуарных посадок и озелененных территорий единого использования отличается только на 0,2.

Подобная методика существенно упрощает процесс установления цены зеленых насаждений и упрощает применение административных мер воздействия в случае их повреждения или ликвидации, однако она никак не предусматривает целиком того разнообразия функций, которые осуществляют зеленые насаждения в городской среде.

При обосновании ущерба мы исходили из следующего.

Повышенная рекреация приводит к увеличению плотности почвы с 0,6...0,8 г/см до 1,4...1,8 г/см, а в сочетании с загрязнением – к 7-20-кратному снижению численности аэробных и анаэробных микроорганизмов, к снижению величины микробной биомассы примерно в 10 раз – с 10,4...16,2 т/га до 2,8...5,2 т/га. В общем виде схема ущерба от уплотнения почвы под лесными древостоями представлена на рисунке 1

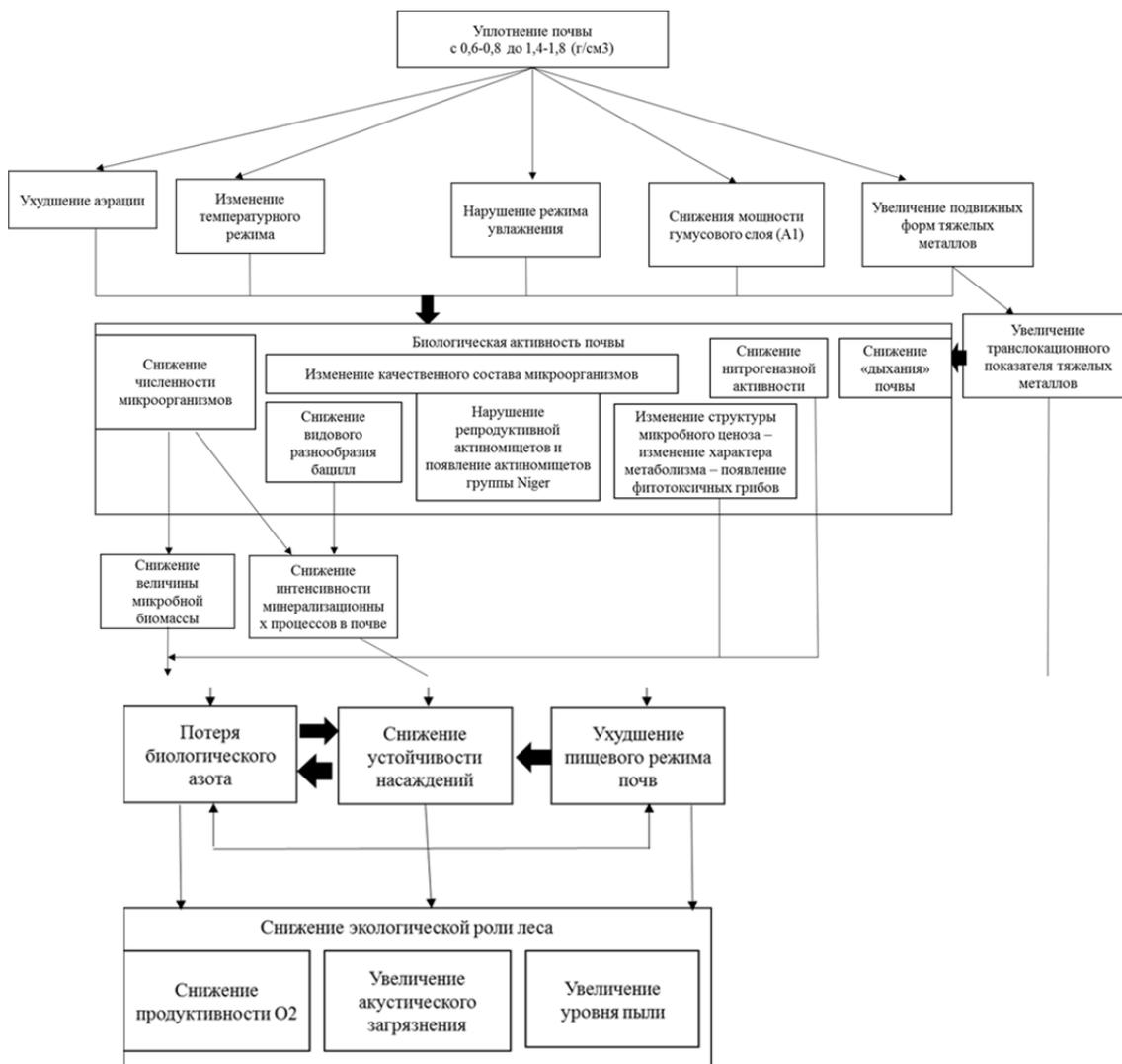


Рисунок 1 – Схема ущерба от уплотнения дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под лесными древостоями в условиях нерегулируемой рекреации

Выражая снижение величины микробной биомассы через величину микробного азота (около 12 %), получаем снижение уровня биологического азота с 1,2...1,9 т/га до 0,3...0,6 т/га в результате 2-3-кратного превышения естественной плотности почвы.

По оценкам некоторых экспертов, соотношение оценки древесины к экологическим функциям леса составляют 1:250 – 1:280.

В Соединенных штатах Америки, к примеру, инвестиции в государственные парки предоставляют 47–55 долл. дохода на 1 долл. затрат – больше, чем в электронной промышленности. В природных парках, где использование ресурсов ограничена, но никак не запрещена, доходы бывают еще большими.

Российские экономисты подсчитали, что при низких бонитетах наших лесов и их удаленности от транспортных артерий средняя цена древесины с 1 га не превышает 500 руб. Зато средообразующие, ресурсоохранные и рекреационные способности наших лесов в среднем оцениваются в 6 тыс. руб. на 1 га, т. е. соотношение цены древесины и экологической значимости лесов составляет 1:12.

В городских экосистемах с неблагоприятной экологической обстановкой это соотношение, безусловно, значительно выше [1].

Библиографический список

1. Генсирук, С. А. Роль зеленых насаждений в улучшении городской среды / С. А. Генсирук, Савченко М. В. Киев : Вища школа.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАХОТНОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Моисеев Антон Олегович, студент 4 курса агротехнологического факультета, ФГБОУ ВО Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: anton.moiseev.01@bk.ru

Научный руководитель – Колесникова Ирина Яковлевна, к.б.н, доцент, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: i.kolesnikova@yarcx.ru

***Аннотация.** В работе приводятся результаты исследований влияния биопрепаратов «Псевдофунг» и «Экомикурожайный» на показатели численности почвенных грибов, каталазную активность и интенсивность дыхания почвы.*

***Ключевые слова:** биопрепараты, почвенные микромицеты, каталазная активность почвы, «дыхание» почвы.*

Применение биопрепаратов в настоящее время является существенным фактором в биологизации земледелия.

Возрастающая антропогенная нагрузка на почвы и растения приводит к нарушению устойчивости агроландшафтов.

Каталазная активность, выделение углекислого газа почвой и численность различной микрофлоры служат одними из достоверных показателей состояния живой фазы почвы [1, 2].

Использование биопрепаратов предполагает улучшение фитосанитарного состояния почвы и посевов, улучшение агрохимических и других показателей. Если сегодня фитосанитарному состоянию посевов уделяют внимание, то состоянию почвенной биоты уделено мало внимания.

Поэтому цель наших исследований заключалась в оценке влияния биопрепаратов на численность почвенных микромицетов и биологические показатели дерново-подзолистой почвы в условиях лабораторного опыта.

В качестве опытной почвы использовали пахотный горизонт мощностью 20 см. Набивку сосудов, полив, норму высева и внесение удобрений производили по общепринятым методикам [3]. Опыт был заложен в трехкратной повторности. Посевной культурой являлся овес сорта Скаун. В качестве биопрепаратов использовали Псевдофунг (на основе *Pseudomonas fluorescens*) и Экомикурожайный (на основе бактерий *p.Bacillus* и *Lactobacillus*). Почву обрабатывали дважды путем полива рабочим раствором из расчета 5 мл препарата на 500 мл дистиллированной воды за день до посева культуры и в фазу всходов.

Определение «дыхания» почвы проводили по А. Ш. Галстяну [4], каталазную активность измеряли газометрическим методом спустя три недели после второй обработки биопрепаратами.

Для учета численности почвенных микромицетов использовали метод глубинного посева почвенной суспензии на агаризованную среду Чапека в разведении 1:1000 через 7 дней после последней обработки препаратами [5].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы MicrosoftOfficeExcel 2010.

По результатам оценки показателей биологической активности почвы методом дисперсионного анализа не выявлено существенной разницы между контрольным вариантом и вариантами с биопрепаратами (таблица).

Таблица 1 – Показатели биологической активности почвы

Вариант опыта	Интенсивность «дыхания», мг CO ₂ за сут. на 100 г почвы	Активности каталазы, мл O ₂ /г почвы, экспозиция 1 мин
Контроль	43	1,87
Экомик урожайный	42	1,64
Псевдофунг	56,5	1,83
НСР ₀₅	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅

При микробиологических исследованиях также не было выявлено существенных различий между вариантами с биопрепаратами и контрольным вариантом (рисунок 1).

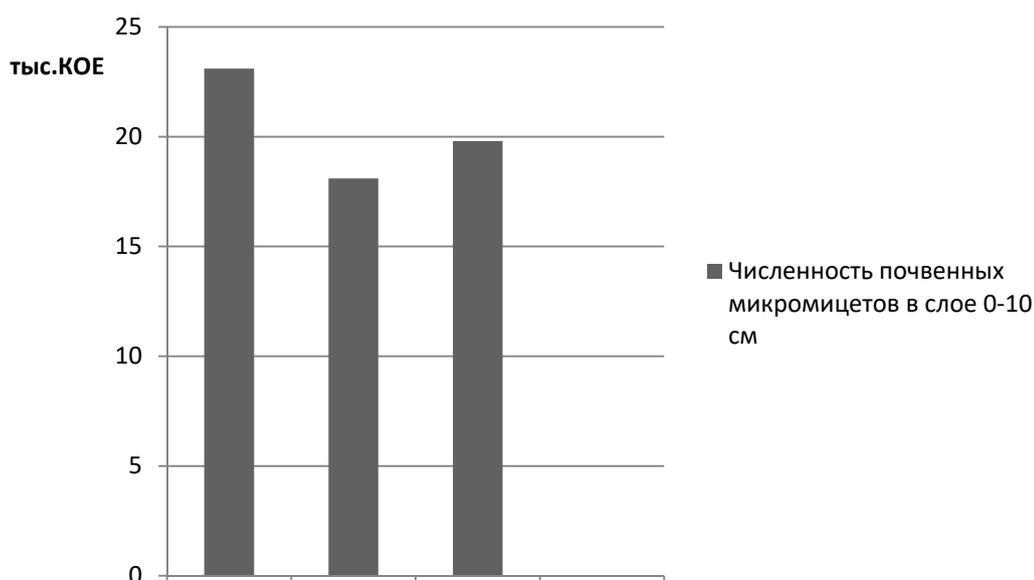


Рисунок 1 – Численность почвенных микромицетов при применении различных биопрепаратов, тыс. КОЕ

Однако отмечено некоторое снижение численности микромицетов в почве, обработанной «Экомикурожайный» и «Псевдофунг», больше в первом случае. Это может быть вызвано конкурентными отношениями между почвенными грибами и бактериями, внесенными с биопрепаратами.

На основании полученных в лабораторном опыте данных можно предположить, что один только биопрепарат не может значительно изменить устоявшиеся взаимоотношения в микробоценозе почвы. Чтобы дать более точную оценку влияния биопрепаратов на почвус использованием данных показателей, необходимо продолжить исследования. Как вариант, можно вносить органическое вещество как дополнительный питательный субстрат, чтобы микроорганизмы биопрепарата могли полноценно проявить свою активность.

Библиографический список

1. Колесникова, И. Я. Влияние биопестицидов на комплексы почвенных микромицетов в агроценозах / И. Я. Колесникова, Л. В. Воронин // Экосистемы. – 2019. – № 18. – С. 97–107.

2. Чебыкина, Е. В. Влияние систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы / Е. В. Чебыкина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2. – С. 9–14.

3. Ягодин, Б. А. Агрохимия: учебник для вузов / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 584 с. – ISBN 978-5-8114-8478-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

4. Галстян, А. Ш. Дыхание почвы как один из показателей ее биологической активности // Сообщения лаборатории агрохимии. – 1959. – № 4. – С. 33-39

5. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев, И. В. Асеева, И. П. Бабьева, Т. Г. Мирчинк. – М. : Изд-во Моск. ун-та. – 1980. – 224 с.

**ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО
ГАЗА НА АКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА, РОСТОВЫЕ
ПРОЦЕССЫ И БИОСИНТЕЗ КАУЧУКА И ИНУЛИНА
У ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ *TARAXACUMKOK-SAGHYZ***

Мягкова Евгения Романовна, магистрант 1 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: tyagkovaevg@yandex.ru

Мартиросян Левон Юрьевич, аспирант 4 курса ФГБУН ИБХФ им. Н. М. Эмануэля, e-mail: levon-agro@mail.ru

Научный руководитель – Мартиросян Юрий Цатурович, к.б.н., руководитель группы агропнных технологий выращивания растений ФГБНУ ВНИИСБ, e-mail: ymart@yandex.ru

***Аннотация.** Было исследовано влияние концентрации CO₂ на активность фотосинтетического аппарата и фенотип трансформированных растений кок-сагыза, выращенного в агропнном фитотроне при различной интенсивности освещения. Полученные результаты говорят о положительном влиянии повышенного содержания CO₂ на накопление растениями каучука и инулина.*

***Ключевые слова:** кок-сагыз, hairyroots, углекислый газ, агропнный фитотрон, каучук, инулин.*

Кок-сагыз (*Taraxacumkok-saghyz*) – перспективная каучуконосная культура, а также источник инулина [1]. В настоящее время активно ведутся работы по увеличению содержания целевых веществ в данном растении. Одним из способов является трансформация кок-сагыза с целью получения растений с генотипом «*hairyroots*». Корни таких растений способны быстрее наращивать биомассу и накапливать большее количество метаболитов [2]. Для увеличения рентабельности кок-сагыза, в том числе и трансформированного, необходимо всестороннее изучение факторов, влияющих на процессы синтеза и накопления каучука и инулина. Одним из таких факторов является концентрация CO₂.

Источником углерода для процесса фотосинтеза является CO₂. Содержание CO₂ в воздухе составляет всего 0,03%, и разные растения неодинаково используют одни и те же его концентрации [3]. Установлено, что повышенная концентрация CO₂ вызывает у растений снижение устьичной проводимости и, как следствие, снижение интенсивности транспирации, что может положительно сказываться на накоплении биомассы [4]. С другой стороны, сниженная устьичная проводимость при высоком освещении может неблагоприятно сказываться на состоянии растений [5]. Таким об-

разом, было принято решение об изучении влияния концентрации CO_2 на растения кок-сагыза при различной интенсивности освещения.

С использованием агробактериальной трансформации нами была получена культура изолированных корней кок-сагыза, затем из нее были регенерированы растения с генотипом «*hairyroots*». Для выращивания трансформированных растений использовали аэропонный фитотрон с автоматическим орошением корней растений питательным раствором, возможностью регулирования спектрального состава света и концентрации CO_2 и др. Растения выращивались при полном спектре освещения с фотопериодом 16 ч/сутки при интенсивности света $400 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ и $1200 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ при концентрации CO_2 , равной 0,03 % и 0,1 % в течение 4 недель, затем была измерена их скорости фотосинтеза (таблица 1).

Таблица 1 – Значения скорости фотосинтеза трансформированных растений кок-сагыза при естественной и повышенной концентрации углекислоты в воздухе

Интенсивность освещения, $\text{мкмоль/м}^2\text{с}$	Концентрация CO_2 , %	
	0,03	0,1
400	$10,8 \pm 0,9$	$14,6 \pm 1,0$
1200	$22,4 \pm 1,2$	$25,4 \pm 2,2$

Из таблицы видно, что повышение уровня интенсивности света до $1200 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ и повышение концентрации CO_2 до 0,1 % в воздухе приводило к повышению скорости фотосинтеза.

Растения, выращенные при разных значениях концентрации CO_2 также отличались по своему фенотипу (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид трансформированных растений кок-сагыза, выращенных в экспериментальных условиях, при разных концентрациях CO_2 : А) при концентрации 0,1 %; Б) при концентрации 0,03 %

Эксперимент показал, что растения, выращенные в обогащенной CO_2 атмосфере, имели более крупный габитус.

Исходя из результатов анализа на содержание каучука и инулина в корнях трансформированных растений можно сделать вывод, что повышение концентрации CO_2 способствовало увеличению накопления целевых веществ – каучука до 8,73 и 9,2 % и инулина до 8,81 и 9,35 % при интенсивности освещения 400 мкмоль/м²с и 1200 мкмоль/м²с, соответственно. При нормальной концентрации CO_2 показатели составляли 7,22 и 7,68 % по каучуку и 6,1 и 6,59 % по инулину при интенсивности света 400 мкмоль/м²с и 1200 мкмоль/м²с, соответственно.

Библиографический список

1. **Америк, А. Ю.** Молекулярно-генетический анализ биосинтеза натурального каучука / А. Ю. Америк, Ю. Ц. Мартиросян, Л. Ю. Мартиросян [и др.] // Физиология растений. – 2021. – Т. 68. – № 1. – С. 36–52.

2. **Iaffaldano, B.** CRISPR/Cas9 genome editing of rubber producing dandelion *Taraxacum kok-saghyz* using *Agrobacterium rhizogenes* without selection / B. Iaffaldano, Y. Zhang, K. Cornish // *Industrial Crops and Products*. 2016. Vol. 89. pp. 356–362.

3. **Балацкий, А. В.** Влияние концентрации углекислого газа и скорости на скорость процесса фотосинтеза тепличных растений / А. В. Балацкий // Проблемы естествознания: история и современность. – 2018. – С. 26–28.

4. **Кошкин, Е. И.** Влияние глобальных изменений климата на продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессорам / Е. И. Кошкин, И. В. Андреева, Г. Г. Гусейнов // *Агрехимия*. – 2019. – № 12. – С. 83–96.

5. **Тамразов, Т. Г. О.** Морфофизиологические параметры раннеспелых генотипов пшеницы с различной урожайностью и засухоустойчивостью / Т. Г. О. Тамразов // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 7 (49). – С. 25–30.

ВЛИЯНИЕ ДАЛЬНЕГО КРАСНОГО СВЕТА НА СИНТЕЗ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ У ДЕНДРОБИУМА ЛЕКАРСТВЕННОГО

Нефедова Анна Романовна, студентка 2 курса института Садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: nfrdovaar2211@gmail.com

Научный руководитель – Скороходова Анастасия Николаевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: red-green216@mail.ru

Аннотация. Рассмотрение серии опытов по влиянию дальнего красного света на накопление вторичных метаболитов в Дендробиуме лекарственном. По результатам экспериментов были выявлены оптимальные условия для выращивания растения.

Ключевые слова: дендробиум лекарственный, дальний красный свет, избегание тени.

В настоящее время одной из главных задач, которая встала перед учеными является поиск и разработка веществ для профилактики и лечения опухолевых заболеваний. Благодаря исследованиям в области фармакологии, ученые выяснили, что природные полисахариды могут усиливать иммунную систему человека. Поэтому открытие и идентификация новых растительных полисахаридов в качестве идеальных иммуномодуляторов стало важной целью исследований. *Dendrobium officinale*, является ценным лекарственным растением, указанным в китайской фармакопее.

В своей исследовательской работе по «Исследование эффектов дальнего красного света на lncRNAs, участвующих в реакции избегания тени *D. officinale*, основанное на секвенировании РНК», команда ученых описывает серию опытов по моделированию различных световых спектров и их влиянию на накопление продуктов вторичного метаболизма в тканях Дендробиума лекарственного (*Dendrobium officinale*).

Дендробиум (лат. *Dendrobium*) – род многолетних травянистых растений из семейства Орхидные, считается мощным природным лекарственным средством с широким спектром биологической активности.

Химический состав *D. officinale* включает полисахариды, фенантрен и бибензил, аминокислоты, микроэлементы, лигнаны, фенольные кислоты, фенилпропаноид и другие соединения, такие как лактоны, нарингенин, β -ситостерин, пальмитиновая кислота и так далее. Полисахариды в свою очередь являются основными биологически активными компонентами *D. officinale*. Многие ученые доказали биоактивность полисахаридов дендро-

биума лекарственного в противоопухолевых, антиоксидантных, иммуномодулирующих свойствах.

Один из самых важных эффектов, на который влияет дальний красный свет (длина волны 730 нм) является реакция избегания тени. Эта реакция играет важную роль в морфологическом ответе растений на затемнение в том числе на увеличение площади листьев, высоты растения, изменения физиологических характеристик, накопление сухого вещества.

Реакция растений на избегание тени провоцирует ускорение периода цветения, уменьшение периода вегетации, быстрое завершение репродуктивного роста. Проведенные физиологические и биохимические анализы показали, что дальний красный способствует накоплению у *D. Officinale* полисахаридов, флавоноидов, алкалоидов и каротиноидов.

Дендробиум лекарственный – растение с низкой естественной выживаемостью, поэтому его реакция на избегание тени в присутствии дальнего красного света позволяет создавать искусственные условия для выращивания, что в свою очередь повышает эффективность производства вторичных метаболитов.

Проростки *D. Officinale*, выращенные *in vitro*, с заданными параметрами (три-четыре настоящими листьями, высотой сеянца около 25 мм, диаметром стебля примерно 1,8 мм и площадью листа примерно 30 мм²), помещались в камеру для выращивания на 120 дней. Световая обработка включала действие красного (660 нм), синего (450 нм) и дальнего красного света (730 нм). Фотопериод составлял 12 ч/сут, влажность колебалась в пределах от 55 до 60 %, а температура около 25 °С.

В данном исследовании группа растений, обработанная красным светом: синим светом: дальним красным светом в соотношении 100:100:0 служила контрольной группой (СК), а группы, обработанные соотношением красного света: синего света: дальнего красного света 80:80:40 (экспериментальная группа 1 (FR1)), 60:60:80 (экспериментальная группа 2 (FR2)), 50:50:100 (экспериментальная группа 3 (FR3)), 40:40:120 (экспериментальная группа 4 (FR4)) и 20:20:160 (экспериментальная группа 5 (FR5)) опытными образцами.

В результате опыта была выявлена серия уникальных морфологических преобразований у Дендробиума лекарственного. Наибольшая высота растения была получена при обработке FR4 (68,22 мм), а также FR1 (58,20 мм). Стебли растений при обработке FR4 и FR1 были немного толще, чем у растений, полученных при обработке СК. Наибольшая высота растения также была получена при обработке FR4 (68,22 мм) с последующей обработкой FR1 (58,20 мм), тогда как наименьшая высота растения была получена при обработке СК (50,90 мм) (рисунок). Таким образом можно сделать вывод, самой благоприятной обработкой является FR4.

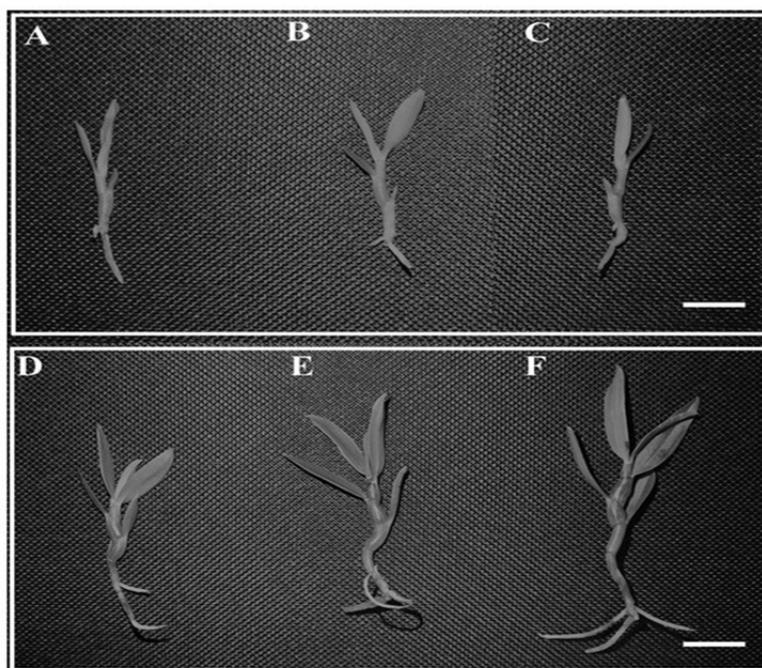


Рисунок 1 – Фенотип *D. officinale* до различных обработок светом; (D-E) Фенотип *D. officinale* после различных световых обработок. А и D, СК; В и Е, FR1; С и F, FR4

Секвенирование образцов показало, что метаболизм флавоноидов, алкалоидов и каротиноидов могут влиять на реакцию избегания тени у *D. officinale* при дальнем красном свете. Поэтому содержание полисахаридов, флавоноидов, алкалоидов и каротиноидов в листьях и стеблях *D. officinale* измеряли после различных световых обработок. Наибольшее содержание вторичных метаболитов наблюдалось в экспериментальной группе FR4.

Библиографический список

1. Ли Х, Е В, Ван И, Чэнь Икс, Фань И, Сун Г. Исследование воздействия дальнего красного света на lncRNAs, участвующие в реакции *D. officinale* на избегание тени, на основе секвенирования РНК. 2021. PeerJ 9: e10769 <https://doi.org/10.7717/peerj.10769>.

МЕТОДЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ТВЕРДОСЕМЯННОСТИ И ПРОРАСТАНИЕ НА ПРИМЕРЕ GLEDITSIATRIACANTHOSIGALEGAORIENTALIS

Нефедьева Людмила Алексеевна, студентка 1 курса химико-технологического факультета ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: nefedieva@lenta.ru

Научный руководитель – Дудина Анастасия Андреевна, аспирантка кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: as.sklyarova.95@mail.ru

***Аннотация.** Исследованы методы преодоления твердой семенной кожуры для проростков, что способствует всхожести растений. По результатам эксперимента были выявлены наиболее продуктивные методы скарификации семян и как следствие стимуляция их прорастания.*

***Ключевые слова:** твердая семенная оболочка, скарификация, прорастание, всхожесть.*

Одной из адаптаций к неблагоприятным условиям внешней среды у растений является состояние покоя, вызванное твердой семенной оболочкой. В экологическом и эволюционном плане это свойство имеет первостепенное значение и необходимо для сохранения преимущества видов и поддержания биоразнообразия [3]. Покой семян является ключевой характеристикой для предотвращения прорастания жизнеспособных семян в суровый и трудный вегетационный период [2]. Однако, для сельского хозяйства такая особенность растений, как твердая семенная оболочка, несет определенные трудности, ведь не проросшие семена в конечном итоге могут сокращать всхожесть или урожайность. Таким образом, найти наиболее продуктивный метод преодоления твердой семенной оболочки, что в свою очередь поспособствует прорастанию растений, является актуальным вопросом.

В качестве материала исследования нами были выбраны гледичиятрехколючковая (*Gleditsiatriacanthos* L.) и козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.). Они относятся к твердосемянным растениям, поэтому их семена пребывают долгое время в состоянии покоя, они непроницаемы для воды, а, следовательно, для стимуляции их прорастания необходимо разрушение плотных семенных покровов благодаря использованию таких агротехнических приемов как обработка семян кипятком, химическая обработка и обработка импульсным давлением [4–6].

Проращивание гледичии и козлятника проводили при комнатной температуре. Необработанные семена послужили контролем. Вторую пар-

тию залили кипящей водой объемом 50 мл и оставили остывать до комнатной температуры. Третья, четвертая и пятая партии были подвержены химической обработке ацетоном в течение 15 и 30 минут соответственно. Шестая и седьмая партии семян были обработаны импульсным давлением 11 и 29 МПа.

Исследования проводили в трех повторностях по 20 семян. Семена проращивали рулонным методом по ГОСТ 12038–84 [1]. На протяжении 10 дней был проведен подсчет набухания и всхожести семян *Gleditsia* и *Galega*.

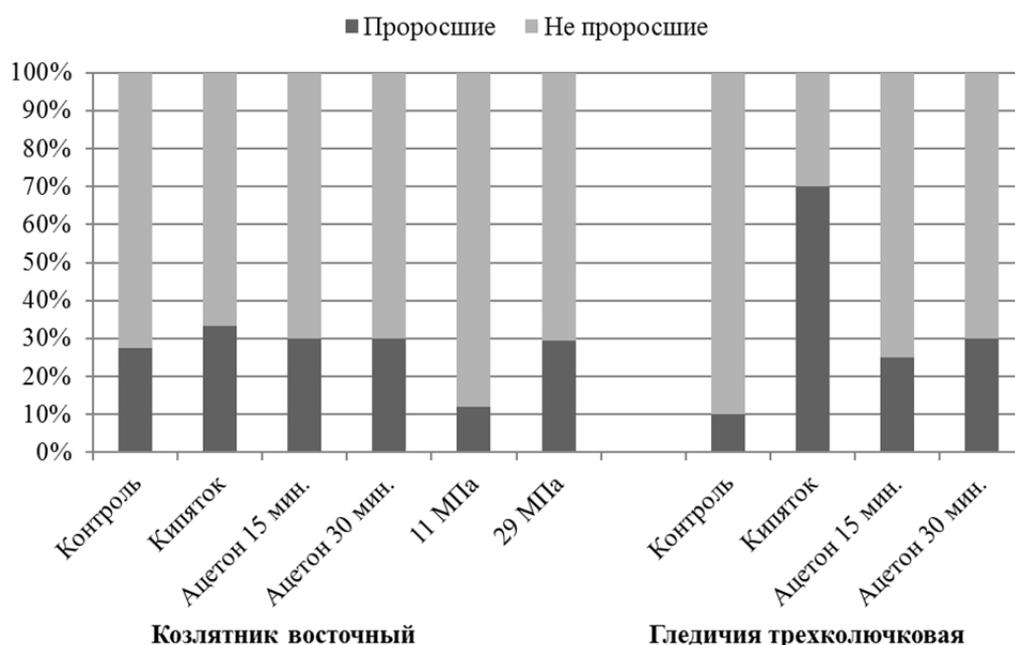


Рисунок 1 – Всхожесть семян гледичии трехколючковой (*Gleditsiatriacanthos* L.) и козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.)

Из рисунка 1 видно, что всхожесть семян гледичии составляла 10 % в контроле. Семена, подвергшиеся воздействию ацетона в течение 15 минут, проросли в большем количестве (25 %); воздействие ацетона в течение 30 минут способствовало проращению семян на 30 %; семена, подвергшиеся обработке кипятком, проросли на 70 %.

Всхожесть семян козлятника через 10 суток составила 27,5 % в контроле. Семена, подвергшиеся обработке ацетоном в течение 15 минут, имели всхожесть равную 30 %. Всхожесть семян после обработки в течение 30 минут также составила 30 %. После обработки кипящей водой всхожесть составила 33,3 %. После обработки семян импульсным давлением 11 МПа наблюдается снижение всхожести по сравнению с контролем – 11,94 %, 29 МПа всхожесть возрастает – 29,4 %. С помощью полученных данных можно судить о том, что ацетон достаточно эффективно способен нарушать целостность твердой семенной кожуры.

По итоговым показателям видно, что из семян, обработанных ацетоном, быстрее всего проростки стали пробиваться после 15 минут воздействия, наибольшая длина стебля и корня достигнута у проростков этой же группы. При этом всхожесть у семян данной группы тоже достаточно высокая (30 % – козлятник, 25 % – гледичия). Гидрофобные вещества кожуры растворились в результате воздействия на них ацетона, что в свою очередь увеличило гидрофильность, поэтому наблюдалось набухание семян.

Семена, время замачивания в ацетоне которых составило 30 минут, тоже обладали достаточно хорошей всхожестью (30 % – козлятник и гледичия), но при этом проростки быстро погибали или же у них проявлялись какие-либо аномалии. Ацетон может быть применен в малых дозах в тех случаях, когда важно получить урожай в более короткие сроки.

У семян контроля всхожесть оказалась ниже, чем в других группах проращивания, рост самый медленный (проростки семян данной группы появились позднее, чем семян, обработанных ацетоном).

В результате можно судить о том, что кипяток достаточно эффективно способен нарушать целостность семенной кожуры. Это проявляется во всхожести семян, обработанных кипятком, которая составила 33,30 % у козлятника и 70 % у гледичии, что превышает показатели других групп.

Семена козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.), подвергшиеся воздействию импульсного давления 11 МПа, показали низкий процент всхожести (11,94 %) и слабую интенсивность прорастания. Обработка импульсным давлением 29 МПа проявила себя достаточно эффективно, так как количество проросших семян выше по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. ГОСТ 12038–84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести – Взамен ГОСТ 12038–66; Введ. 01.07.1986. – М. : Стандартинформ, 2011. – 36 с.

2. Ali, F. Updated role of ABA in seed maturation, dormancy, and germination / F. Ali, G. Qanmber, F. Li, Z. Wang // J Adv Res, 2021 Mar 31 – № 35 – pp. 199–214.

3. Klupczyńska E. A. Regulation of Seed Dormancy and Germination Mechanisms in a Changing Environment / E. A. Klupczyńska, T. A. Pawłowski // Int J Mol Sci, 2021 Jan 29 – № 22(3) – p. 1357.

4. Балакина, А. А. Исследование строения и состава семенной оболочки гледичии и некоторых изменений в ее структуре при набухании / А. А. Балакина, Е. Э. Нефедьева, Ю. С. Ларинова // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 3 (206). – С. 46–52.

5. Гистохимические особенности строения семенной кожуры *Galega orientalis* Lam / А. А. Балакина, Е. Э. Нефедьева // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2019. – С. 131.

6. The structure of the seed coat of valuable forage plant *Galega orientalis* Lam / А. А. Балакина, Е. Э. Нефедьева, В. Н. Храмова, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, Р. Н. Полетаев // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 677 : IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Krasnoyarsk, Russian Federation, 18-20 November 2020) / Krasnoyarsk State Agrarian University, Volgograd State Technical University, Volga region research Institute of manufacture and processing of meat-and-milk production [et al.]. – [IOP Publishing], 2021. – 6 p.

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ДАВЛЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗЕРНОВОК ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

*Нефедьева Людмила Алексеевна, студентка 1 курса
химико-технологического факультета ФГБОУ ВО ВолгГТУ,
e-mail: nefedieva@lenta.ru*

*Научный руководитель – Храмова Ярославна Игоревна, аспирантка
кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности»
ФГБОУ ВО ВолгГТУ, e-mail: yaroslavnacosmos1994@gmail.com*

Аннотация. Оказано, что обработка зерновок мягкой пшеницы импульсным давлением способствует продлению их биологической долговечности (всхожести и урожайности) в течение трех лет хранения при комнатной температуре.

Ключевые слова: *Triticum aestivum L.*, всхожесть семян, урожай, старение семян, хранение зерна.

Пшеница (*Triticum aestivum L.*) – важнейшая сельскохозяйственная культура в мире. Физиологические изменения, приводящие к снижению посевных качеств семян при хранении, представляют научный интерес [1]. Продолжительность хранения семян определяется их устойчивостью, связанной с внутренними особенностями (генетические, морфологические, физиологические) и внешними факторами (зараженность зерна, температура и влажность среды хранения) [2]. Период времени, в течение которого у зерна и семян сохраняется способность к прорастанию зерна, называется биологической долговечностью. Образцы пшеницы после 3–4 лет хранения могут сохранять биологическую долговечность и при благоприятных условиях прорасти, но при этом всхожесть снижается. В критических ситуациях такое зерно может быть высеяно [3].

Зерновки пшеницы яровой мягкой сорта Саратовская 73 обрабатывали импульсным давлением (ИД) 11 МПа и 29 МПа, создаваемым ударной волной в водной среде [4–7]. ИД влияет на урожай и всхожесть зерна [8], кроме того, после обработки и в процессе хранения изменяются некоторые физико-химические свойства зерновок [9–13]. Зерновки высушивали до воздушно-сухого состояния и хранили при комнатной температуре в течение трех лет. Определяли всхожесть по ГОСТ 12038-84 [14] и урожай в мелкоделяночном опыте (площадь 10 м², 4-кратная повторность). Результаты приведены на рисунке.

Всхожесть контрольных зерновок без обработки (рисунок 1) составляла 94 %, а в течение трех лет хранения она снизилась до 23 % в результате старения. Сразу после обработки ИД 11 МПа всхожесть зерновок

пшеницы снизилась незначительно по сравнению с контролем и составляла 89 %. Через 1 год хранения всхожесть увеличилась в этом варианте. Воздушно-сухие зерновки находятся в состоянии анабиоза, следовательно, репарации в них не происходят [15]. В данном случае мы наблюдали известное бимодальное изменение всхожести, проявляющееся в процессе старения [16]. На протяжении 3 лет хранения всхожесть в этом варианте опыта снижалась, но медленнее, чем в контроле. Непосредственно после воздействия ИД 29 МПа всхожесть снизилась, но она сохранялась в течение трех лет в пределах 72...78 %.

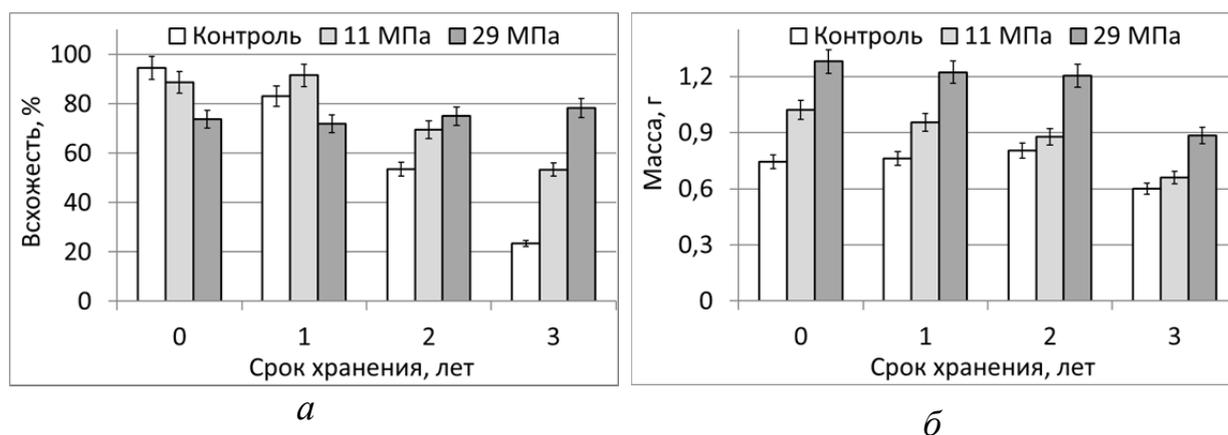


Рисунок 1 – Воздействие ИД и хранения на всхожесть и урожай пшеницы:

а – всхожесть; б – масса зерна с 1 растения

Под действием ИД 11 и 29 МПа урожай зерна с 1 растения увеличился соответственно на 37 и 72 % соответственно. При хранении эффект увеличения урожая от действия ИД 11 МПа в целом снизился, а от ИД 29 МПа – сохранился в пределах 50...60 %, что могло быть связано с процессами в покоящихся семенах. Таким образом, ИД может быть использовано для продления срока хранения партий ценного зерна.

Библиографический список

1. Lv, Y. Quantitative proteomic analysis of wheat seeds during artificial ageing and priming using the isobaric tandem mass tag labeling / Y.Lv, S.Zhang, J.Wang, Y. Hu // PLoS ONE. – 2016. – № 9, V. 11. – P. e0162851.
2. Мамедова, С. А. Оценка стрессоустойчивости генотипов синтетической пшеницы японского происхождения / С. А. Мамедова, М. А. Бабаева // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 2. – С. 14–19.
3. Гурьева, К. Б. Исследования посевных качеств зерна пшеницы при длительном хранении / К. Б. Гурьева, С. Л. Белецкий, Н. А. Хаба // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2021. – № 15. – С. 28–36.

4. Пат. 2083073 Российская Федерация, МПК А01С 1/00, А01G 7/04 Способ предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / Атрощенко Э. С. и др. 10.07.1997.

5. П. м. 175463 Российская Федерация, МПК А01С1/06 Устройство для обработки семян, подлежащих хранению / Е. Э. Нефедьева, А. Б. Голованчиков, В. А. Павлова, В. И. Лысак, С. В. Кузьмин, В. А. Балашов; ВолгГТУ. – 2017.

6. П. м. 161413 РФ, МПК А01С1/00. Устройство для предпосевной обработки семян / В. А. Балашов, А. Б. Голованчиков, Е. Э. Нефедьева, Г. Г. Русакова, Е. А. Мишта, Д. В. Лучковский, В. В. Майоров; ВолгГТУ. – 2016.

7. П.м. 154517 РФ, МПК А01С1/00. Устройство для предпосевной обработки семян / В.П. Мишта, Е.Э. Нефедьева, В.И. Лысак, В.А. Павлова; ВолгГТУ. – 2015.

8. **Нефедьева, Е. Э.** Давление как внешний и внутренний фактор, влияющий на растения (обзор) / Е. Э. Нефедьева, В. И. Лысак, С. Л. Белопухов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – № 6. – С. 38–53.

9. **Павлова, В. А.** Влияние параметров ударно-волнового нагружения на состояние биополимеров и поглощение воды семенами гречихи / В. А. Павлова, В. И. Лысак, Е. Э. Нефедьева, Е. В. Булгакова, И. Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 10. – С. 79–84.

10. **Павлова, В. А.** Изучение влияния физических факторов на содержание глюкозы и сахарозы в семенах пшеницы методом ВЭЖХ / В. А. Павлова, Е. Э. Нефедьева, С. А. Гераськин, В. И. Лысак, И. Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 24. – С. 222–225.

11. Influence of Pulse Pressure on the State of Biopoly mersand the Probability of Hydrolysis of Starchin Seeds [Electronic resource] / В. Павлова, Е. В. Васичкина, Е. Э. Нефедьева, В. И. Лысак // European Journal of Molecular Biotechnology. – 2013. –Vol. 1, № 1. – pp. 38–44.

12. **Nefedieva, E. E.** Dependence of germination of wheatgrainsafterthetreatment by impulse pressure and long-termstorage on the vitreousness of endosperm / E. E. Nefedieva, Ya. I. Khramova, V. N. Khramova, I. F. Gorlov, V. I. Lysak, M. I. Slozhenkina // IOP ConferenceSeries: EarthandEnvironmentalScience. – Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – P. 32078.

13. **Павлова, В. А.** Влияние обработки импульсным давлением на динамику содержания протеина в зерновках пшеницы при хранении / В. А. Павлова, Е. Э. Нефедьева, В. И. Лысак, С. Л. Белопухов, В. В. Верхотуров // Хлебопродукты. – 2013. – № 12. – С. 55–57.

14. ГОСТ 12038–84. Государственный стандарт Союза ССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 19.12.1984 № 4710. – М. : Стандартинформ, 2011. – 31 с.

15. **Веселова, Т. В.** Изменение состояния семян при их хранении, проращивании и под действием внешних факторов (ионизирующего излучения в малых дозах и других слабых воздействий), определяемое методом замедленной люминесценции: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.01-03, 03.00.02-03 / Т. В. Веселова; Московский государственный университет. – М. , 2008. – 48 с.

16. **Веселовский, В. А.** Бимодальное изменение всхожести семян гороха под влиянием γ -излучения в малых дозах / В. А. Веселовский, Т. В. Веселова, В. Л. Корогодина, Б. В. Флорко, Ю. В. Мокров // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2006. – № 6, Т. 46. – С. 691–696.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СВЕТА НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗНЫХ СОРТОВ БАЗИЛИКА

Никитин Константин Денисович, студент 2 курса магистратуры института агrobiотехнологии, РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Konstantin.nikitin.1999@mail.ru

Научный руководитель – Яковлева Ольга Сергеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры физиология растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: o_s_yakovleva@mail.ru

***Аннотация.** Представлены результаты исследования роста и развития растений базилика в зависимости от спектрального состава света. Выявлена фотоморфогенетическая реакция и продуктивность растений в зависимости от соотношения красного (660нм) к дальне-красному (730нм) спектру излучения.*

***Ключевые слова:** базилик, светокультура, светодиодные излучатели, спектральный состав света, фотоморфогенез.*

Базилик (*Ocimum basilicum* L.) – однолетнее пряное растение, обычно используемое в качестве ароматизатора пищевых продуктов [2]. Листья базилика также обладают фармацевтическими свойствами благодаря наличию полифенолов, фенольных кислот и флавоноидов [1]. Свет является ключевым абиотическим фактором, управляющим фотосинтетическим производством эндогенной химической энергии и регулирующим физиологические сигнальные реакции растений. Первичные и вторичные реакции вызываются изменениями спектрального качества света (400–700 нм), интенсивности и фотопериода [3]. Качество света также влияет на сложные реакции в физиологии, морфологии и экспрессии генов растений, иницируя передачу сигналов фитохромами, фототропинами и криптохромами в фоторецепторах регулировать рост растений, морфологические процессы, накопление хлоропластов и биосинтез вторичных метаболитов. Хорошо известно, что красный (R) и синий (B) спектры стимулируют первичные метаболиты, такие как углеводы, и сильно поглощаются хлорофиллом a и b [5].

Растения базилика (*Ocimum tenuiflorum*) культивировали в полностью контролируемых условиях окружающей среды с различным соотношением красного и дальнего красного света. В варианте 1 растения выращивали полностью на дальнем красном свете. В варианте 2 растения находились на освещении состоящем из 70 % дальнего красного и 30 % красного света. В третьем варианте освещение состояло из 30 % дальнего красного и 70 % красного света В 4 варианте растения полностью выращивались на красном свете.

В качестве объекта исследования использовали базилик двух сортов: Эмили – зеленолиственный и Розы – сорт с фиолетовой окраской листьев. Растения выращивали до технической зрелости.

В таблице 1 представлены результаты, полученные при уборке урожая.

Таблица 1 – Влияние качества света на морфофизиологические показатели растений базилика

Вариант освещения	Сорт	Число листьев, главного побега, шт.	Площадь листьев, см ²	Биомасса, г/раст.	
				Сырая	Сухая
1	Эмили	7,75	158	14,225	1,54
	Розы	7,75	164	8,2	0,82
2	Эмили	8,75	148	13,275	1,575
	Розы	8	99	4,925	0,49
3	Эмили	7,5	258	23,2	2,345
	Розы	7,5	245	12,25	1,23
4	Эмили	7	138	12,3875	1,315
	Розы	7	94	4,7	0,47

Наибольшее количество сырой и сухой биомассы было получено у растений сорта Эмили при освещении состоявшем из 70 % дальнего красного и 30 % красного света. У сорта Розы формировалось значительно меньше биомассы. Но и у этого сорта в данном варианте были максимальные показатели.

Количество листьев главного побега варьировало незначительно у обоих сортов в не зависимости от характера освещения. Но площадь листьев сильно зависела от характера освещения. Максимальная площадь листьев у обоих сортов формировалась на освещении состоящем из 30 % красного и 70 % дальнего красного света. При чем стоит отметить, что несмотря на тот факт, что в данном варианте биомасса растений сорта Розы была в 2 раза

Таким образом, для роста и развития растений базилика необходимо присутствие в освещении лучей не только красного, но и дальнего красного света.

Библиографический список

1. **Кодзай, Т.** Фабрика растений: вертикальная система выращивания в помещении для эффективного производства качественных продуктов питания / Кодзай Т., Ниу Г. и Такагаки М. // Academic Press, 2019.
2. **Сиддики, М. В.** Вторичные метаболиты растений / Сиддики М. В. и Прасад К. // Том первый: Биологическое и терапевтическое значение – CRC Press, 2017.

3. Сингх, Д. Обзор фитохимических и фармакологических свойств священного базилика (*Ocimum Santum* L.) / Сингх, Д. и Чаудхури, П.К. // Инд. Культуры Прод. – 2018, С. 367–382.

4. Яковлева, О. С. Реакция растений базилика евгенольного на спектральный состав света / Яковлева О. С., Пыльцин Д. А., Тараканов И. Г. // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. – Пенза, 2020 – С. 174–176.

5. Zhan, Y. Полисахариды базилика: обзор экстракции, биологической активности и фармакологического применения / Zhan Y., An X., Wang S., Sun M. & Zhou H. // биоорг. Мед. хим. 2020. – С. 115–179.

СРЕДОУЛУЧШАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Николаев Егор Николаевич, студент 3 курса института естествознания и спортивных технологий МГПУ, e-mail: NikolaevEN@mgpu.ru

Научный руководитель – Кропова Юлия Геннадьевна, к.б.н., доцент, кафедры физиологии и биологии человека института естествознания и спортивных технологий МГПУ, e-mail: kropova.j@mgpu.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрены возможности использования эфирномасличных растений для улучшения среды, представлены результаты изучения концентрации эфирных фракций в некоторых видах растений, которые можно использовать как компонент современных средоулучшающих фитотехнологий.*

***Ключевые слова:** эфирные масла, ароматические вещества, средоулучшающие фитотехнологии, устойчивое экологическое развитие.*

В настоящее время антропогенное преобразование биосферы достигло такого масштаба, что возникла потребность в поиске новых способов оздоровления среды, компенсации последствий действия всех экотоксикантов. Одним из способов решения этой проблемы можно считать искусственное озеленение открытых территорий, озеленение различных помещений. Помимо декоративного цветоводства, которое активно практикует большинство жителей России в интерьере закрытых помещений в кадочной культуре, горшках или контейнерах можно выращивать и эфирномасличные растения, которые помимо эстетических функций могут обладать следующими свойствами: антисептическими и лечебными свойствами, поэтому их используют в медицине, санитарии и гигиене (камфара – сердечное средство, анетол –отхаркивающее средство, гвоздичное масло используют в зубоврачебном деле, эвкалиптовое масло используют как антисептическое, противопаразитное и ранозаживляющее средство).

Идея применения эфирномасличных растений не является новой. Ранее уже было отмечено положительное действие эфирных масел, экстрагированных из некоторых растений, на функционирование организма человека (Кравец К. А. 2019 г. Влияние ароматических веществ на психофизическое состояние человека [1]; Костюк Е. А и К. Б. Тумаров. 2016 г. Ароматерапия, цветотерапия в физкультурно-оздоровительной работе [2]). Среди растений, синтезирующих летучие фракции в значительном количестве, выделяют и пряные растения, и комнатные. Следовательно, зная об особенностях таких растений и активирующем или подавляющем действии летучих фракций, можно подобрать подходящие виды растений для озеленения уличных территорий или

помещений. В качестве примеров таких растений можно упомянуть Шалфей лекарственный (*Sālvia officinālis*), Тысячелистник обыкновенный (*Achillēa millefōlium*), Розмарин лекарственный (*Rosmarīnus officinālis*), Полынь горькая (*Artemisia absinthium*) и многие другие. Эфирные масла обладают целебными свойствами и при правильном применении они могут воздействовать на организм человека с пользой. Они также содействуют сохранению и восстановлению кожных покровов и волос, помогают очищать организм от токсинов, оказывают положительное влияние на работу ЖКТ, эмоциональное состояние организма, кровообращение.

Для подбора растений целесообразно провести изучение их химического состава. Выделение летучих фракций соединений можно осуществлять разными лабораторными способами (возгонка, экстрагирование). Растения также различаются и по динамике синтеза и накопления эфирных соединений.

Так, для проведения эксперимента мы выбрали несколько видов пряных растений, которые можно выращивать как в условиях открытого грунта, так и в помещении. Мы выращивали растения в комнате, материалом для экстрагирования эфирных масел были проростки растений (7 дней) и листья взрослых растений до цветения. В результате мы смогли выделить растения, у которых эфирные фракции преобладают в проростках, а по мере взросления их количество уменьшается. Так, в проростках укропа огородного эфирных масел (преобладающее вещество карвон) в проростках почти вдвое больше, чем во взрослых растениях.

А Melissa лекарственная наоборот, накапливает эфирные соединения (цитраль) по мере взросления. Причем, сравнивая количество летучих соединений в разных листьях, следует отметить наибольшее количество именно в верхних листьях.

Растения лаванды узколистной синтезируют летучие соединения (линалилацетат) на протяжении всей жизни, поэтому экстракты из проростков и из взрослых растений практически не различаются по количеству масел.

Эфирные масла розмарина лекарственного содержат много компонентов примерно в равных концентрациях, тогда как у других растений можно четко выделить доминирующий компонент и вещества, которые находятся в следовых концентрациях. В масле розмарина входят камфора, пинен, цинеол, борнеол, камфен. Синтез эфирного масла происходит равномерно в течение жизни растения и для экстракции используют не только листья, но и цветы.

А вот растения тимьяна ползучего синтезируют эфирные масла только на начальных стадиях роста – из проростков выделено наибольшее количество тимола и карвакрола.

Таким образом, изучение процессов аккумуляции летучих фракций выращенных нами растений позволяет заключить, что укроп огородный, перечная мята, розмарин лекарственный, ползучий тимьян реализуют синтетические процессы в мезофилле листа, однако, чем старше становится

растение, тем процессы синтеза идут медленнее. В листьях мяты и лаванды синтез летучих фракций локализован также в мезофилле листа, и чем больше поверхность листьев, тем больше эфирных масел экстрагируется. На основании этого можно предположить, что синтетические процессы идут с нарастанием в онтогенезе растения. И только у петрушки кудрявой количественный анализ выявляет одинаковую активность синтетических процессов на всех стадиях развития.

Безусловно, условия выращивания (интенсивность освещения, влажность, температура) будут оказывать влияние на синтез летучих фракций, что требует дополнительного исследования для каждого вида растений.

При этом использование таких растений для озеленения должно быть тщательно продумано. Например, большое количество растений приведет к повышению концентрации различных летучих соединений в воздухе, что безусловно будет опасным для людей с рядом заболеваний (аллергические реакции, астма и др). Также некоторые вещества могут обладать таким свойством как фотосенсибилизация. Это означает, что попадание таких веществ на кожу повышают ее чувствительность к солнечному свету, то есть могут провоцировать появление ожогов. И, конечно, резкий насыщенный запах или смесь ароматов будет оказывать раздражающее действие.

Конечно, если подбирать растения для озеленения помещения, необходимо учитывать его функциональную нагрузку. Эфирные соединения некоторых растений оказывают активирующее, стимулирующее действие, другие растения, наоборот, способствуют снижению интенсивности физиологических процессов. Таким образом, растения в комнате отдыха и растения в рабочей зоне должны быть различны.

Эти особенности надо учитывать и при озеленении открытых территорий. Растений, обладающих средоулучшающим потенциалом, много, поэтому при их выборе надо учитывать все особенности растений (концентрация летучих фракций, их физиологическое действие, агротехника и другие).

Библиографический список

1. **Кравец, К. А.** Влияние ароматических веществ на психофизическое состояние человека / К. А. Кравец, С. Г. Куприянова. – Текст: непосредственный // Юный ученый. – 2019. – № 5 (25). – С. 36–39. – URL: <https://moluch.ru/young/archive/25/1498/>.

2. **Костюк, Е. А.** Ароматерапия, цветотерапия в физкультурно-оздоровительной работе / Е. А. Костюк, К. Б. Тумаров. – Текст : непосредственный // Педагогика: традиции и инновации : материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2016 г.). – Челябинск : Два комсомольца, 2016. – С. 25–27. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/186/9394/>.

3. **Ториков, О. В.** Мельникова. Производство продукции растениеводства. Учебное пособие. – СПб. : Лань, 2017. – 512 с.

**ВОЗМОЖНОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
GLUCONACETOBACTER DIAZOTROPHICUS
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

*Нова Матвей Ааронович, студент 1 курса института агrobiотехнологии
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: m.nova.spa@gmail.com*

*Ульянов Алексей Ильич, студент 1 курса института агrobiотехнологии
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: a.ulianov@outlook.com*

*Научный руководитель – Чередниченко Михаил Юрьевич, к.б.н., доцент,
и. о. заведующего кафедрой биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА
имени К. А. Тимирязева, e-mail: cherednichenko@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** В данном обзоре рассматриваются возможности эффективного применения *Glucacetobacter diazotrophicus* в качестве биоудобрения с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур и повышения их устойчивости к фитопатогенам.*

***Ключевые слова:** *Glucacetobacter diazotrophicus*, азотфиксирующие бактерии, урожайность, биоудобрения.*

Азот является основным элементом, используемым растениями при создании белков, нуклеотидов, хлорофилла, витаминов и ферментов. Азотфиксирующие бактерии являются важными участниками агро- и биоценозов, так как они позволяют фиксировать атмосферный азот, ранее недоступный растениям. Изначально *Glucacetobacter diazotrophicus* был выделен из сахарного тростника в 1988 году Владимиром А. Кавальканте и Дж. Доберейнер в Бразилии [1].

Glucacetobacter diazotrophicus – грам-отрицательный, толерантный к высокой кислотности среды облигатный аэроб, клетки которого имеют форму палочек со скругленными концами и 3 боковых жгутика. Особенностью данного организма по сравнению с другими является возможность фиксировать атмосферный азот, находясь не только в корнях, но и в других частях растения. Данный микроорганизм продуцирует индол-3-уксусную кислоту и гиббереллины ГК₁ и ГК₃, которые способствуют росту растения. Помимо этого, *G. Diazotrophicus* обладает антибактериальными – вызывает защитную реакцию растения на представителей рода *Xanthomonas* (при помощи специфических сигнальных взаимодействий с защитной системой растения и выработки подобных лизоциму бактериоцинов) – и антигрибными (против нескольких видов *Fusarium spp.* и *Helminthosporium spp.*) свойствами. Он также обладает способностью к со-

любилизации фосфора и цинка, которые являются важными макро- и микро-элементами для растения. Симбиоз с *G. diazotrophicus* не требует образования клубеньков, так как он является эндофитом. По этой же причине он не является столь специфичным в выборе хозяина и может быть использован для улучшения фиксации азота в других растениях. Сама бактерия и возможности ее применения для уменьшения количества азотных удобрений и улучшения роста сельскохозяйственных культур широко исследуется в мире [2, 3]. В России исследования по данной теме пока не проводились.

Огромное значение имеет экономический аспект применения *G. diazotrophicus*. Ученые из Колумбии провели исследование, в котором экспериментально подтвердили эффективность применения данной бактерии на примере моркови [4]. В эксперименте были использованы 2 штамма *G. diazotrophicus* в различных концентрациях, с добавлением и без добавления азотно-фосфорных удобрений (таблица).

Таблица 1 – Урожайность моркови в зависимости от использования штаммов *G. diazotrophicus* и дополнительных удобрений [4]

Штамм	Концентрация (КОЕ/мл)	Дополнительные удобрения ³	Урожайность (кг/га)	Образцы урожая «экстра» ⁴ и первого сорта ⁵ (кг/га)
–	0	нет	28 290	19 314
–	0	да	27 901	13 543
ATCC 49037 ¹	18,0×10 ⁷	нет	37 867	29 934
ATCC 49037	18,0×10 ⁷	да	30 345	12 138
GIBI029 ²	18,0×10 ⁷	нет	31 430	12 242
GIBI029	18,0×10 ⁷	да	31 597	12 640
ATCC 49037	8,8×10 ⁷	нет	24 199	6069
ATCC 49037	8,8×10 ⁷	да	23 533	13 208
GIBI029	8,8×10 ⁷	нет	18 316	3412
GIBI029	8,8×10 ⁷	да	19 828	3859

Примечание: ¹ATCC 49037 – стандартный штамм, ²GIBI029 – изолят сахарного тростника, ³200 кг/га азотных удобрений и 1000 мл/га фосфорной кислоты, ⁴больше 120 гр., ⁵больше 100 гр.

Наивысшая урожайность была получена путем добавления стандартного штамма и без дополнительных удобрений (37,867 кг/га). Она превысила среднюю урожайность по стране (27,170 кг/га) на 10,697 кг/га. В данном примере затраты на производство составили 4390 USD/га, а чистая прибыль 10 817 USD. При стандартном методе выращивания (без *G. diazotrophicus* и с внесением удобрений) затраты составляют 3961 USD/га, а чистая прибыль 5336 USD. Разница в прибыли составляет 5481 USD или 50,7 %, при разнице затрат всего в 429 USD/га или 9,7%. Помимо моркови, эффективность применения *G. diazotrophicus* была доказана на томатах и некоторых других культурах [4, 5].

Таким образом, *Gluconacetobacter diazotrophicus* является микроорганизмом, интересным для исследования и перспективным для применения в сельском хозяйстве в виду вероятной экономической целесообразности и возможности сократить применение азотных удобрений, что позитивно скажется на экологической обстановке. Потенциал повышения устойчивости растений к фитопатогенным бактериям и грибам, обусловленный применением данного азотфиксатора, заслуживают дальнейших исследований на других видах сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. **Cavalcante, V. A.** A new acid-tolerant nitrogen-fixing bacterium associated with sugarcane / V. A. Cavalcante, J. Dobereiner // Plant and Soil. – 1988. – Vol. 108, N. 1. – pp. 23–31.
2. **Eskin, N.** Research Progress and Perspectives of Nitrogen Fixing Bacterium, *Gluconacetobacter diazotrophicus*, in Monocot Plants / N. Eskin, K. Vessey, L. Tian // International Journal of Agronomy. – 2014. – Vol. 2014. – pp. 1–13.
3. **Arencibia, A. D.** Induced-resistance in sugarcane against pathogenic bacteria *Xanthomonas albilineans* mediated by an endophytic interaction / A. D. Arencibia, Y. Estevez, F. Vinagre et al. // Sugar Tech. – 2006. – Vol. 8. – P. 272-280.
4. **Ceballos-Aguirre, N.** Economic feasibility of *Gluconacetobacter diazotrophicus* in carrot cultivation / N. Ceballos-Aguirre, G.M. Restrepo, A. Hurtado-Salazar et al // Rev. Ceres, Viçosa. – 2022. – Vol. 69, N. 1. – pp. 040–047.
5. **El-Shouny, W. A.** Endophytic Colonization of tomato plants by *Gluconacetobacter diazotrophicus* and its effect on crops improvement and yield promotion / W. A. El-Shouny, S. Shabanah, G. F. Fray et al. // Delta Journal of Science. – 2020. – Vol. 61. – pp. 225–229.

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ КИТАЙСКОЙ КАПУСТЫ НА ВЫРАЩИВАНИЕ ПРИ РАЗНОМ СООТНОШЕНИИ СВЕТА В СПЕКТРЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Романенко Михаил Дмитриевич, магистрант кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: sol-1312@yandex.ru

Оберученко Александр Вячеславович, магистрант кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: yzi1707@gmail.com

Научный руководитель – Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ivatar@yandex.ru

Аннотация. Представленная работа описывает ход научных исследований о влиянии различных уровней освещения на китайскую листовую капусту двух сортов, выращенных вегетационным методом на гидропонных установках.

Ключевые слова: китайская листовая капуста, гидропонная система, светокультура, светодиодные облучатели, дальний красный свет.

Исследования проводили в Лаборатории искусственного климата РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Растения китайской листовой капусты сортов «Памяти Поповой» и «Салют Юбилею» выращивали на экспериментальных гидропонных установках X-brightFitoLED V1.01G фирмы «ЭЛСИС БелГУ» (г. Белгород) с использованием светодиодного освещения [1]. В опыте было использовано 2 световых режима облучения. На первой установке спектральный состав был следующий: Красный свет 73 %, Белый свет 7 %, Синий свет 19 %, Дальний красный свет 1 % (К/Б/С/ДК = 73/7/19/1). На второй установке: Красный свет 51 %, Белый свет 7 %, Синий свет 21 %, Дальний красный свет 21 % (К/Б/С/ДК = 51/7/21/21). Плотность потока фотонов в обоих вариантах была выровнена и составляла 145 ± 5 мкмоль/(с·м²). Растения выращивали на минеральной вате. Применяли метод периодического затопления субстрата с корневой массой [3]. Полив производился каждые 360 мин (6 ч), при этом подача жидкости длилась в течении 300 сек. Для приготовления питательного раствора использовали комплексные минеральные удобрения RAS TEA ECO-HYDRO VEGA A + B.

В течение вегетационного периода изучали ростовые реакции китайской капусты и проводили измерения газометрических показателей (таблица 1, 2).

В наших исследованиях было показано, что увеличение доли дальнего красного света в спектре (21 %) способствовало ускорению нарастания вегетационной массы китайской листовой капусты сорта «Салют Юбилею» [4]. Под влиянием К/Б/С/ДК = 51/7/21/21 наблюдалось образование наибольшего количества листьев у растений сорта «Салют Юбилею». При этом отсутствие дальнего красного света в спектре увеличивало все ростовые показатели растений китайской капусты сорта «Памяти Поповой» [5]. Это можно объяснить сортоспецифичностью растений [2].

Воздействие К/Б/С/ДК = 51/7/21/21 режима облучения увеличивало средний показатель сухой биомассы листьев китайской капусты сорта «Салют Юбилею» на 82 % в сравнении со вторым вариантом освещения (таблица 1).

Показатели газообмена у обоих сортов в двух вариантах также снижались в зависимости от присутствия дальнего красного света в спектре (таблица 2). При этом интенсивность дыхания у обоих сортов возрастала с увеличением доли ДК.

Таблица 1 – Ростовые реакции растений китайской листовей капусты двух сортов на разный спектральный состав света, 45 дней от всходов

Вариант светового режима (% соотношение спектров света)	Количество листьев, шт		Сырая биомасса листьев, г		Сухая биомасса листьев, г		Площадь листьев, см ²	
	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»
К/Б/С/ДК = 51/7/21/21	10 ± 1,4	33,5 ± 13,4	59,3 ± 12,7	22,4 ± 16,8	2,3 ± 0,7	1,1 ± 0,9	1058,0 ± 96,9	437,5 ± 279,3
К/Б/С/ДК = 73/7/19/1	7,0 ± 1,4	25,0 ± 1,4	98,0 ± 15,5	4,8 ± 2,1	5,6 ± 1,9	0,2 ± 0,1	1315,0 ± 21,2	124,0 ± 50,9

Таблица 2 – Показатели газообмена растений китайской листовей капусты двух сортов в зависимости от спектрального состава оптического излучения

Вариант светового режима (% соотношение спектров света)	Интенсивность фотосинтеза, мкмоль/м ² ×с		Устьичная проводимость, моль/м ² ×с		Интенсивность транспирации, моль/м ² ×с		Интенсивность дыхания, мкмоль/м ² ×с	
	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»	«Памяти Поповой»	«Салют Юбилею»
К/Б/С/ДК = 51/7/21/21	3,3 ± 0,5	3,6 ± 0,4	0,2 ± 0,1	0,22 ± 0,1	1,9 ± 0,4	2,3 ± 0,5	1,8 ± 0,3	1,4 ± 0,6
К/Б/С/ДК = 73/7/19/1	4,6 ± 0,2	3,9 ± 0,6	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	2,0 ± 0,5	2,6 ± 0,2	0,2 ± 0,8	0,9 ± 0,4

Библиографический список

1. **Авдеенко, С. С.** Продуктивность и качество китайской капусты в Самарской области / С. С. Авдеенко // *Фундаментальные исследования*. – 2010. – № 7. – С. 145.

2. **Tarakanov, I. G.** Effects of Light Spectral Quality on the Micropropagated Raspberry Plants during Ex Vitro Adaptation / I. G. Tarakanov, A. A. Kosobryukhov, D. A. Tovstyko, A. A. Anisimov, A. A. Shulgina, N. N. Sleptsov, E. A. Kalashnikova, A. V. Vassilev, R. N. Kirakosyan // *Plants*. – 2021. – 10, 2071.

3. **Воскресенская, Н. П.** Фоторегуляторные реакции и активность фотосинтетического аппарата / Н. П. Воскресенская // *Физиология растений*. – 1987. – Т. 35. вып. 7. – С. 341–356.

4. **Шустова, А. П.** Влияние фотопериодического воздействия на урожай и качество листовой капусты и салата / *Зап. ЛСХИ* – 1950. № 7, – С. 10–17.

5. **Tarakanov, I. G.** Effects of Light Spectral Quality on Photosynthetic Activity, Biomass Production, and Carbon Isotope Fractionation in Lettuce, *Lactuca sativa* L., *Plants* / I. G. Tarakanov, D. A. Tovstyko, M. P. Lomakin, A. S. Shmakov, N. N. Sleptsov, A. N. Shmarev, V. A. Litvinskiy, A. A. Ivlev // *Plants*. – 2022. – 11, 441.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ САЛАТА ЛИСТОВОГО НА ПРОТОЧНОЙ ГИДРОПОНИКЕ

Ожерелков Вячеслав Вячеславович, студент 4 курса института садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ozherelkovvyacheslav335@yandex.ru
Научный руководитель – Дыйканова Марина Евгеньевна, к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры овощеводства, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: dyikanova@rgau-msha.ru

Аннотация. В данной работе было проведено исследование по изучению зависимости роста и развития салата листового сорта "Ехаст" от разных концентраций препаратов Nagro, Сторпах, Золото полей. Собраны и проанализированы данные с использованием фенологического, биометрического и весового методов.

Ключевые слова: салат латук, салат листовой, органические удобрения, проточная гидропоника, рост и развитие салата.

Самый известный представитель рода Латук-Латук посевной или Салат латук (лат. *Lactuca sativa*). В культуре известно множество сортов, возделываемых в огромных масштабах, широко известных и употребляемых практически во всем мире [2]. Данное растение несет в себе очень большую питательную ценность, листья богаты витаминами, солями калия, кальция, железа, фосфора, каротином, содержат сахара, лимонную, аскорбиновую, щавелевую и фолиевую кислоты [3].

Объектом исследования является растение вида Латук посевной сорта "Ехаст", включенного в Госреестр в 2013 году. Мы отобрали также три схожих по составу и действию универсальных биоорганических препарата. Их концентрации подбирались согласно рекомендациям производителя и предприятия: Nagro (гуминовые кислоты, микро- и макроэлементы, белковые ферменты и аминокислоты); Сторпах (гуминовые кислоты, стимуляторы роста, витамины для растений, полисахариды, ферменты, а также макро- и микроэлементы); Золото полей (гуминовые кислоты, полученные из низинного торфа, микро- и макроэлементы в доступной для растений хелатной форме).

Исследования проведены согласно Методике физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве [1].

Исследование проводилось в 2022 году на базе предприятия ЗАО Агрохолдинг «Московский». Опыт закладывался на линии проточной гидропоники, досветка растений не производилась, температура в теплице: дневная 22...25 °С, ночная 18...19 °С.

Учетное количество растений для каждого варианта опыта 35 штук, всего растений 350. Посев – 24.07, первая внекорневая подкормка 09.08, вторая – 15.08. Варианты опыта: контроль – без внекорневых подкормок; Nagro, конц.: 6, 10, 15 мл/10 л воды; Стормах, конц.: 5, 10, 15 мл/10 л воды; Золото полей, конц.: 20, 30, 40 мл/10 л воды.

Проводились фенологические наблюдения и биометрические измерения в процессе вегетации растений [1]. Для оценки ростовых процессов фиксировались следующие биометрические показатели в динамике: высота растений, диаметр розетки листьев, количество листьев, их длина и ширина.

Учет продуктивности проводился весовым способом, у растений взвешивалась надземная часть без горшочка и корневая система, высчитывался ее объем.

Посев производился 24.07, первые всходы появились 25.07, массовые – 27.07, первый настоящий лист появился 01.08, выстановка в желоба производилась 16.08, сбор 05.09, всего вегетационный период составил 43 дня.

Концентрации препарата "Nagro" 6 и 10 мл показали себя практически на одном уровне, средняя масса надземной части составила 198 и 205 г соответственно, остальные показатели находятся практически на одном уровне. Относительно контроля, который 186 г, результат оказался неплохим. Концентрация в 15 мл/10 л воды показала себя значительно хуже. Надземная часть имеет вес всего в 181 г, что ниже уровня контроля, другие показатели также меньше. Во всех вариантах обнаружена ломкость листовой пластинки, что неблагоприятно скажется на сборе и транспортировке продукции.

Таблица 1 – Масса и объем корневой системы

	Nagro			Стормах			Золото полей			Контроль
Конц.	6	10	15	5	10	15	20	30	40	–
Масса	30	29	24	26	30	32	31	35	41	24
Объем	3,4	3,0	2,6	2,9	3,1	3,3	3,3	3,9	4,4	2,6

Препарат "Стормах" в концентрации 5 мл показал себя также на уровне контроля, средняя масса надземной части составила 184 г, другие показатели тоже на уровне контроля. Концентрации выше, а это 10 и 15 мл показали хороший и отличный результаты, масса салата составила 205 и 214 г, другие показатели также находятся на высоком уровне, например, масса и объем корневой системы 30...32 г и 3,1...3,3 см³, когда как у контроля 24 грамма и 2,6 см³ соответственно.

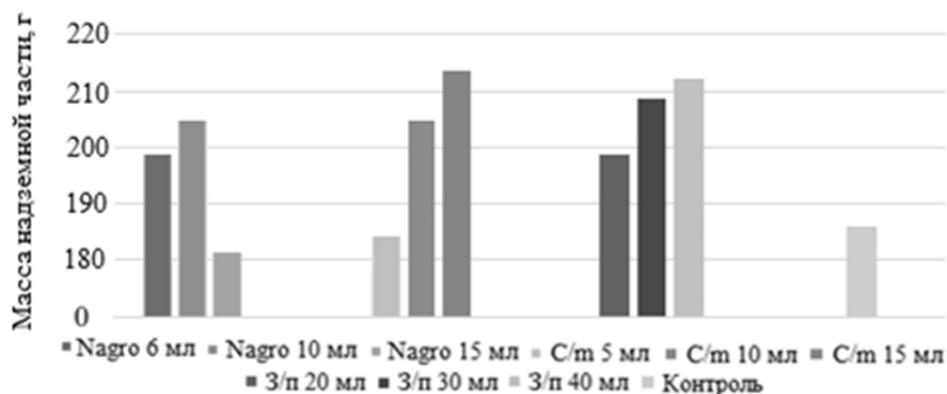


Рисунок 1 – Масса надземной части салата листового

Лучшие результаты показывает «Золото полей», при концентрации в 20 мл средняя масса составила 198 г, при контроле в 186 г, другие показатели также находятся выше значений контроля. Концентрации в 30 и 40 мл/10 л воды показали себя наилучшим образом, аналогично препарату "Сторпах" (10 и 15 мл). Масса надземной части 209 и 231 г, а корневая система у данных образцов развита наилучшим образом, это 35...41 г и 3,9...4,4 см³.

Применение в качестве внекорневой подкормки препаратов "Сторпах" в концентрации 15 мл/10 л воды и «Золото полей» в концентрации 40 мл/10 л воды достоверно влияет на рост и развитие растений салата листового, повышает продуктивность и качество товарной продукции. Увеличивается масса надземной части, количество и размер листьев.

Библиографический список

1. **Белик, В. Ф.** Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве: [Сборник статей] / Под ред. д-ра с.-х. наук В. Ф. Белика; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР. – М. : [б. и.], 1970. – 211 с.

2. **Кондратьев, В. М.** Биологические особенности и элементы технологии выращивания салата посевого (*Lactuca sativa* L.) в пленочных теплицах Ленинградской области: дис.; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2019. – 157 с.

3. **Котов, В. П.** Овощеводство: учебное пособие / В. П. Котов, Н. А. Адрицкая, Н. М. Пуць [и др.]; 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 496 с.

ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В БЕССМЕННЫХ ПОСЕВАХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Паршикова Светлана Дмитриевна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: svp0601@yandex.ru

Научный руководитель – Заверткин Игорь Анатольевич, к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: zavertkin@rgau-msha.ru

Аннотация. Изучалось действие как раздельное, так и совместное действие азотных, фосфорных и калийных удобрений на урожайность ячменя в Длительном полевом опыте. Выявлено увеличение бункерной урожайности на известкованном фоне по сравнению с фоном без известки.

Ключевые слова: минеральные удобрения, известкование, ячмень, ТСХА 4.

Объектом исследования является ячмень сорта ТСХА 4. Сорт ТСХА 4 включен в Госреестр по Центральному (3) региону. Масса 1000 зерен 36-49 г. Содержание белка 10,2...13,9 %. Урожайность сорта ячменя ТСХА 4-средняя, в регионе допуска – 27,2 ц/га.

Исследования по изучению действия минеральных удобрений на урожайность ячменя сорта ТСХА 4 проводятся в Длительном опыте на Полевой станции РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в бессменном поле № 124 на азотно-фосфорно-калийном, фосфорно-калийном, азотном, калийном и фосфорном фонах и на контрольном фоне O_4 и определялось дозами внесения удобрений [4].

Азот в опыте вносится в виде аммиачной селитры, фосфор – двойного гранулированного суперфосфата, калий – хлористого калия.

Удобрения вносятся в следующие сроки:

Под картофель, лен и ячмень: $N_{20} + P_{150}K_{120}$ осенью под основную обработку, N_{100} – весной под предпосевную обработку [4].

Агротехнические мероприятия в севообороте и на участке бессменных посевов осуществляются одновременно и в оптимальные сроки для Московской области [2].

Из наших исследований получаем, что максимальная бункерная урожайность ячменя отмечается в варианте НРК 6,56 т/га по известки и 5,52 т/га на не известкованном фоне, значительно выше урожайности на соответствующих контрольных делянках. Стоит отметить, что урожайность зависит не только от удобрений, но и от засоренности полей [3].

Действие калийных удобрений на известкованном фоне снижало урожайность с 2,34 т/га до 1,72 т/га, а на фоне без извести наблюдалось увеличение урожайности с 0,26 т/га до 0,40 т/га, что может объясняться антагонизмом катионов K^+ и Ca^{2+} (таблица) [1].

Таблица 1 – Бункерная урожайность ярового ячменя, т/га

Варианты удобрений	Яровой ячмень	
	Известь	Известь
НРК	6,56	5,52
Контроль ₄	2,34	0,26
К	1,72	0,40
Р	2,34	0,82
Н	2,28	0,68
<i>Среднее</i>	<i>3,048</i>	<i>1,54</i>
<i>Стандартная ошибка</i>	<i>0,89</i>	<i>1,0</i>
<i>Медиана</i>	<i>2,34</i>	<i>0,68</i>
<i>Стандартное отклонение</i>	<i>1,98</i>	<i>2,24</i>
<i>Дисперсия выборки</i>	<i>3,9</i>	<i>5,0</i>

Внесение фосфора и азота на известкованном фоне снижало урожайность на азотном фоне на 0,06 т/га, на фосфорном фоне урожайность осталась та же. На не известкованном фоне прибавка урожайности от внесения фосфора составила 0,56 т/га, а азота 0,42 т/га.

Вывод. Известкование снимает только часть вопроса [1], а фосфор и калий в избыточном количестве не только снижает показатели урожайности, но и отравляет почву, поэтому необходимо снижать дозу минеральных удобрений.

Библиографический список

1. **Заверткин, И. А.** Действие удобрений и известкования на урожайность кукурузы на зеленый корм / И. А. Заверткин, М. А. Мазиров, О. А. Савоськина, М. Мухаммадазим // Материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 2021. – С. 76–80.

2. **Николаев, В. А.** Показатели плодородия дерново-подзолистой почвы и урожайность ячменя при разных по интенсивности системах обработки / В. А. Николаев, Л. И. Щигрова // Владимирский земледелец. – 2021. – № 1(95). – С. 12–15.

3. **Полин, В. Д.** Роль интенсивности обработки почвы в изменении видового и количественного состава сорных растений / В. Д. Полин, И. Ф. Биналиев // Владимирский земледелец. – 2021. – № 1(95). – С. 31–35.

4. **Савоськина, О. А.** Влияние противоэрозионных систем обработки почвы на засоренность посевов озимой пшеницы / О. А. Савоськина, Е. В. Копылов // Доклады ТСХА / МСХ РФ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева. Том Выпуск 277. – Москва : РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, 2005.

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ УКОРЕННОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БИООТХОДОВ

Пигалов Антон Владимирович, магистрант 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: antonpigalov25@gmail.com

Раевская Анна Олеговна, магистрант 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: anna.raevskaya98@gmail.com

Научный руководитель – Скороходова Анастасия Николаевна, старший преподаватель кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: red-green216@mail.ru

***Аннотация.** Целью исследования являлось изучить особенности продукционного процесса некоторых зеленых культур при добавлении в субстрат органических отходов. Это позволяет с одной стороны наладить экологически чистую переработку отходов в домашних условиях, а с другой стороны – обеспечить население свежей витаминной зеленой продукцией прямо с подоконника.*

***Ключевые слова:** зеленые культуры, переработка, экология, биоотходы.*

Перед закладкой опыта были произведены расчеты, основанные на 3-х кратной повторности. Исходя из расчетов на 36 горшков для первичного опыта с заполнением 1:1 почва к органическому мусору было определено минимальное количество банановой кожуры в районе 14–15 кг.

После очистки всех бананов столкнулся с проблемой возможной нехватки банановых очисток, на данном графике мы можем наблюдать подтверждение, после анализа данных (рисунок).

Распределение биомассы банана

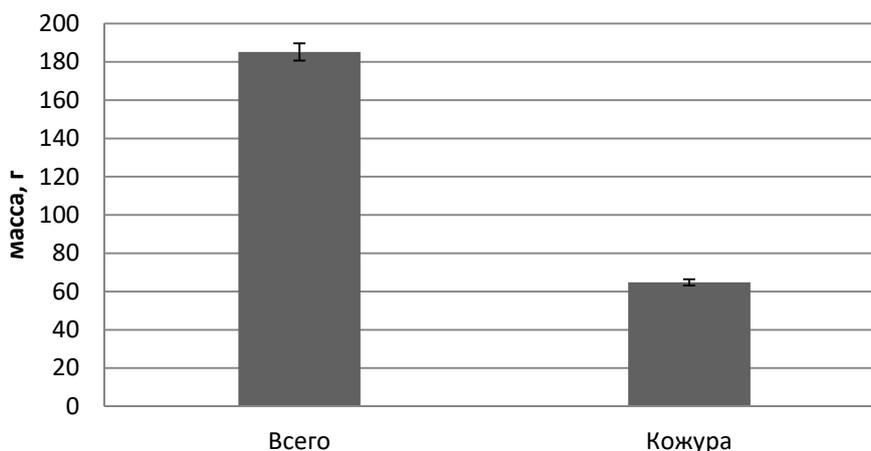


Рисунок 1 – Распределение биомассы банана

Банановая кожура была заморожена на продолжительное время, после чего произвели подготовку к посеву семян растений, а точнее разделили очистки на мелконарезанную и не нарезанную фракции. Далее приступили к пошаговому наполнению горшков почвой и банановыми очистками [1].

Полив осуществляли каждые 2 дня, так же ориентировались на влажность почвы, семена начали прорасти только спустя продолжительный период времени. Из-за чего было принято решение к повторному посеву.

В процессе наблюдения за растениями была выявлена тенденция к стабильному росту на контрольных горшках, далее ненарезанный. В горшках с мелконарезанными очистками рост наблюдался крайне медленный, порой прирост биомассы длился на протяжении целой недели. Хотя в других вариантах изменения были заметны в течение нескольких дней (таблица) [2].

Самым интересным являлся анализ на содержание хлорофилла, так как по нему можно было понять характер роста растений на разных почвах [3].

По результатам лабораторных исследований были получены данные. Из которых были сделаны следующие выводы: зеленые культуры можно выращивать на субстрате с добавлением органических отходов; выращивание растений на субстрате с добавлением органики способствует ускорению ее компостирования, выращивание не приводило к усилению накопления нитратов в продукции; внесение различных органических отходов вызывает сходные реакции у растений, выращиваемых на них; наибольшее количество биомассы накапливали растения горчицы и рукколы, у растений кориандра содержание каротиноидов превышает содержание хлорофиллов, при этом у остальных исследованных зеленых культур наблюдается обратная картина.

Таблица 1 – Данные биомасс по всем культурам

Культура	Вид горшков	Сырая биомасса, г		Сухая биомасса, г	
		Средняя	Ошибка	Средняя	Ошибка
Кориандр	Контроль	2,15	0,33	5,52	0,09
	Мелконарезанный	3,69	0,69	5,91	0,24
	Ненарезанный	2,72	0,5	8,28	2,86
Горчица	Контроль	0,16	0,05	5,07	0,09
	Мелконарезанный	0,52	0,09	4,96	0,19
	Ненарезанный	0,95	0,31	9,29	3,25
Рукола	Контроль	0,21	0,04	5,14	0,06
	Мелконарезанный	1,53	0,2	7,75	2,5
	Ненарезанный	0,75	0,21	5,15	0,1

Что касается разложения биоматериала, то к концу эксперимента произошло частичное разложение измельченных отходов и почти полностью отсутствовало разложение неизмельченной кожуры. Таким образом можно рекомендовать для внесения в домашние компостеры измельченного растительного материала.

Библиографический список

1. **Алексеева, К. Л.** Болезни зеленных и пряно-вкусовых культур: профилактика и способы защиты / К. Л. Алексеева / Гавриш. – 2013. – № 5. – С. 24–29.
2. **Забусова, Е. И.** Проблема переработки промышленных и бытовых отходов / Е. И. Забусова // Символ науки. 2016. – № 5-2.
3. **Гинс, М. С.** Антиоксидантные характеристики зеленных и пряно-ароматических культур / М. С. Гинс, В. А. Харченко, В. К. Гинс; А. А. Байков / Овощи России. – 2014. – № 2. – С. 42–45.

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИНВАЗИИ В МЕТОДАХ СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Протасова Иоанна Михайловна, студентка 3 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: pio4nna@yandex.ru

Научный руководитель – Ларикова Юлия Сергеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: yu.larikova@mail.ru

***Аннотация.** Рассмотрены актуальные вопросы новых направлений, отражающие современные тенденции в развитии методов физиологии и биохимии растений, селекции и биотехнологии. Создание биогербицидов на основе аллелохимических веществ, содержащихся в некоторых растениях, дает возможность использовать природные соединения в борьбе с сорной растительностью.*

***Ключевые слова:** аллелопатическая активность, защита растений, аллелохимикалии.*

Основным предметом исследования аллелопатии является изучение взаимодействия сорных растений и культурных. Основные способы борьбы с сорными растениями на данный момент являются агротехнические мероприятия и химическая защита, в виде пестицидов. Термин «аллелопатия» является сегодня общепринятым и охватывает как ингибирующие и стимулирующие эффекты одного растения на другое растение [2].

Международное общество по Аллелопатии определило термин «аллелопатия» следующим образом: «Любой процесс с участием вторичных метаболитов, продуцируемых растениями, микроорганизмами, вирусами и грибами, которые влияют как положительно, так и отрицательно на рост и развитие сельскохозяйственных растений и представителей естественной флоры в экосистемах» [3].

В последнее время рядом работ предположено, что аллелопатия имеет большие перспективы для разработки альтернативных стратегий для борьбы с сорняками. Тем самым полагается, что может быть снижена зависимость растениеводства от промышленных химических гербицидов. Оказалось, что некоторые сельскохозяйственные растения, обладающие аллелопатической активностью, могут подавлять рост сорняков, устойчивых даже к химическим гербицидам [1]. В связи с этим в последние годы возрос интерес к выявлению различных сортов с подобными свойствами и поиску альтернативного способа борьбы с сорняками. Выяснилось, что аллелохимикалии могут ингибировать прорастание семян, менять барьерные

функции клеточных мембран, нарушать процессы поглощения питательных веществ и воды, влиять на баланс гормонов, на экспрессию генов и синтез белков, на фотосинтез и дыхание. Открытие природных аллелопатических соединений позволит снизить использование синтетических гербицидов или даже заменить их на средства естественного происхождения (вегетативной массы растений, обладающих аллелопатическими свойствами, или водных вытяжек из них) для контроля сорных растений в агроэкосистемах [1]. Кроме того, аллелохимикалии послужили моделями для синтеза новых гербицидов. Познание о проблемах, связанных с проявлением аллелопатии равно, как и экологически значимого приспособления, имеют большое значение в оценке экологических последствий воздействия аллелопатически активных растений [3]. Это может быть важным, например, если виды с аллелотической активностью распространились на другие экосистемы или, если способность синтезировать аллелопатические соединения распространились на другие виды растений, например путем гибридизации.

В агробиоценозе исключена ситуация, когда в посевах культурного растения присутствует лишь один вид сорного растения. Тем более интересна эта проблема и тем, какова конкуренция между сорными растениями в агрофитоценозах. Также существует такой факт, что некоторые неместные виды растений обладают потенциалом превзойти местные растения и обладают способностью быстро распространяться и колонизировать рецipientные территории, становясь инвазивными.

В модельном эксперименте предполагается изучить влияние одних сорных растений на другие и влияние сорных растений на культурные, рассмотреть генетические изменения в геноме культурных растений, а также ответить на вопрос – передается ли на следующее поколение аллелопатические взаимодействия. Для исследования необходимо подобрать образец культурного и сорных растений, установить механизм аллелопатии, исследовать положение встроившегося участка (в какой ген он встроился?); понять за что отвечает ген и как поменяются его функции и какие белки образуются. Предполагается изучить аллелопатический эффект водных вытяжек из двух и более видов сорных растений на рост и развитие других видов сорняков и культурных растений; исследовать аллелопатические взаимодействия у родительских пар. Дополнительно внести ясность в данные исследования – провести гибридизацию Реал-тайм ПЦР/Электрофорез в полиакриламидном геле; изучить инвазионные вставки (аллелопатический агент). Необходимо понять, какой ген отвечает за экспрессию, а также ответить на вопрос – какие белки или иные биологические вещества выделяются на ответ того и иного инвазионного организма?

Исследования подобного рода в современной научной литературе немногочисленны. В настоящее время методы селекции являются медленными и трудными, поэтому акцент делается на использование современ-

ных технологий – молекулярные маркеры. В связи с этим в ближайшее время можно ожидать новые, многообещающие результаты. И таким образом, необходимо углублять сотрудничество не только в различных областях агрономии, но и между научными исследованиями и производством.

Библиографический список

1. **Кондратьев, М. Н.** Взаимосвязи и взаимоотношения в растительных сообществах / М. Н. Кондратьев, Г. А. Карпова, Ю. С. Ларикова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2014. – 300 с.

2. **Кондратьев, М. Н.** Роль аллелопатии в инвазии растительных видов / М. Н. Кондратьев, Ю. С. Ларикова / Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 48–61.

3. **Кондратьев, М. Н.** Современный подход к рассмотрению роли аллелопатии в естественных и агрофитоценозах / М. Н. Кондратьев, Ю. С. Ларикова / Доклады МСХА: Сб. статей: Москва, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М. : Изд-во РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015. – С. 99–101.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Пустобаев Леонид Алексеевич, студент 4 курса института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: inna.kaptur@mail.ru

Научный руководитель – Скороходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: d.skorokhodov@rgau-msha.ru

Соруководитель – Скороходова Анастасия Николаевна, к.б.н., старший преподаватель физиологии растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: red-green216@mail.ru

Аннотация. В статье описана актуальность применения средств автоматизации и роботизации при выращивании растений в искусственных условиях. Приведены некоторые современные роботизированные средства полива растений, определения спелости урожая, сбора урожая, оценки фенотипа растений, обработки почвы. Предложено проектирование модульных средств для выращивания растений в искусственных условиях.

Ключевые слова: сити-ферма, растение, автоматизация, роботизация, венотипирование.

Целью работы является анализ существующих методов и средств автоматизации и роботизации выращивания растений в искусственных условиях.

Актуальность работы не вызывает сомнения, так как автоматизация и роботизация не обошла стороной выращивание растений в искусственных условиях. В современных условиях все активнее ведется внедрение автоматизированных и роботизированных решений на всех этапах выращивания растений как в тепличных условиях, так и в сити-фермах.

Автоматизация всех систем при выращивании растений в искусственных условиях на сегодняшний день является основным научно-техническим направлением, что в свою очередь развивает роботизацию. Перед современными сити-фермерами стоят задачи автоматизации и роботизации полива растений, обработки их от болезней и вредителей, приготовления и внесения питательных смесей [1, 2].

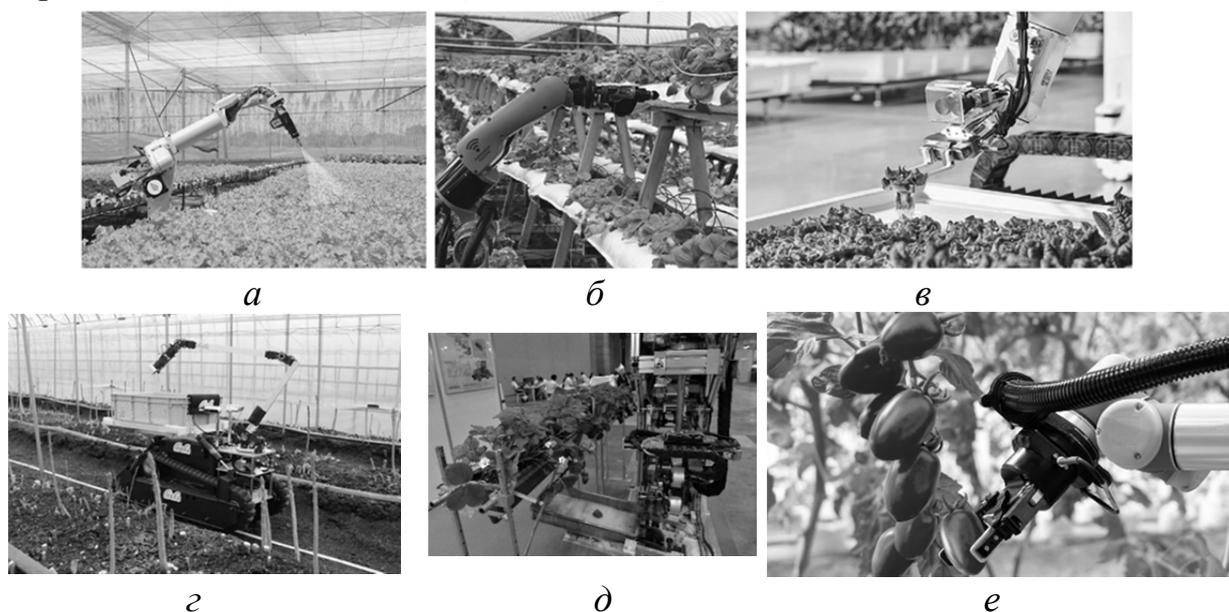
Применение роботизированных средств позволяет исключить присутствие человека на 80 % производственных операций. Полностью автономные системы выращивания растений в искусственных условиях с минимальным вмешательством человека являются сити-фермы будущего [2].

Для создания таких сити-ферм будущего необходимо сегодня решать ряд технических задач: 1) разрабатывать системы автоматизированного контроля за функциональным состоянием растений, позволяющие своевременно реагировать на все изменения в процессе роста растений и быстро корректировать систему выращивания, включая систему полива растений, их освещение, поддержание оптимальной температуры и многое другое; 2) минимизировать контакты между человеком и растением, что позволит создать идеальную сити-ферму, где человек необходим будет только для загрузки семян растений и для сбора готовой продукции.

В процессе развития роботизированных устройств, происходит их совершенствование, так, уже сегодня существуют роботы, способные осуществлять автоматический полив растений, оценивать качество выращиваемого урожая, оценивать спелость выращиваемых продуктов и осуществлять их сбор, роботы, способные перемещать выращиваемые растения от участка роста растения до участка сбора урожая и др. (рисунок) [1–5].

Наиболее актуальным направлением исследований является фенотипирование растений. Определять фенотип растения возможно путем его 3D сканирования. Современные 3D сканеры способны справиться с этой задачей, однако необходимо специальное программное обеспечение.

В большинстве случаев существующие роботизированные системы не являются российским производством, что влечет за собой увеличение ценовой их стоимости, высокие цены на обслуживание и приобретение запасных частей к ним. В связи с этим, а также в связи с импортозамещением, необходимо разрабатывать российские роботизированные системы для выращивания растений в искусственных условиях.





ж

з

д

Рисунок 1 – Использование промышленных роботов при выращивании растений в искусственных условиях:

а – полив; *б* – определение спелости урожая;
в – контроль качества урожая; *г*, *д*, *е*, *ж* – сбор урожая,
з – феноспекс; *д* – обработка почвы

Под каждый вид выращиваемой в искусственных условиях культуры необходимо разрабатывать свою технологию, позволяющую оптимизировать затраты на конструкторские разработки и проектирование новых средств выращивания растений в сити-фермах. Модульное проектирование таких устройств позволит формировать перечень необходимого оборудования для выращивания растений в искусственных условиях, что в свою очередь снизит объем конструкторских разработок, повысит качество и надежность комплектующих изделий.

Библиографический список

1. Скороходова, А. Н. Устройство для сбора корневых экссудатов аллелопатически активных растений / А. Н. Скороходова, А. С. Иваницких, Ю. С. Ларикова, Д. М. Скороходов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 4 (101). С. 86–94.
2. Ерохин, М. Н. Анализ современных устройств выращивания растений в городском фермерстве и перспективы его развития / М. Н. Ерохин, Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова, А. А. Анисимов, Р. А. Потемкин // Агроинженерия. – 2021. – № 3 (103). С. 24–31.
3. Скороходов, Д. М. Топологическая оптимизация рычага привода модульно-роторной установки для сити-фермы / Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова, М. Н. Бобров, Л. А. Пустобаев, А. С. Свиридов // Технический сервис машин. 2022. – № 1 (146). С. 46–51.
4. Скороходова, А. Н. Аллелопатический эффект лекарственных растений на сорняки / А.Н. Скороходова // Автореф. дис. ... кандидата биологических наук / РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. М. , 2019.
5. Скороходов, Д. М. Совершенствование методов и средств контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники / Д. М. Скороходов // Дис. ... кандидата технических наук / РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. М. , 2017.

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ АКВАПОНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Пустобаев Леонид Алексеевич, студент 4 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: inna.kaptur@mail.ru

Научный руководитель – Большаков Александр Алексеевич, старший преподаватель кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: lab.msau@yandex.ru

Соруководитель – Скороходов Дмитрий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: d.skorokhodov@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Разработка автономной аквапониической установки включающую в себя создание оптимальной конструкции и автоматизированную систему со сбором данных и их анализом, которые за собой позволят выращивать рыбу и растения, а также проводить исследовательские и лабораторные работы.*

***Ключевые слова:** аквапоника, автоматизация, установка, рыбы, растения, экосистема, сити-фермерство.*

Цель работы: разработка автономной аквапониической установки. Аквапоника представляет собой искусственную экосистему, в которой ключевыми являются три типа живых организмов: водные животные (обычно рыбы), растения и бактерии. Такая технология экологически безопасна. Работает по принципу экосистемы рыб и растений: рыбы обеспечивают питание растениям, а растения очищают воду. Суть метода – в использовании отходов жизнедеятельности водных животных (рыб, креветок) в качестве питательной среды для растений. Водные животные выделяют токсичные для них самих продукты жизнедеятельности: азотистые, калийные, фосфорные соединения, углекислый газ. Накопление этих веществ в воде представляет главную проблему как в замкнутой промышленной Аквакультуре, так и в простом аквариуме. Эти же вещества абсолютно необходимы в гидропонике, и их добавляют в воду для получения питательных растворов для растений. В аквапонике эта проблема решается сама собой: продукты жизнедеятельности рыб утилизируются бактериями и растениями. В связи с этим актуальность работы не вызывает сомнения.

Автоматизированная система – представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационных процессов в различных сферах деятельности (управление, проектирование, производство и тому подобное) или их

сочетаниях. В зависимости от области применения даются уточненные формулировки понятия «автоматизированная система».

Цель создания проекта в том, чтобы автоматизировать выращивание растений и рыба, а также наглядно показывать детям и студентам что такое сити-фермерство, а в особенности аквапонику [1–5]. Сама по себе аквапоника представляет из себя искусственную экосистему, в которой ключевыми являются три типа живых организмов: водные животные (обычно рыбы), растения и бактерии. По мере создания установки и изучения подобных, было принято решение о создании компактной автономной и дизайнерской установки.

Изначально нами был разработан каркас конструкции на которой были установлены такие узлы как: гидравлическая, фильтрационная (отстойник и тонкая губчатая очистка), бактериальная (подбор субстрата для заселения в них бактерий). По мере разработки установки мы проводили испытания установки и постепенно ее дорабатывали, что можно наблюдать в таблице 1.

Нами изготовлен экспериментальный образец аквапонической установки (рисунок 1).

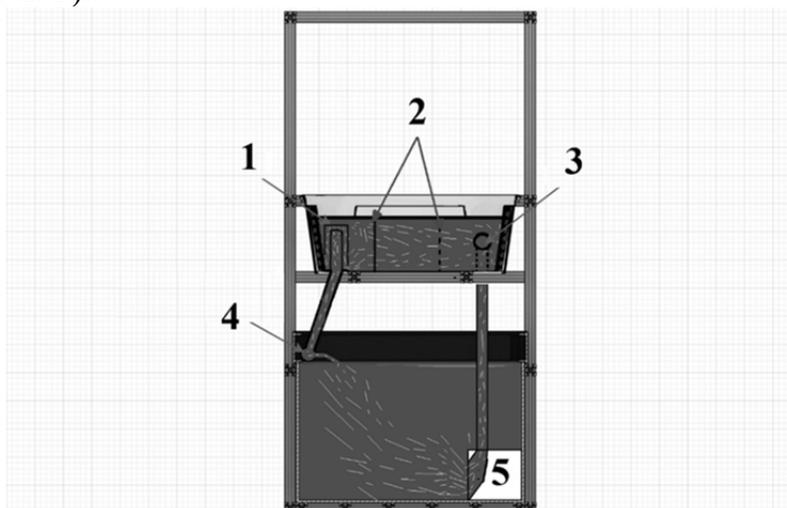


Рисунок 1 – Схема автоматизированной аквапонической установки:
1 – автоматический сифон; 2 – перегородки; 3 – боковое отверстие подачи воды; 4 – слив воды дождик (флейта); 5 – насос

Для усовершенствования установки необходимо проводить испытания.

Таблица 1 – План проведенных испытаний

№	Решаемая задача	Место проведения	Результаты
1.	Испытания с аквариумным термостатом	ЦТПО	Наблюдаются большие потери тепла в верхней части и в аквариуме (испытания проводились без крышки аквариума) требуется работа над сохранением тепла в установке или покупке более мощного нагревателя

Продолжение таблицы 1

2.	Испытания посадки (салата и овса) растений в установку	ЦТПО	Пророс и активно развивался, но на 16 день завял. Причина этому послужила произрастание растений без рыб, без хорошего освещения и каких-либо удобрений, по этой причине растения погибли
3.	Испытания нового модульного фильтра в части у растений	ЦТПО	отсутствия сильного течения грязь эффективно оседает на губке; рыбы фекалии оседают на сетке, которая одним действием очищается что позволяет эффективно отделять ее от эко системы
4.	Испытания спроектированной флейты для аквариума	ЦТПО	Обогащает активно воду кислородом, уменьшает течение в аквариуме, равномерно распределяет течение в аквариуме и дополнительно может оповещать о снижении уровня воды в аквариуме
5.	Испытания доработанного механического сифона с трубкой и 2 продольные перегородки (из оргстекла)	ЦТПО	В ходе испытаний новый механический сифон работал исправно без проблем и перегородки помогали эффективнее проходить площадь фильтрации
6.	Запуск эко-системы с рыбами и растениями	ЦТПО	Система работает стабильно, за время испытаний были корректировки по мощности насоса
7.	Проектировка отстойника с исходящими и не сходящими потоками	ЦТПО	Был спроектирован и установлен данный узел. По проведенным испытаниям справляется на 100 % с поставленной задачей
8.	Лабораторные исследования воды и выращенных растений	РГАУ–МСХА кафедра хим-био и растениеводства	По результатам все показатели в норме такие как кислотность и нитраты
9.	Настройка, программирование системы, подключение всех датчиков и электроники	ЦТПО	Подключение дополнительных датчиков в систему для корректировки фито света по мере роста растений

Исходя из выше сказанного, мы смогли добиться работы и сбор данных системы в автоматическом режиме без участия человека. На данный момент установка может работать самостоятельно не продолжительный срок (1 неделя), что говорит о необходимости совершенствования работы аквапониической установки.

Библиографический список

1. **Ерохин, М. Н.** Анализ современных устройств выращивания растений в городском фермерстве и перспективы его развития / М. Н. Ерохин, Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова, А. А. Анисимов, Р. А. Потемкин // *Агроинженерия*. 2021. – № 3 (103). С. 24–31.
2. **Скороходова, А. Н.** Аллелопатический эффект лекарственных растений на сорняки / А. Н. Скороходова // Автореф. дис. ... кандидата биологических наук / РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. – М. , 2019.
3. **Скороходов, Д. М.** Топологическая оптимизация рычага привода модульно-роторной установки для сити-фермы / Д. М. Скороходов, А. Н. Скороходова, М. Н. Бобров, Л. А. Пустобаев, А.С. Свиридов // *Технический сервис машин*. 2022. – № 1 (146). С. 46–51.
4. **Скороходова, А. Н.** Устройство для сбора корневых экссудатов аллелопатически активных растений / А. Н. Скороходова, А. С. Иваницких, Ю. С. Ларикова, Д. М. Скороходов // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019. – № 4 (101). С. 86–94.
5. **Скороходов, Д. М.** Совершенствование методов и средств контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники / Д. М. Скороходов // Дис. ... кандидата технических наук / РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. , 2017.

ДИАГНОСТИКА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОВСА ПО ИЗМЕРЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ АМИНОКИСЛОТ В СОКЕ ЛИСТЬЕВ

Рахимова Ксения Романовна, студентка 3 курса, СНО кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ksenia.rakhimova@gmail.com

Научный руководитель – Новиков Николай Николаевич, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: tshanovikov@gmail.com

Аннотация. В полевом опыте установлено, что при усилении азотного питания растений овса в соке листьев снижалась концентрация аминокислот, тогда как при дефиците азота их концентрация в соке листьев овса возрастала. В связи с этим полученные результаты могут быть использованы для диагностики азотного питания и оценки обеспеченности растений овса доступными для питания формами азота, а также обоснования необходимости проведения азотных подкормок.

Ключевые слова: растения овса, дозы азота, концентрация аминокислот в соке листьев.

Овес является менее требовательной культурой к почвенному плодородию, чем яровая пшеница и ячмень. Для овса характерен длительный период поступления в растение питательных веществ. Критическими периодами в отношении обеспеченности овса азотом являются начальные периоды роста и развития растений, фазы дифференциации соцветий, образования колосков и созревания зерновок. Недостаток азота в начальные фазы развития растений не может быть компенсирован последующим обильным питанием [1, 2, 5].

Наибольшая интенсивность потребления питательных веществ растениями овса, включая азот, приходится на период от выхода в трубку до молочной спелости зерна. К началу цветения они поглощают около 60 % азота, а в фазе молочной спелости зерна поступление питательных веществ в растения замедляется. Максимальное количество азота в зерне овса накапливается в фазу его молочной спелости, поэтому очень важно с помощью ранней диагностики оценивать обеспеченность растений азотом и прогнозировать проведение азотной подкормки [4, 6].

Целью наших исследований было выяснение связи между концентрацией аминокислот в соке листьев растений и дозой допосевного внесения азота при выращивании овса на дерново-подзолистой почве.

Исследования проводили на экспериментальной базе Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, почва по гранулометрическому составу среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,5 %; pH_{KCl} – 5,4; P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 200 и 130 мг/кг почвы соответственно. Удобрения в виде нитрата аммония, суперфосфата и хлористого калия вносили до посева. Дозы азота, вносимого на фоне $P_{60}K_{60}$, представлены в таблицах. Площадь делянок 1 м², норма высева составила 5,5 млн всхожих семян на 1 га.

Для проведения диагностики азотного питания растений овса, находящихся в фазах образования 2-го стеблевого узла и начала образования метелки, на каждой делянке из 15-ти растений отбирались пробы сока листьев главного побега. В пробу включали второй лист сверху, в котором уже стабилизировались биохимические процессы. Пробы сока листьев 0,1 мл отбирали в 3-кратной повторности и приливали в пробирки, содержащие 5 мл 3 % раствора трихлоруксусной кислоты (ТХУ). В дальнейшем для нейтрализации ТХУ в пробирки приливали по 2 мл 6 % раствора NaOH. Перед спектрофотометрированием 1 мл полученных растворов добавляли 10 мл дистиллированной воды и измеряли оптическую плотность полученной таким образом фотометрируемой пробы при длине волны 280 нм. Отсчет измеренной оптической плотности для оценки концентрации свободных аминокислот в соке листьев умножали на коэффициент пересчета в тирозин, концентрацию которого выражали в мг/мл сока [3].

В ходе исследований было показано, что при отборе проб сока листьев в фазе образования 2-го стеблевого узла наблюдалось снижение концентрации аминокислот в соке листьев овса при увеличении дозы азота до 120 кг/га (таблица 1), далее при дозе N_{150} указанный показатель увеличивался вследствие того что данная доза азота была для овса избыточной и она повышала концентрацию аминокислот в листьях. Минимальная концентрация аминокислот (судя по концентрации тирозина) наблюдалась в варианте N_{120} и составляла 30,3 мг/мл тирозина, последнее свидетельствовало о том, что аминокислоты активно включались в синтез структурных и функционально активных белков.

Таблица 1 – Определение концентрации аминокислот в соке листьев овса (фаза образования 2-го стеблевого узла)

Дозы азота	Среднее значение оптической плотности	Концентрация тирозина в соке листьев, мг/мл
Без азота	0,42	38,5
N_{60}	0,36	33,0
N_{90}	0,35	32,1
N_{120}	0,33	30,3
N_{150}	0,35	32,1

Максимальная концентрация тирозина наблюдалась в варианте без внесения азота и составляла 38,5 мг/мл, что являлось показателем того, что по сравнению с другими вариантами при недостаточном азотном питании растений овса синтез белков происходил менее активно.

Можно предположить, что качество зерна овса в варианте с дозой азота 120 кг/га будет выше, чем в других вариантах. Соответственно, в варианте без внесения азота качество зерна овса будет самым низким по сравнению с другими вариантами.

Таблица 2 – Определение концентрации аминокислот в соке листьев овса (фаза начала образования метелки)

Дозы азота	Среднее значение оптической плотности	Концентрация тирозина в соке, мг/мл
Без азота	0,73	66,9
N ₆₀	0,63	57,7
N ₉₀	0,47	43,1
N ₁₂₀	0,50	45,8
N ₁₅₀	0,39	35,7

При отборе проб сока листьев овса в фазе начала образования метелки наблюдалось постепенное снижение в нем концентрации аминокислот (в пересчете на тирозин) при дозах азота 60, 90, 120 и 150 кг/га. Минимальная концентрация аминокислот наблюдалась в варианте N₁₅₀ и составляла 35,7 мг/мл, что свидетельствовало о том, что аминокислоты активно включались в синтез структурных и функционально активных белков. Максимальное значение указанного показателя наблюдалось в варианте «без азота» и составляло 66,9 мг/мл. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что при низком уровне азотного питания процесс синтеза белков был сильно замедлен или даже приостановлен.

Следует отметить, что на концентрацию аминокислот в соке листьев овса также влияли погодные условия. В III декаде июня, когда отбирались пробы сока листьев, среднесуточная температура была оптимальной, а сумма осадков оказалась во много раз меньше среднегодового показателя (сумма осадков за III декаду 2022 года – 1,9 мм, а среднегодовой показатель осадков – 30 мм). Как известно из литературных источников, недостаток влаги особенно опасен в период выхода растений овса в трубку – выметывания метелки. В этот период засуха замедляет рост растений и, соответственно, в таких условиях приостанавливаются биохимические процессы, что в дальнейшем может отрицательно повлиять на формирование урожая и качества зерна овса.

Таким образом при проведении диагностики азотного питания выяснено, что при усилении азотного питания растений овса в соке листьев снижалась концентрация аминокислот, тогда как при дефиците азота кон-

центрация в соке листьев овса возрастала. В связи с этим полученные результаты могут быть использованы для оценки обеспеченности растений овса азотным питанием и прогнозирования необходимости проведения азотных подкормок.

Библиографический список

1. **Новиков, Н. Н.** Биохимические основы формирования качества продукции растениеводства / Н. Н. Новиков. – М. : Издательство РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. 2014. – 194 с.

2. **Новиков, Н. Н.** Биохимия растений / Н. Н. Новиков. – М. : ЛЕНАНД, 2022. – 680 с.

3. **Новиков, Н. Н.** Новый метод диагностики азотного питания и прогнозирования качества зерна пшеницы / Известия ТСХА / Н. Н. Новиков. – 2017. в. 5. – С. 29–40.

4. **Новиков, Н. Н.** Диагностика азотного питания и прогнозирование качества зерна злаковых культур по концентрации аминокислот в соке листьев / Известия ТСХА / Н. Н. Новиков, А. А. Жарихина, Н. Е. Соловьева. 2021. в. 1. – С. 29–41.

5. **Braziene, Z.** Spring wheat yield and productivity components as affected by nitrogen fertilization and weather conditions // Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ. Akademija, 2007, vol. 94, № 1. – pp. 89–99.

6. **Novikov, N. N.** Protein composition and grain quality of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the level of nitrogen nutrition and phytohormones use in case of cultivation on sod-podzol medium loamy soil / N. N. Novikov, A. A. Zharikhina // Izvestiya TSKhA. – 2013. – special issue. – pp. 142–152.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Романцова Екатерина Вячеславовна, студентка 4 курса института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: akk.dlya.dela@yandex.ru

Научный руководитель – Белошапкина Ольга Олеговна, д.с.-х.н., профессор кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru

Аннотация. *Представлены результаты влияния протравителя ХетТрик, СК (имидаклоприд+ дифеноконазол) и его баковой смеси с Кредо, СК (карбендазим) по сравнению с контролем (без обработки) на развитие коневых гнилей и качество зерна: содержание клейковины, белка, массы 1000 зерен и натурьозимой пшеницы сорта Скипетр, выращиваемой по технологии no-till в Республике Татарстан.*

Ключевые слова: *озимая пшеница, болезни, протравливание, урожайность, качество зерна.*

Обработка семян перед посевом является обязательным агротехническим приемом при выращивании зерновых культур. В условиях нулевой обработки почвы протравливание особенно необходимо, поскольку она не предусматривает такие важные агротехнические приемы как вспашка, лушение стерни, культивация. Это ведет к неизбежному увеличению выживаемости вредителей и накоплению запаса инфекции, которые снижают урожайность и ухудшают качество зерна [2, 3]. Протравливание различными препаратами является не только методом защиты от болезней и вредителей, но и обычно положительно влияет на качество полученного урожая [1].

Целью работы было установление причинно-следственных связей между поражением болезнями (фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями), эффективностью протравителей, урожайностью и качеством зерна озимой пшеницы.

Опыт проводили на демонстрационных участках ООО «Август-Муслюм» в Республике Татарстан на сорте озимой мягкой пшеницы Скипетр. Посев провели 08.09.2021 г., норма высева – 4,5 млн шт./га. Размер опытных делянок был 0,71 га, что позволило учесть изменчивость почвенного плодородия. Варианты опыта: 1) Без протравливания (контроль); 2) Кредо, СК 1 – л/га (карбендазим 500 г/л) + ХетТрик, СК – 1,2 л/га (имидаклоприд 333 г/л + дифеноконазол 67 г/л); 3) ХетТрик, СК – 1,5 л/га (имидаклоприд 333 г/л + дифеноконазол 67 г/л).

Для определения биологической эффективности протравителей против корневых гнилей подсчитывали их распространенность (Р %) и развитие (R, %) в случайных 10 точках, выделенных равномерно по площади делянки, определяли в этих точках составляющие урожайности – густоту стеблестоя и коэффициент кущения по стандартным методикам. Показатели качества зерна определяли в лаборатории в соответствии с ГОСТами: содержание клейковины ГОСТ Р 54478–2011, содержание протеина ГОСТ 10846–91, массы 1000 зерен ГОСТ 10842–89, натура зерна ГОСТ 10840–2017.

Результаты учетов состояния растений, урожайность и показатели качества полученного в разных вариантах зерна представлены в таблице.

Таблица 1 – Влияние протравителей на развитие корневых гнилей, густоту стеблестоя, коэффициент кущения, урожайность и качество зерна озимой пшеницы (сорт Скипетр, демо-участок ООО «Август-Муслюм», 2022)

Вариант	Корневая гниль		Густота стеблестоя шт./м ²	Коэф. кущения	Клейковина %	Протеин %	Масса 1000 зерен г	Натура г/л	Урожайность т/га
	Р %	R, %							
Контроль.	24,7	8,9	374	1,7	16,20	10,76	34,6	685	5,06
Кредо, СК + ХетТрик, СК	1	0,5	484	2,6	16,90	10,37	47,4	741	6,03
ХетТрик, СК	1,3	0,7	465	2,5	16,36	10,87	41,4	729	5,82

Растения, выросшие из необработанных семян (контроль), сильно поражались корневыми гнилями, о чем свидетельствуют пониженные показатели густоты стояния и коэффициент кущения. В вариантах с протравливанием эти показатели были существенно выше, и не сильно варьировали от добавления второго протравителя.

Содержание клейковины было достаточно низким во всех вариантах, и в контроле было лишь незначительно ниже, чем в вариантах с протравливанием. Изучаемый сорт на сортоиспытаниях показывал содержание клейковины – 22,1...30,8 %, а протеина – 12,3...15,6 % [4].

Содержание протеина по вариантам также отличалось несущественно.

Масса 1000 зерен и натура зерна в контроле составили 34,7 г и 685 г/л, в то время как вариантес баковой смесью Кредо, СК + ХетТрик, СК, наиболее урожайном, они равнялись 47,4 г и 741 г/л, соответственно. Хотя генеративные органы закладываются в фазу выхода в трубку, но пораженные в начале вегетации растения, как правило, отстают в росте и не успевают к моменту уборки сформировать колос с крупным полновесным зерном.

Наилучшие показатели качества зерна отметили в варианте с протравливанием баковой смесью протравителей ХетТрик, СК + Кредо, СК. Сочетание препарата ХетТрики Кредо на показатели содержания клейковины и белка не оказало существенного влияния.

При прочих равных условиях масса 1000 зерен и натура зерна в контроле была значительно ниже, и можно сделать вывод о непрямом положительном влиянии протравливания на эти показатели в защищенных, не изреженных посевах.

Урожайность также повысилась после протравливания семенного материала. В контроле она была на 0,97 т/га ниже, чем после использования баковой смеси двух протравителей и на 0,76 т/га ниже, чем при протравливании только ХетТрик, СК. Следует отметить, что даже в контролес непотравленными семенами урожайность была достаточно высокая, что обусловлено дополнительным кущением с активным возобновлением вегетации.

Библиографический список

1. **Белошапкина, О. О.** Защита растений. Фитопатология и энтомология: учебник / О. О. Белошапкина [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс. – 2017. – 477 с.

2. **Торопова, Е. Ю.** Предпосевная подготовка семян яровой пшеницы в условиях ресурсосберегающих технологий / **Е. Ю.Торопова, А. Ф. Захаров** // Защита и карантин растений. – 2017. – № 3, С. 28–32

3. **Temirbekova, S.** A new naked-spelt variety to enhance human immune function. / Temirbekova S., Afanasyeva Y., Begeulov M., Kulikov, I. Sardarova, Beloshapkina O. // J. BiochemicalTechnology (2021) 12 (1): 11–16 ISSN: 0974-2328).

4. Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений (<https://reestr.gossortrf.ru/>, дата обращения 28.10.2022).

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ

Рыбакова Татьяна Юрьевна, студентка 1 курса института агробιοтехнологии, ФБГОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: gnom19.04@mail.ru

Научный руководитель – Чередниченко Михаил Юрьевич, к.б.н, доцент, и. о. заведующего кафедрой ФБГОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: cherednichenko@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Последние десятилетия многие страны оказались на грани экологического кризиса. Из-за многочисленных производств в окружающую среду попадают биологические, химические и физические агенты. К числу основных факторов загрязнения относят тяжелые металлы (ТМ).*

***Ключевые слова:** тяжелые металлы, экология, химические элементы, физиология растений, загрязнения.*

Понятие «тяжелые металлы» (ТМ) было предложено немецким химиком Леопольдом Гмелиным в 1817 году. Он разделил элементы на три группы: металлы, неметаллы и тяжелые металлы. Но из отчета ИЮПАК за 2002 год следует, что термин «тяжелые металлы» неверен, так как список ТМ, согласно разным определениям, будет включать разные элементы.

Поэтому словосочетание «тяжелые металлы» лучше рассматривать с природоохранной точки зрения, а именно их биологическую активность, влияние на живые организмы, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы, распространенность в окружающей среде [3].

Исходя из этого, принято относить к ТМ элементы, имеющие плотность более 5 г/см³ и атомную массу свыше 40, а именно: Pb, Hg, Cd, Bi, Co, Ni, Cu, Sn, Sb, V, Mn, Cr, Mo и As.

Роль ТМ для растений можно разделить на две категории:

- необходимы для жизнедеятельности, но токсичны в больших концентрациях, к ним относят Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn);
- токсичны даже в малых концентрациях (Cd, Hg, Pb, V).

ТМ в жизнедеятельности растений крайне важны.

Железо. Металл выполняет целый ряд функций: участвует в восстановлении NO₃⁻ и фиксации азота клубеньковыми бактериями (входя в состав нитратредуктазы и нитрогеназы); входит в состав соединений, содержащих гем (все цитохромы, каталаза, пероксидаза); принимает участие в функционировании окислительно-восстановительных систем фотосинтеза и дыхания; катализирует начальные этапы синтеза хлорофилла (образова-

ние γ -аминолевулиновой кислоты и протопорфиринов); способствует улучшению роста растений на почвах, бедных фосфором и др. При дефиците железа наблюдаются морфологические изменения пластид, снижается содержание хлорофилла, что обуславливает хлороз листьев, замедляется интенсивность фотосинтеза и дыхания, сокращается стадия плодоношения, уменьшается продуктивность растений.

Медь. Участвует в ферментативно-восстановительных реакциях, способствует образованию хлорофилла, влияет на азотный обмен, входя в состав нитритредуктазы и редуктаз оксида азота, усиливает процесс связывания молекул азота. Медь функционирует в цитохромоксидазном комплексе дыхательной цепи митохондрий. Она также способствует поступлению в организм марганца, цинка и бора, повышает засухо-, морозо- и жароустойчивость, принимает активное участие в защите против болезнетворных микроорганизмов. Недостаток меди вызывает задержку роста растений и их цветения, приводит к потере тургора листьев.

Цинк. В растениях цинк находится в двухвалентной форме в виде свободного иона Zn^{2+} или в составе комплексов с органическими соединениями. Цинк играет важную роль в азотном, углеродном и фосфорном обменах, способствует синтезу нуклеиновых кислот и белка. Входит в состав более 200 ферментов (щелочной фосфатазы, алкоголь- и лактатдегидрогеназы и др.). Активирует карбоангидразу, катализирующую реакцию дегидратации в процессе фотосинтеза. Цинк играет важную роль в синтезе индолил-3-уксусной кислоты (ИУК), что связано с его участием в образовании аминокислоты триптофана. Подкормка цинком способствует увеличению содержания ауксинов в тканях и активирует рост клеток.

Молибден. Является кофактором ряда ферментов, например, нитратредуктазы и нитрогеназы, и таким образом принимает участие в восстановлении нитратов. Основные биохимические функции молибдена связаны с его способностью изменять свою валентность и участвовать в реакциях комплексообразования. Кроме того, он оказывает влияние на уровень накопления аскорбиновой кислоты. Недостаток молибдена отражается на метаболизме азота и, соответственно, росте растений, а также приводит к деформации листьев.

Кобальт. У растений из семейства *Fabaceae* (бобовые) металл стимулирует размножение клубеньковых бактерий. Кобальт усиливает биосинтез белка, регулирует ростовые процессы, снимает тормозящее действие ауксина на клеточное деление и ингибирует биосинтез этилена. Кроме того, кобальт входит в состав витамина B_{12} и повышает иммунитет к некоторым заболеваниям, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, способствует повышению содержания пигментов в листьях, что связано с возрастанием объема пластидного аппарата за счет репликации и роста органелл. Наряду с магнием и марганцем кобальт активирует фермент гликолиза фосфоглюкомутазу.

Марганец. В растительных клетках участвует в системе выделения кислорода при фотосинтезе. Марганец входит в состав кислородовыделяющего комплекса фотосистемы II (ФСII), а также присутствует в молекуле фермента супероксиддисмутазы, участвующей, наряду с другими ферментами, в защите растения от активных форм кислорода. Кроме того, этот металл является активатором более 35 ферментов в клетке, в частности, малат- и изоцитратдегидрогеназы, участвующих в цикле Кребса. Наиболее важные функции марганца в растениях связаны со стимуляцией ферментов углеводного обмена, увеличением оттока сахаров в корень, усилением интенсивности дыхания и окисления углеводов. Помимо этого, марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды, играет важную роль в механизме действия ИУК на рост клеток, повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию [2].

ТМ, которые относятся ко 2-й категории, а также повышенная концентрация ТМ, относящихся к 1-й категории, подавляют процесс фотосинтеза, снижают урожайность и качество растениеводческой продукции, нарушают активность ферментов, нарушают метаболизм и рост, могут привести к гибели всего растения [1].

Библиографический список

1. **Андреева, И. В.** Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами / И. В. Андреева, Р. Ф. Байбеков, М. В. Злобина // Природообустройство. – 2009. – № 5. – С. 5–11.

2. **Титов, А. Ф.** Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие/ А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. М. Казнина // Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2011. – 77 с.

3. **Узаков, З. З.** Тяжелые металлы и их влияние на растения / З.З. Узаков // Международный научный журнал «Символ науки». – 2018. – № 1-2. – С. 52–53.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСТРЫ КОНОПЛИ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ НА ОСНОВЕ КОНСКОГО КОНЦЕНТРАТА

*Рыбкин Илья Дмитриевич, студент 3 курса института агrobiотехнологий
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: 9165591054@list.ru*

*Научный руководитель – Григорьева Марина Викторовна, к.п.н., доцент
кафедры химии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: m.grigorieva@rgau-msha.ru*

Аннотация. На основе технического сырья, называемого кострой конопли, и микробной культуры, выделенной из концентрата конского навоза был получен компост, обладающий свойствами как почвенного структу-рообразователя, так и субстрата, способного к биоремедиации. С целью оценки агрономически ценных параметров полученного продукта, были проведены анализы на структурообразовательный потенциал и степень деструкции отдельно взятых компонентов.

Ключевые слова: микробиологическая деструкция, компонентный состав, костра конопли, оптимальный диапазон температур, анаэробное окисление.

В качестве основополагающего компонента субстрата была выбрана костра конопли, как один из побочных продуктов, получаемых при производстве конопляного волокна [1]. Основными причинами ее выбора стала необходимость ее реализации и утилизации, а также ее ценные агрофизические свойства, такие как гигроскопичность, структурообразующие способности и высокая степень насыщенности углеродистыми соединениями. Для улучшения вышеприведенных свойств, возникла необходимость довести костру конопли до мелкодисперсного состояния [2]. Чтобы провести эту операцию, использовались методы механической и химической деструкции растительного сырья. Для измельчения костры конопли использовалась мельница лабораторная МЛРП-1, предназначенная для размолва растительных проб и твердых материалов влажностью не более 10 %. Для дальнейшей гомогенизации композитных частиц и последующего изготовления средоулучшающего компоста были взяты компоненты, приведенные в таблице ниже.

**Таблица 1 – Основные компоненты компоста
и их относительное содержание**

Компоненты компоста	Масса каждого компонента, г	Процентное содержание от общей массы, %
Костра конопли, размер частиц 2...5 мм	30	3,1380
Конский концентрат, гранулы	26	2,7196
Вода дистиллированная	200 (величина одной порции)	20,9205
Торф средний	400	41,8410
Свежескошенная трава (овсяно-мятликовая смесь)	300	31,3807
Общее	956	100

После проведения предварительного измельчения костры конопли, полученную массу смешали со свежескошенной травой, представленной в виде овсяно-мятликовой смеси и средним слабокислым торфом. Далее в смесь добавили гранулы конского концентрата, а затем после перемешивания массы до однородной консистенции, добавили порцию дистиллированной воды в количестве 200 мл. Полученный субстрат был помещен в термостат при температуре 25 градусов, и компостировался 30 дней. Через каждые семь дней, в компост добавлялась порция дистиллированной воды и затем смесь перемешивалась.

Особо важной характеристикой в применении компостов и любых компонентов, подвергающихся включению в почвенный профиль, является степень деструкции отдельно взятых компонентов, наполняющих смесь [3]. Это играет огромную роль по причине того, что их величина и структурные параметры определяют агрофизические свойства почвы, в том месте, где они были применены [4]. Вследствие этого, необходимо сравнить, насколько сильно разложились каждый из составляющих компонентов по сравнению с первоначальным состоянием. Стоит заметить, что некоторые из них уже могут быть не определены из-за полного разложения, а другие только в виде включений.

**Таблица 2 – Диаметр частиц компонентов смеси
до и после компостирования**

Компонент смеси	Средний диаметр отдельно взятых агрегатов при внесении в смесь, мм	Средний диаметр отдельно взятых агрегатов после получения компоста, мм
Костра конопли	5	1
Средний торф	9,5	3
Травяная смесь	1	0,5
Конский концентрат	10 (гранулы)	полная деструкция

Оценка компоста на структуро-образовательный потенциал. Эта характеристика важна по причине использования компостов в качестве биоремедиантов-субстратов, по улучшению почвенно-экологических условий. Зачастую, многие почвы, содержащие высокую долю в гранулометрическом составе песчаной фракции, подвержены эрозии. Ее предотвращение определяется наличием в почве водопрочных агрегатов, чем их больше, тем выше эрозионная стойкость почв [5]. На величину этого потенциала был проведен анализ по образованию водопрочных агрегатов почвой до и после добавления полученного компоста. В результате были получены средние значения, что общая масса водопрочных агрегатов в 100 г почвы до добавления компоста составила 10,6 г а после его добавления (100 г компоста) составила 19,2 г.

На основе полученного компоста можно подтвердить, что он обладает как высокой степенью структуро-образовательного потенциала, так и наличием мелкодисперсных частиц, что говорит о возможности его применения в сельском хозяйстве как в качестве субстрата для биоремедиации, так и компоста по улучшению почвенно-экологических условий.

Библиографический список

1. **Лумисте, Е. Г.** Установка для приготовления компоста // Е. Г. Лумисте, Т. В. Панова, М. В. Панов / Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №. 5. – С. 43–49.

2. **Ганин, Г. Н.** Способ приготовления компоста из осадка сточных вод с применением фототрофных бактерий / Г. Н. Ганин, О. А. Кириенко – 2013.

3. **Белюченко, И. С.** Агрегатный состав сложных компостов / Белюченко И. С. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №. 93. – С. 812–830.

4. **Рыбкин, И. Д.** Условия рационального использования химических средств защиты растений и минеральных удобрений в органическом сельском хозяйстве / И. Д. Рыбкин, М. В. Григорьева // Аграрный вестник Черноземья. – 2022. – № 2 (6). С. 22–31.

5. **Белопухов, С. Л.** Химические и физико-химические показатели защитно-стимулирующих комплексов / С. Л. Белопухов, В. И. Трухачев, И. И. Дмитревская, Р. Ф. Байбеков, И. И. Серегина, А. В. Жевнеров, М. В. Григорьева, О. А. Жарких, О. В. Елисеева, Л. М. Поддымкина, Ф. И. Зайцев. Свидетельство о регистрации базы данных 2022621224, 27.05.2022. Заявка № 2022621117 от 20.05.2022.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОСТА
НА ОСНОВЕ ТРЕСТЫ КОНОПЛЯНОГО СЫРЬЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОДЕСТРУКТОРА
TRICHODERMA VIRIDE**

Рыбкин Илья Дмитриевич, студент 3 курса института агrobiотехнологии
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: 9165591054@list.ru

Карачанский Юрий Артемович, студент 3 курса института
агrobiотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: yurij.karachanskij@mail.ru

Научный руководитель – Григорьева Марина Викторовна, к.п.н., доцент
кафедры химии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: m.grigorieva@rgau-msha.ru

***Аннотация.** С использованием предшествующего опыта в разработке компостов на основе костры конопли, разработана и реализована технология использования конопляной тресты для приготовления компостов с использованием эффективного биодеструктора, называемого *Trichoderma viride*. Этот биологический объект способен проводить деструкцию целлюлозосодержащего растительного сырья за счет выделения специфических метаболитов, что является важнейшим эффектом в получении данного компоста. На основе полученного продукта была проведена оценка качества оструктуренности по гранулометрическому составу и наличию водопрочных агрегатов.*

***Ключевые слова:** облигатные аэробные деструкторы, условия влажности и температуры, компонентный состав, степень разложения, треста конопли.*

Методика проведения компостирования растительного сырья с использованием таких облигатных анаэробов как *Trichoderma viride*, подразумевает под собой создание аэробных условий, причем регуляция которых может быть осуществима с помощью перемешивания субстрата [1]. Для этого, костру конопли, предварительно измельчили до достаточно мелкой фракции – 2...5 мм. Измельчение растительного сырья до мелкого размера способствует большему образованию пористости в производимом субстрате, а значит и снабжения биодеструктора кислородом. После предварительного измельчения, к костре конопли была добавлена травяная смесь представленная такими растениями как *Мятлик Луговой (Poa pratensis)* и *Осока Гладконосая (Carex leiorhyncha)*. Затем был также добав-

лен средний торф и сама триходерма в дозировке 2,5 г. Предварительно Триходерма была растворена в дистиллированной воде. После смешивания всех компонентов, компост был поставлен в термостат при температуре 20 градусов на 30 дней [2]. С периодичностью в пять дней, компост перемешивали путем высыпания в свободную емкость, после чего добавлялась новая порция воды – 250 мл. Содержание всех компонентов в компосте приведено в таблице 1.

Таблица – Содержание компонентов компоста

Компонент компоста	Содержание каждого компонента по массе, г	Процентное содержание каждого компонента, %
Костра конопли, степень измельчения частиц 2...5 мм	30	4,0955
Торф средний	200	27,3037
Свежескошенная трава (мятлик и осока)	250	34,1296
Вода дистиллированная	250 (1 порция)	34,1296
Триходерма, преп.	2,5	0,3413
Общее	732,5	100

Оценка качества компоста по гранулометрическому составу. Важнейшей характеристикой в оценке компостов является гранулометрический состав [3, 4]. Определение этого параметра нужно вследствие его высокого влияния на образование структуры почвы, в месте внесения компоста. Наличие отдельно взятых фракций субстрата обуславливает определенные агрофизические характеристики почвы: связность, липкость, сыпучесть, водопроницаемость и другие. Смесь была просеяна через сита разных диаметров, в результате чего были получены разные фракции, каждой из которых была измерена масса. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица гранулометрического состава компоста

Номер фракции, №	Диаметр фракции, мм	Масса полученной фракции, г	Процентное содержание каждой фракции по массе, %
1	>5	120,0	19,0476
2	5...2	180,0	28,5714
3	2...0,4	86,5	13,7301
4	0,4...0,355	19,5	3,0952
5	0,355...0,315	60,0	9,5238
6	0,315...0,25	52,0	8,2539
7	<0,25	112,0	17,7778

В результате проведенной оценки полученного компоста с использованием препарата Триходерма, было выявлено, что содержание такой

фракции как $< 0,25$ соответствует 17,7778 % от общей массы содержимого что говорит о приближенных значениях полученного субстрата к среднестатистическим показателям гранулометрического состава в почвах. Это является обоснованием для того, чтобы сделать заключение о высоком сродстве полученного субстрата к почвам [5], что дает основание предполагать высокую рентабельность его применения.

Библиографический список

1. **Белюченко, И. С.** Агрегатный состав сложных компостов // Поли тематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета / И. С. Белюченко. – 2013. – № 93 – С. 812–830.

2. **Гукалов, В. В.** Применение органоминеральных компостов с заданными свойствами для оптимизации параметров почв и повышения урожая сельскохозяйственных культур / Гукалов В. В. и др. // Плодородие. – 2015. – № 3 (84). – С. 16–18.

3. **Теучеж, А. А.** Способы приготовления различных компостов / Теучеж А. А. // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности. – 2018. – С. 239–243.

4. **Рыбкин, И. Д.** Условия рационального использования химических средств защиты растений и минеральных удобрений в органическом сельском хозяйстве / Рыбкин И. Д., Григорьева М. В. // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2022. – № 2 (6). С. 22–31.

5. **Белопухов, С. Л.** Химические и физико-химические показатели защитно-стимулирующих комплексов / С. Л. Белопухов, В. И. Трухачев, И. И. Дмитриевская, Р. Ф. Байбеков, И. И. Серегина, А. В. Жевнеров, М. В. Григорьева, О. А. Жарких, О. В. Елисеева, Л. М. Поддымкина, Ф.И. Зайцев Свидетельство о регистрации базы данных 2022621224, 27.05.2022. Заявка № 2022621117 от 20.05.2022.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РИЗОРСФЕРЫ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Рычалина Алена Витальевна, студент 4 курса факультета агротехнологий, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: Alrychalina@yandex.ru

Научный руководитель – Гамзаева Рафина Саидметовна, к.б.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: R.gamzaeva@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрено влияние бактериальных препаратов на основе ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на общую биологическую активность дерново-подзолистой почвы на фоне применения бактериальных препаратов. Отмечено положительное влияние бактериальных препаратов на изученный показатель. Максимальная активность разложения полотна отмечена в варианте с применением флавобактерин и составила 79 %.

Ключевые слова: ячмень яровой, бактериальные препараты, метод аппликаций, биологическая активность.

Ячмень является важной сельскохозяйственной культурой, которая находит широкое применение в пищевой, комбикормовой и пивоваренной промышленности. Поэтому важной задачей является увеличение производства зерна ячменя [1–3].

Однако, частое применение интенсивных технологий возделывания в сельском хозяйстве приводит к ряду негативных воздействий как на почвенный покров, так и на экологическое состояние водных экосистем. Так, например, азот не способен полностью использоваться растением, и избыток данного элемента, подвергаясь трансформации, переходит в более подвижную нитратную форму. Фосфорные удобрения подвергаются быстрой ретроградации, что затрудняет фосфорное питание растений. А калийные удобрения содержат много балластных элементов (Cl, Na), которые могут накапливаться в почве, снижая ее плодородие. Таким образом на сегодняшний день важно применение новых экологически безопасных технологий, которые также будут способствовать улучшению плодородия почвы.

Одним из способов реализации подобного подхода является использование микробных инокулянтов. Микробные препараты позволяют повысить продуктивность сельскохозяйственных культур и устойчивость растений к стрессовым условиям. Из литературных источников известно, что бактериальные удобрения в сочетании с минеральными удобрениями вли-

яют на физиолого-биохимические показатели формирования продуктивности ячменя [1–3].

Целью данной работы являлось исследование особенностей влияния микробиологических препаратов на общую биологическую активность дерново-подзолистой почвы при выращивании ярового ячменя.

Для ее достижения нами была поставлена задача изучить общую биологическую активность почвы методом аппликаций на фоне применения бактериальных препаратов.

Методы исследований. Исследования по изучению влияния биопрепаратов на общую биологическую активность дерново-подзолистой почвы при выращивании растений ячменя проводились в 2019 году на малом опытном поле СПбГАУ. Для этого использовали сосуды (емкость 5 кг), аналогичные сосудам Кирсанова. Инокуляция семян проводилась бактериальными препаратами непосредственно перед высевом. В сосуд высевали по 15 зерновок ярового ячменя сорта Белогорский из коллекции ВИР.

В сосуды вносили минеральные удобрения из расчета на сосуд: калий хлористый (KCl) – 1 г и суперфосфат двойной ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$) – 1,2 г, аммиачная селитра (NH_4NO_3) – 1,2 г/сосуд.

Схема опыта:

1. Контроль (чистая почва);
2. НРК – Фон;
3. Фон + Флавобактерин;
4. Фон + 2П-7;
5. Фон + 17-1.

Характеристика используемых биопрепаратов. Флавобактерин создан на основе штамма, относящегося к роду *Flavobacterium sp.* (штамм 30). Штамм ассоциативных ризобактерий *Pseudomonas sp.* 2П – 7 повышает продуктивность растений. Штамм 17–1 – препарат на основе бактерий *Pseudomonas sp.*, использует минеральные и органические источники азота, обладает высокой активностью по отношению к фитопатогенным грибам;

Общую биологическую активность определяли по методу Мишустина, Вострова, Петровой (по интенсивности разложения льняного полотна [4]).

Результаты исследования. Целлюлоза довольно устойчива к влиянию физико-химических факторов, она легко подвергается разложению микроорганизмами с выделением углерода, который участвует в создании почвенного плодородия. Микроорганизмы, разлагающие целлюлозу, чаще всего, обладают высокой специфичностью. В кислых почвах, главным образом, в разложении участвуют грибы, и в меньшей степени – актиномицеты, а на нейтральных почвах – актиномицеты и бактерии. Особенностью целлюлозоразлагающих микроорганизмов является их высокая требовательность к источникам азотного питания. Микроорганизмы почв, разрушающие целлюлозу, являются поставщиками органических веществ для разнообразных групп микроорганизмов (в том числе азотфиксирующих),

связанных общей пищевой цепью [1–4]. Поскольку активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов зависит также от наличия в почве доступного фосфора и других элементов, то степень распада клетчатки, можно считать, отражает направленность хода микробиологических процессов в целом.

Анализ полученных данных показал, что интенсивность разрушения целлюлозы зависела от вида используемого бактериального препарата. Максимальная активность разложения полотна отмечена в варианте с применением флавобактерин и составила 79 % (рисунок 1), но стоит отметить, что препарат 2П – 7 показал сопоставимые результаты – 77 %.

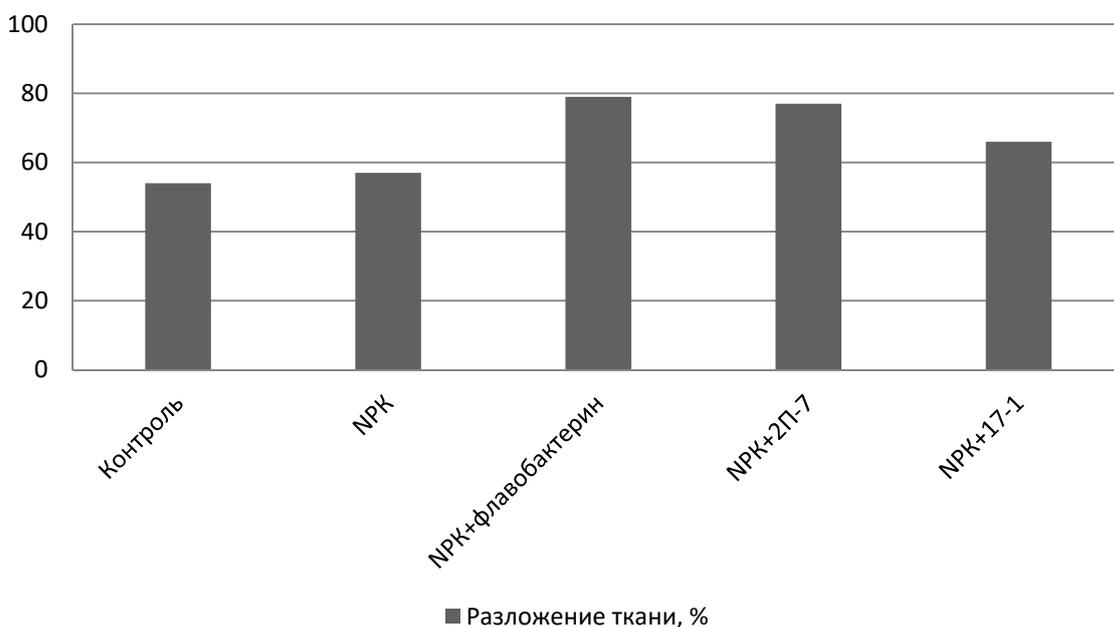


Рисунок 1 – Изменение целлюлозоразлагающей активности дерново-подзолистой почвы (%) в зависимости от применения бактериальных препаратов при выращивании растений ячменя

Выводы: Внесение бактериальных удобрений увеличивает биогенность дерново-подзолистой почвы. Была выявлена корреляция биологической активности от вида применяемого биопрепарата. Наиболее эффективно проявил себя биопрепарат флавобактерин.

Библиографический список

1. **Гамзаева, Р. С.** Влияние регуляторов роста на физиолого-биохимические показатели и продуктивность ярового ячменя / Р. С. Гамзаева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 46. – С. 75–79.

2. **Гамзаева, Р. С.** Влияние биопрепаратов Флавобактерин и Мизорин на физиолого-биохимические показатели различных сортов ячменя / Р. С. Гамзаева // Известия Санкт-Петербургского Государственного аграрного университета. – 2015. – № 40. – С. 38–41.

3. **Цымлякова, С. В.** Оценка эффективности применения биопрепаратов флавобактерин и мизорин на продуктивность ячменя / С. В. Цымлякова, Р. С. Гамзаева, М. В. Байков // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – 2014. – С. 115–117.

4. **Звягинцев, Д. Г.** Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев. – М. : МГУ, 1991. – С. 244–303.

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА МИКРОБИОТУ РИЗОСФЕРЫ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Рычалина Алена Витальевна, студент 4 курса факультета агротехнологий, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: Alrychalina@yandex.ru
Илюшин Данила Вадимович, студент 4 курса факультета агротехнологий, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: Denikloy2000@mail.ru
Научный руководитель – Гамзаева Рафина Саидметовна, к.б.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО СПбГАУ, e-mail: R.gamzaeva@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрено влияние бактериальных препаратов на основе diaзотрофных микроорганизмов на общее количество микроорганизмов в ризосфере ярового ячменя в онтогенезе. Отмечено их положительное влияние на общее количество микроорганизмов.*

***Ключевые слова:** яровой ячмень, ризосфера, общая численность микроорганизмов, биологические препараты.*

Первоочередной задачей сельского хозяйства является повышение урожайности зерновых культур, которое должно быть обеспечено значительным повышением плодородия почв, основанным на разработке рациональных систем земледелия. Последние должны быть энергосберегающими, экологически безопасными как в отношении сельскохозяйственной продукции, так и окружающей среды [1, 2].

В настоящее время имеющийся дефицит азота в большинстве почв страны покрывается внесением минеральных азотных удобрений, органических удобрений и биологической фиксацией молекулярного азота микроорганизмами, находящимися как в симбиозе с высшими растениями, так и свободно живущими в почве. Биологический азот, поставляемый микроорганизмами, повышает продуктивность почв. Именно поэтому особенно актуальны исследования по трансформации микроорганизмами азота почвы. Фиксируемый микроорганизмами азот атмосферы составляет более половины от общего количества этого элемента, поступающего в почву.

В связи с этим в настоящее время необходим поиск путей улучшения условий корневого питания и повышения урожайности зерновых культур в том числе и ярового ячменя.

Целью данной работы являлось исследование особенностей влияния бактериальных препаратов на микробиоту ризосферы ячменя.

Для ее достижения нами были поставлена задача определить общее число микроорганизмов при инокуляции разными штаммами азотфиксирующих микроорганизмов.

Методы исследований. Исследования по изучению влияния биопрепаратов на общую биологическую активность дерново-подзолистой почвы при выращивании растений ячменя проводились в 2021 году на малом опытном поле СПбГАУ. Для этого использовали сосуды (емкость 5 кг), аналогичные сосудам Кирсанова. Инокуляция семян проводилась бактериальными препаратами непосредственно перед высевом. В сосуд высеивали по 15 зерновок ярового ячменя сорта Белогорский из коллекции ВИР.

В сосуды вносили минеральные удобрения из расчета на сосуд: калий хлористый (KCl) – 1 г и суперфосфат двойной ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$) – 1,2 г, аммиачная селитра (NH_4NO_3) – 1,2 г/сосуд [3].

Схема опыта:

1. Контроль (чистая почва);
2. NPK – Фон;
3. Фон + Флавобактерин;
4. Фон + 2П-7;
5. Фон + 17-1.

Общую численность микроорганизмов определяли чашечным методом по Коху. В качестве питательной среды был использован МПА [4]. Почвенные образцы отбирались в три срока.

Результаты исследования. Микробиологические исследования показали, что внесение минеральных удобрений в сочетании с бактериальными препаратами увеличивает биогенность почвы (таблица 1).

Бактериальный препарат флавобактерин оказал положительное влияние на общее количество микроорганизмов в течение вегетации (в частности, в фазах кущения и полной спелости), но стоит отметить, что в период колошения наибольшая численность отмечена в варианте NPK. При анализе выросших колоний на МПА было выявлено, что во всех вариантах опыта, за исключением контрольного, наблюдалось значительное количество колоний микроорганизмов, использующих не только азот органический, но и минеральный (*Bacillus megaterium*, *B. mesentericus*, *B. subtilis*), что говорит об интенсивно протекающих мобилизационных процессах [2].

Таблица 1 – Влияние бактериальных препаратов на общее количество микроорганизмов

Варианты опыта	Общее количество микроорганизмов, тыс. КОЕ на 1 г почвы		
	Фаза кущения	Фаза колошения	Фаза полной спелости
Контроль	55	68	298
NPK-фон	49	145	648
Фон+флавобактерин	96	142	728
Фон+2П-7	71	88	520
Фон+17-1	67	82	540
НСР _{0,5}	4	7	61

А в контрольном варианте были идентифицированы бактерии, для которых необходим органический азот (*B. mycooides*), что свидетельствует о слабо протекающих процессах минерализации [2, 3].

Выводы: внесение бактериальных препаратов увеличивает общее количество микроорганизмов. Была выявлена зависимость численности общего числа микроорганизмов от вида применяемого биопрепарата и фазы онтогенеза растения ячменя.

Библиографический список

1. **Гамзаева, Р. С.** Влияние регуляторов роста на физиолого-биохимические показатели и продуктивность ярового ячменя / Р. С. Гамзаева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета – 2017. – № 46. – С. 75–79.

2. **Цымлякова, С. В.** Оценка эффективности применения биопрепаратов флавобактерин и мизорин на продуктивность ячменя / С. В. Цымлякова, Р. С. Гамзаева, М. В. Байков // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – 2014. – С. 115–117.

3. **Гамзаева, Р. С.** Структурная изменчивость апексов ячменя в онтогенезе: Автореф. дис. ... кандидата биологических наук / Гамзаева Р. С. Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова. Санкт-Петербург, – 1999.

4. **Теппер, Е. З.** Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева // Учебное пособие для вузов. – М. : Дрофа, 2004. – 256 с.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ ИНУЛИНА В ИНУЛИНСОДЕРЖАЩИХ РАСТЕНИЯХ

Саввина Наталья Алексеевна, студентка 1 курса института агробιο-технологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: savnat04@gmail.com

Гончарова Мария Александровна, студентка 1 курса института агробιο-технологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: gon.mary.sweet@gmail.com

Научный руководитель – Сумин Антон Вадимович, ассистент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: sumin.anton1997@gmail.com

Аннотация. В данной обзорной статье рассматривается влияние минерального питания и регуляторов роста на накопление инулина у растений топинамбура (*Helianthus tuberosus* L), батата (*Ipomoea batatas* L) и цикория (*Cichorium intybus* L).

Ключевые слова: инулин, инулинсодержащие растения, минеральное питание, топинамбур, батат, цикорий.

Инулин – биополимер D-фруктозы ($C_{6n}H_{10n+2}O_{5n+10}$), распространенный в качестве запасного вещества у растений. Одним из важных свойств инулина является его устойчивость к расщеплению в пищеварительном тракте человека. Это определяет его использование в качестве пребиотика, обеспечивающего рост полезной микрофлоры кишечника. Также инулин не влияет на уровень сахара в крови, что позволяет включать его в диеты людей, страдающих сахарным диабетом [1].

Источниками инулина являются такие растения как цикорий (12...30 % на сырую массу), топинамбур (22 % на сырую массу), батат (7 % на сырую массу), одуванчик (16 % на сырую массу), девясил (37...39 % на сырую массу) и другие [1].

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L) – многолетнее травянистое растение семейства Сложноцветные, также известное под названием «земляная груша». Содержание сухих веществ в топинамбуре достигает 20 %, из которых 80 % составляет инулин [3].

На увеличение содержания инулина в клубнях топинамбура могут влиять как минеральные удобрения, так и регуляторы роста. Так, согласно источникам, обработка препаратом Энергия-М (триэтаноламмониевая соль ортокрезоксиуксусной кислоты, 1-хлорметилсилатран) на фоне $N_{120}P_{60}K_{150}$ увеличивает содержание инулина в клубнях топинамбура до

47 %. Также было показано повышение содержания инулина при применении гуминовых удобрений на фоне $N_{120}P_{60}K_{150}$, что составило 20 %, при 17,1 % на контроле [3].

Батат (*Ipomoea batatas L*) – многолетнее травянистое растение семейства Вьюнковые, также известное как «сладкий картофель».

Согласно проанализированным исследованиям, содержание инулина в клубнях данного растения зависит в том числе от содержания микроэлементов в минеральном питании.

В работе Ардисламова Н. А. (и др.) было изучено влияние минерального питания на накопление инулина в сорте батата «Победа». Использовались удобрения следующих составов: $N_{100}P_{60}K_{100}$, $N_{200}P_{60}K_{200}$, $N_{100}P_{60}K_{100}Zn_2$, $N_{100}P_{60}K_{100}Cu_{0.5}$, $N_{100}P_{60}K_{100}Zn_2Cu_{0.5}$, $N_{200}P_{60}K_{200}Zn_2Cu_{0.5}$. Было установлено, что оптимальным является удобрение состава $N_{100}P_{60}K_{100}Zn_2Cu_{0.5}$. В сравнении с контролем (9,6 %) содержание инулина в клубнях повысилось на 7,2 % и составило 16,8 % от сухой массы. Следует отметить, что при использовании остальных вариантов внесения содержание инулина изменялось незначительно [4].

Цикорий (*Cichorium intybusL*) – многолетнее травянистое растение семейства Сложноцветные, является одним из наиболее богатых источников инулина. В 2001–2005 годах на базе Ярославской государственной сельскохозяйственной академии было проведено исследование, в ходе которого удалось выяснить, как различия в составе вносимых в почву удобрений повлияют на содержание сахаров в цикории. Были использованы различные варианты внесения удобрений: $N_{60}P_{40}K_{70}$, $N_{120}P_{75}K_{135}$, навоз+ $N_{60}P_{40}K_{70}$.

Авторы отмечают увеличение количества зрелых, здоровых корнеплодов в варианте $N_{120}P_{75}K_{135}$ (с 54 % от общего числа корнеплодов до 70 %), в то же время имеет место уменьшение содержания сухого вещества в целом. При сравнении вариантов навоз+ $N_{60}P_{40}K_{70}$ и $N_{60}P_{40}K_{70}$ существенных различий выявлено не было, что позволяет сделать вывод о незначительном влиянии органических удобрений на накопление сахаров [2].

Состав вносимых удобрений так же позволяет снизить содержание инулина в растениях. В исследовании, посвященном изучению влияния минерального питания на содержание инулина в батате при внесении удобрения $N_{200}P_{60}K_{200}+Cu_{0.5}$ наблюдалось снижение количества инулина на 0.2% [4]. В исследовании, посвященном цикорию, при внесении удобрения $N_{120}P_{75}K_{135}$ общее количество сахаров снизилось на 0,5 % [2].

Исходя из проанализированных данных, можно сделать вывод о том, что оптимизация минерального питания инулинсодержащих растений позволяет добиться довольно существенного увеличения выхода инулина. Следует отметить уникальность баланса применяемых минеральных веществ и регуляторов роста для каждого вида и сорта.

Изучение влияния минерального питания инулинсодержащих растений актуально как для регуляции содержания инулина возделываемых культурах, так и для дальнейшего подбора состава питательных след для культивирования растений *in vitro*.

Библиографический список

1. **Сербаева, Э. Р.** Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение / Э. Р. Сербаева, А. Б. Якупова, Ю. Р. Магасумова [и др.] // Биомика. – 2020. – № 1. – С. 57–79.
2. **Иванова, С. С.** Влияние предшественников и удобрений на урожайность и качество цикория корневого / С. С. Иванова // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 37–38.
3. **Туркина, О. С.** Действие регуляторов роста и гуминовых удобрений при некорневой обработке топинамбура / О. С. Туркина, В. Н. Петриченко, М. Ю. Стукалов // Агрехимический вестник. – 2013. – № 5 – С. 22–23.
4. **Ардисламов, Н. А.** Влияние минеральных и микроудобрений на урожай и качество двух сортов батата (*Ipomeabatatas, L.*) / Н. А. Ардисламов, В. А. Романенков, Т. Н. Большева // «Плодородие почв и эффективное применение удобрений» : материалы международной научно-практической конференции. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2021. – С. 7–12.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ БИОЦЕНОЗАХ

Сажко Артемий Романович, студент 2 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Ars-master1@yandex.ru

Научный руководитель – Киракосян Рима Нориковна, к.б.н, доцент, доцент кафедры биотехнологий ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: mia41291@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблема загрязнения почв, в том числе и тяжелыми металлами, механизмы накопления токсичных веществ в растениях, место их наибольшего скопления в растении, механизмы фиторемедиации биологических биоценозов, а так же предложены методы ее использования.

Ключевые слова: фиторемедиация, тяжелые металлы, растения, растения – сверхнакопители, фитостабилизация, ризофльтрация.

В наш век интенсивной урбанизации как никогда актуальной становится проблема загрязнения почв, в частности, ионами тяжелых металлов (далее – ТМ), которые попадают в воздух или воду, а затем и в землю из-за деятельности предприятий по обогащению и выплавке ТМ, из выхлопных газов, сточных вод. Общее количество загрязненных ими участков в Европе составляет до 52 млн га или 16 % суши [2]. Одним из способов повлиять на предотвращение загрязнения ионами ТМ является использование фиторемедиации.

Итак, тяжелые металлы это те металлы, плотность которых не менее 5 г/см³ и атомной массой не менее 40. В эту группу входят свинец, кадмий, медь, никель и т.д. В основном ТМ поступают из почвы через корневую систему, но так же и через надземную часть растения, где они связываются слизью. Способность слизи связывать ТМ зависит от катиона и уменьшается от свинца к цинку



Зачастую свинец и кадмий локализуются в клеточных стенках, свинец более всего связывается с клеточной стенкой. Чрезвычайно большое содержание ТМ негативно сказывается на растении, основной эффект заключается в уменьшении растяжимости клеточных стенок, что уменьшает линейные размеры частей растения, биомассу, кроме того, высокое содержание ионов ТМ в растениях приводит и к более серьезным нарушениям, таким как сбой водного режима, уменьшения интенсивности фотосинтеза,

а также нарушению минерального питания растения. Для сродства ТМ с полигалактуроновой кислотой так же справедлива схема $Pb^{2+} > Cd^{2+} > Zn^{2+}$ [1]. В связи с чем свинец, кадмий практически не могут пройти барьер в виде клеточной стенки. Внутри клетки большая часть ионов ТМ локализуется в цитоплазме, менее в аппарате Гольджи и ЭПР и еще реже в ядре и полуавтономных органеллах.

По растению ионы кадмия и свинца передвигаются по апопласту от ризодермы к эндодерме, однако пояски Каспари затормаживают их передвижение [1]. Кроме эндодермальных способов защиты передвижение ТМ тормозят особенности структуры и состава клетки, что замедляло транспорт ионов ТМ по апопласту. Если рассмотреть последовательность уменьшения содержания ТМ в частях растения, то получим схему корня > листья > стебли > соцветия > семена [1]. Перенос ТМ по растению осуществляется особыми белками – переносчиками. К наиболее изученным семействам относят ZIP, ABC, OPT и АТФ-азы подсемейств CDF, NRAMP, CTR, CDX [3].

Однако, со временем, люди обнаружили природные сверхнакопители тяжелых металлов, среди которых есть и полевые культуры, например, фасоль и подсолнечник, чаще всего такие растения растут на обогащенных тяжелыми металлами почвах, в неблагоприятных для большинства растений условиях. Такие растения накапливают ТМ в побегах и корнях. Легче всего растения – сверхнакопители справляются с поглощением кадмия, меди, цинка, никеля, с меньшим успехом, свинца и сложнее всего растениям поглотить ионы кобальта [1].

Существуют две базовые технологии фиторемедиации тяжелых металлов: фитостабилизация и ризофильтрация. Первая заключается в использовании свойств растений к иммобилизации, поглощению, осаждению тяжелых металлов, подобные свойства растений – сверхнакопителей препятствуют мобилизации и вымыванию опасных для здоровья соединений тяжелых металлов, тем самым, поддерживая невысокий уровень содержания в почве. Загрязнитель удерживается внутри или на поверхности лигнина, импрегнирующих стенки клеток, он может быть связан с гумусом почвы или быть изолирован путем соединения с органическими соединениями почвы. Этот метод подойдет для завершающего этапа улучшения почвы или для улучшения участков, не используемых в сельском хозяйстве.

Метод ризофильтрации так же основан на накоплении и осаждении соединений ТМ, но в данном методе основную роль играют корни. Они всасывают ионы ТМ из водных растворов, концентрируя их в себе и побегах. Умершие растения могут подлежать захоронению или выделению металлов из них. Этот метод может использоваться в природных биоценозах, хорошо подойдет для очистки грунтовых или сточных вод, хоть он не так эффективен, как использование проточного реактора. Однако из плюсов можно отметить большую компактность, дешевизну и простоту растительных насаждений.

Таким образом, растения родов *Alyssum*, *Brassica* (*Brassica juncea*, *Brassica nigra*), *Thlaspi*, а также *Aecolanthus biformifolius*, *Hawnaniastrum katangense* и др. могут высаживаться для фиторемедиации природных биоценозов, являясь вспомогательным способом улучшения почв, либо используя для очищения небольших загрязненных участков.

Библиографический список

1. **Кошкин, Е. И.** Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин. - М. : Дрофа, 2010 - Режим доступа Тяжелые металлы и растения: <https://books.google.ru/books?id=18Y0DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false> (Дата обращения 22.10.2022).

2. **Montarella L. Eds., R. J. A. Jones** The EU Thematic Strategy on Soil Protection // 1st European Summer School on Soil Survery, S. - K. Selvaradjou. Ispra: ESB, IES, JRC-EU, 2003. - pp. 275–288.

3. **Титов, А. Ф.** Тяжелые металлы и растения / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова // Карельский научный центр российской академии наук институт биологии, 2014. - 197 С. 11–12 – Режим доступа: <https://core.ac.uk/download/pdf/226290549.pdf> (Дата обращения 22.10.2022).

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ЯСНОТКОВЫЕ

Самарина Анастасия Дмитриевна, студентка 3 курса института естествознания и спортивных технологий Московского городского педагогического университета (МГПУ), e-mail: Sudarenckova.nastya@yandex.ru
Научный руководитель – Кропова Юлия Геннадьевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры биологии и физиологии человека института естествознания и спортивных технологий Московского городского педагогического университета (МГПУ), e-mail: kropova.j@mgpu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности аллелопатического действия растений семейства Яснотковые, представлены результаты эксперимента, демонстрирующего ингибирующее действие эфирных масел разных видов мяты при прорастании семян модельного вида (кресс-салат).

Ключевые слова: аллелопатия, эфирные масла, колины, ингибиторы роста, аллелопатический потенциал.

Все живые организмы выделяют продукты своего метаболизма в окружающую среду, на основе взаимодействия этих веществ происходит адаптация других видов и формирование биоценозов. Такие взаимоотношения носят название аллелопатических.

Итак, аллелопатия – это воздействие растений друг на друга при помощи выделяемых ими веществ. Эти вещества классифицируются по признаку направленности воздействия:

- Фитонциды (растения воздействуют на микроорганизмы);
- Антибиотики (микроорганизмы воздействуют друг на друга);
- Маразмины (микроорганизмы воздействуют на растения);
- Колины (растения воздействуют на растения) [3].

В рамках данной статьи будет подробнее рассмотрена последняя группа веществ.

По своему химическому составу колины могут представлять собой алифатические соединения, жирные кислоты, липиды, фенолы и фенольные кислоты, кумарины, хиноны и другие.

Для прикладной экологии важное значение играют такие аспекты аллелопатических взаимодействий:

- взаимодействие культурных растений и их сорняков;
- взаимодействие культурных растений между собой;
- воздействие интродуцентов на местные виды;
- аутоксичность некоторых культурных растений;
- Токсичность остатков жатвы;

- Использование аллелопатии в сельском хозяйстве [1].

Рассмотрим распространенное в сельском хозяйстве культурное растение – мяту.

Для проведения эксперимента мы использовали некоторые растения семейства Яснотковые. Были выбраны следующие виды растений:

- Мята перечная (*Mentha piperita*);
- Мята кошачья (*Nepeta cataria* L.);
- Мята корейская (*Agastache rugosa*);
- Мята конская (*Mentha longifolia*);
- Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis*).

Выбранные растения синтезируют ряд веществ, которые и формируют летучие фракции или эфирные масла. Основными химическими компонентами, входящими в состав эфирных масел мяты, являются терпеновые соединения (лимонен, цитраль, ментол, ментон). Эти вещества синтезируются в трихомах листьев растения. Хотя различные виды мяты близки по своему происхождению, эфирные масла, получаемые из них, имеют различный химический состав. Так, масло Мята перечной (*M. x piperita*) в основном содержит ментол и ментон, Мята кукурузной (*M. canadensis*) – ментон, Мята колосистой (*M. spicata*) – карвон. Анализ литературы позволяет говорить о том, что интенсивность синтеза и накопление эфирных масел возрастает по мере роста растений. Также есть немало экспериментально подтвержденных данных о том, что соединения мяты обладают биоцидным действием, подавляя рост и развитие других растений, животных (дафнии, нематоды) и микроорганизмов [2].

Изучение аллелопатической активности выбранных растений мы проводили на семенах кресс-салата, растении, которое является модельным объектом для подобных экспериментов. Для эксперимента в прозрачные боксы из оргстекла помещали по 100 семян кресс-салата, размещая их на равном расстоянии, фильтр смачивали экстрактом эфирных масел выбранных растений в разведении с водой 1:1. Экстрагирование проводили в лаборатории методом возгонки из проростков и листьев иматурных растений. Боксы закрывали для предотвращения испарения. Через 3 дня оценивали степень прорастания семян.

В результате проведенного эксперимента были сделаны следующие выводы.

Сравнивая действие летучих фракций из проростков и листьев взрослых растений, можно отметить, что фракции из проростков исследованных растений оказывают крайне слабое ингибирующее действие на прорастание семян, тогда как эфирные масла из взрослых растений ингибируют прорастание семян более сильно. Это подтверждает тот факт, что накопление летучих фракций идет по мере роста растения.

Наиболее сильное ингибирующее действие оказывают растения мяты кошачьей и корейской (таблица 1).

Таблица 1 – Действие эфирных масел растений семейства Яснотковые на прорастание семян кресс-салата

Наименование	Эфирные масла проростков				
	Мята перечная	Мята конская	Мята корейская	Мята кошачья	Мелисса лекарственная
Прорастание семян, %	83	68	43	39	85
Наименование	Эфирные масла взрослых растений				
	Мята перечная	Мята конская	Мята корейская	Мята кошачья	Мелисса лекарственная
Прорастание семян, %	49	44	18	13	56

Сравнивая химический состав изучаемых растений, можно заключить, что ингибирование ростовых процессов связано, в первую очередь, с цитралем и пантолактонами, так как именно эти вещества преобладают в тех видах мяты, которые обладают наибольшим аллелопатическим потенциалом.

Библиографический список

1. **Кондратьев, М. Н.** Аллелопатия как механизм взаимодействия между растениями, растениями и насекомыми, растениями и микроорганизмами / М. Н. Кондратьев, Ю. С. Ларикина // *Аграрная наука*. – 2019. – С. 57–61. – Режим доступа: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-57-61> (Дата обращения 22.10.2022).

2. **Sarheed, M. M.** Cellular Base of Mint Allelopathy: Menthone Affects Plant Microtubules / M. M. Sarheed, F. Rajabi, M. Kunert и др. // *Front. PlantSci.* – 16.09.2020. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.546345> (Дата обращения 22.10.2022).

3. **Телитченко, М. М.** Введение в проблемы биохимической экологии / М. М. Телитченко, С. А. Остроумов // *Наука*. – 1990. – Режим доступа: <http://ecologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000039/index.shtml> (Дата обращения 22.10.2022).

ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ПОЛЕ № 132. ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Синицына Екатерина Олеговна, студентка 4 курса института агробιοтехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: e.o.sinitsyna@gmail.com

Научный руководитель – Савоськина Ольга Алексеевна, д.с.-х.н., профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: osavoskina@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Работа посвящена изучению действия сплошного применения минеральных удобрений в поле № 132 и выявлению последствий предыдущей системы удобрения.*

***Ключевые слова:** урожайность, ячмень, ТСХА 4, минеральные удобрения, селитра, суперфосфат, калий хлористый, известкование.*

В современных условиях для получения планируемых урожаев ячменя, особенно когда он является покровной культурой для клевера - необходимо не только обеспечение растений элементами питания, но и эффективная система регулирования сорного компонента агрофитоценоза [1]. В 2022 году для подавления сорных растений при возделывании ячменя с подсевом клевера был применен гербицид Базагран М, позволивший снизить вредное воздействие сорняков, как на ячмень, так и на клевер под его покровом.

Объектом исследования являлось поле № 132 севооборотного участка Длительного полевого опыта, где в 2022 году возделывался ячмень сорта ТСХА 4, включенный в Госреестр по Центральному (3) региону.

Технологии растениеводства, применяемые на данный момент ведущими сельхозтоваропроизводителями, чаще всего основаны на адаптивно-ландшафтном подходе с расчетом доз внесения основных питательных веществ под заданный урожай [2].

Совокупное действие высоких доз N100, P150, K120 кг/га действующего вещества в виде аммиачной селитры, суперфосфата и калия хлористого должно увеличивать урожайность ячменя, однако урожайность остается очень низкой. Сплошное внесение за период с 1973 года (49 лет) на всех делянках 132 поля предположительно должно было выровнять почвенное плодородие [5].

Важную роль в эффективности использования элементов питания играет способ их размещения в обрабатываемом слое почвы [4]. Предшественником ячменя в данном севообороте является картофель, технология

возделывания которого предусматривает фрезерование – тщательно перемешивающее почву. Для всех культур севооборота приемом основной обработки является зяблевая вспашка, перед которой вносятся калийные и фосфорные удобрения. Длительное применение вспашки в системе основной обработки приводит к созданию сравнительно однородного по гумусированности пахотного слоя за счет механического перемешивания и равномерного распределения растительных остатков и удобрений в обрабатываемой части пахотного слоя [3]. Внесение азотных удобрений осуществляется весной под предпосевную культивацию, качественно выравнивающую поверхность почвы, заделывающую и распределяющую селитру в посевном слое. Вся совокупность агротехнических приемов и длительность их применения говорит о том, что плодородие должно выравниваться, но результаты наших исследований показали, что этого не происходит коэффициент вариации по не известкованному фону – 0,7, а по известности 0,5 (таблица).

Таблица 1 – Действие и последствие внесения удобрений на урожайность ячменя

№, ПП	Варианты удобрений		Урожайность т/га	
	последствие	действие	без извести	по извести
1	NPК	NPК	0,925	1,122
2	Навоз+NPК	NPК	2,243	2,220
3	PK	NPК	0,910	1,255
4	NK	NPК	0,400	0,510
5	NP	NPК	0,282	0,518
6	Контроль	NPК	0,306	0,776
7	K	NPК	0,620	0,627
8	P	NPК	1,169	1,082
9	N	NPК	1,761	1,788
Среднее			0,957	1,100
Стандартная ошибка			0,225	0,196
Медиана			0,910	1,082
Стандартное отклонение			0,676	0,588
Дисперсия выборки			0,456	0,346
Коэффициент вариации			0,706	0,535
Уровень надежности(95,0%)			0,519	0,452

Урожайность бункерная, без учета влажности и чистоты.

Максимальная урожайность отмечается при последствии навоза, который вносился до 1973 года в дозе 20 т/га ежегодно. Так на фоне без извести урожайность составила 2,243 т/га, а на известкованном 2,220 т/га, что существенно выше контроля. Низкая урожайность по всем вариантам опыта объясняется затягиванием сроков посева в связи с избыточным количеством осадков и невозможностью въехать в поле. Жарким периодом конца вегетации, резко угнетающим рост и развитие генеративных органов

ячменя, находящаяся на данном поле песчаная линза усиливает влияние засухи.

Таким образом, выравнивания плодородия почвы за счет сплошного внесения удобрений не произошло, предыдущая система дифференцированного внесения удобрений продолжает оказывать влияние на урожайность спустя 49 лет.

Библиографический список

1. **Баздырев, Г. И.** Действие почвозащитных обработок и гербицидов на засоренность и урожайность ячменя / Г. И. Баздырев, И. А. Заверткин // Доклады ТСХА / МСХ РФ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2005. – С. 65–68.

2. **Бузылев, А. В.** Агроэкологическая оптимизация технологии выращивания ярового ячменя в условиях Пензенской области с применением СППР / А. В. Бузылев, М. В. Тихонова, И. И. Васенев // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 4(46).

3. **Заверткин, И. А.** Агрономическая эффективность почвозащитных обработок и средств химизации при длительном использовании на склоновых землях: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / И. А. Заверткин; Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева – М. , 2009. – 19 с.

4. **Матюк, Н. С.** Роль удобрений и возобновляемых биоресурсов в круговороте и балансе биофильных элементов в зернопропашном севообороте / Н. С. Матюк, М. А. Мазиров, В. Д. Полин, И. А. Заверткин // Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации. – Суздаль-Иваново : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»; Прессто, 2021. – С. 31–34.

5. **Шевцов, В. А.** Вариабельность урожайности полевых культур на поле №132 при сплошном внесении НРК в длительном опыте РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева / В. А. Шевцов, О. А. Савоськина, И. А. Заверткин // Реализация методологических и методических идей профессора Б. А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия : Материалы Международной научно-практической конференции. Коллективная монография. В 2-х томах, Москва-Суздаль, 26–29 июня 2017 года / Редколлегия: Г. Д. Золина, Л. И. Ильин [и др.]. – Москва-Суздаль: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2017. – С. 232–236.

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ЗЛАКОВЫХ (НА ПРИМЕРЕ ПШЕНИЦЫ)

Соболева Надежда Павловна, студентка 2 курса института естественных наук, ФГАОУ ВО «Волгоградский Государственный Университет», e-mail: nadezhda0825@gmail.com

Научный руководитель – Зорькина Ольга Владимировна, к.т.н., доцент, заведующая кафедрой биологии и биоинженерии ФГАОУ ВО «Волгоградский Государственный Университет», e-mail: zorkinaolgasov10@yandex.ru

***Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследований влияния фунгицидов на злаковые растения. По результатам эксперимента были выявлены наиболее эффективные комплексные препараты фунгицидов, оказывающие влияние на физиологическое развитие сельскохозяйственных культур на примере пшеницы.*

***Ключевые слова:** фунгициды, рост злаковых, пшеница, микотоксины, физиология растений, стадии роста.*

Фунгициды – это химические вещества, используемые для борьбы и лечения грибных заболеваний растений. Ряд заболеваний, таких как фузариоз колоса пшеницы, пыльная головня пшеницы и ржи, спорынья ржи и другие снижают продуктивность посевов в случае их распространения и запрещают использование урожая для пищевых и кормовых целей в связи с накоплением микотоксинов. Фунгициды способны полностью (фунгицидность) или частично (фунгистатичность) подавлять развитие возбудителей болезней растений. Тем не менее, практика защиты растений расширила данное понятие, включив в него не только препараты, токсичные для грибов, но и вещества, эффективные против иных инфекционных болезней растений [3]. Имеющиеся исследования показали, что применение фунгицидов может нарушать фотосинтез, синтез стероидов, гиббереллинов, транспирацию, снижать ассимиляцию CO₂ и биомассы, влиять на общее содержание пигментов. Однако сообщения о фитотоксичности, как правило, основаны на нескольких физиологических параметрах с использованием большого разнообразия видов растений и различных типов и концентраций фунгицидов, что приводит в некоторых случаях к противоречивым результатам. Это существенно ставит под угрозу всеобщие знания о первичном воздействии фунгицидов на фотосинтез и, безусловно, заслуживает дальнейшего изучения [1, 2]. Кроме непосредственного токсического действия на растения, многие фунгициды усиливают выработку токсинов самими грибами и вызывают схожие токсические эффекты. В этом случае следует говорить не о токсичности, а о токсигенности фунгицида.

Изучение данной темы актуально, т.к. применение препаратов фунгицидов в растениеводстве и в сельском хозяйстве стало широко распространенным в последние десятилетия, поскольку грибные инфекции снижают урожайность сельскохозяйственных культур в мире почти на 20%. Фунгициды стали основным средством защиты растений из-за их относительно низкой стоимости, простоты использования и эффективности.

Целью работы является изучение влияния действующих веществ некоторых типов фунгицидов на физиологическое развитие сельскохозяйственных культур (на примере пшеницы).

Объектом исследования послужили семена яровой пшеницы, обработанные препаратами фунгицидов «Протект» (с добавками и без), «Квартет» (с добавками и без).

Материалы и методика исследований. Исследование проводилось на экспериментальном участке при корпусе Т, где располагается кафедра биологии и биоинженерии Волгоградского государственного университета. Производились посевы семенами яровой пшеницы сорта «Альбидум 33», обработанными комплексными препаратами фунгицидов, в двух повторностях каждый и контроль. Масса высеянных семян в каждой повторности составляет 5 г. Семена подвергались умеренному поливу. За основу препаратов фунгицидов были взяты препараты под названием «Квартет» и под названием «Протект». К существующему составу препаратов сделаны добавки, которые могут улучшить действие препарата.

После посева проводились наблюдения за ростом и развитием пшеницы. Для этого применялась шкала ВВСН роста и развития зерновых культур [4]. Сравнение проводилось на определенных стадиях шкалы ВВСН:

- ДК 12 (стадия двух листьев);
- ДК 21 (начало кущения);
- ДК 37 (выход в трубку, появление флагового листа);
- ДК 59 (полное появление соцветия);
- ДК 65 (середина цветения);
- ДК 75 (средняя молочная спелость);
- ДК 85 (мягкая восковая спелость);
- ДК 99 (собранный урожай зерна).

Для выявления наиболее эффективного из всех использованных препаратов фунгицидов измерялись стебли и колосья выращенной пшеницы, а также подсчитывалось количество семян в каждом колосе.

Результаты исследования. Более действенными препаратами среди групп фунгицидов «Протект» и «Квартет», являются комплексные препараты фунгицидов группы «Протект». В ходе всего исследования самым эффективным среди группы фунгицидов «Протект» оказался препарат «Протект с добавкой № 3». Сроки стадий роста по сравнению с контролем ускоряются в среднем на три дня, количество растений по всем стадиям

роста увеличиваются в среднем в 3 раза. Количество семян, которое было выщелочено из колосков пшеницы, обработанной данным препаратом, составило 131 шт., что больше по сравнению с контролем (44 шт.).

Стоит отметить, что среди препаратов группы «Квартет» комплексный препарат фунгицида «Квартет с добавкой ПО № 3 + салициловая кислота» оказывает влияние на ускоренный рост и развитие пшеницы. Стадии наступают в среднем на четыре дня раньше в сравнении с контролем. Комплексный препарат способствует прорастанию большего количества растений относительно контроля в 2,5 раза. Подсчет общего количества полученных семян показал следующий результат: из всех колосков пшеницы, обработанной препаратом «Квартет с добавкой ПО № 3 + салициловая кислота» было получено 49 семян, что незначительно больше по количеству, чем контроль (44 шт.).

Заключение. В результате проведенных исследований влияния действующих веществ фунгицидов на физиологическое развитие сельскохозяйственных культур на примере пшеницы выявлены наиболее эффективные препараты фунгицидов из группы «Протект» и «Квартет». Такими препаратами являются «Протект с добавкой № 3» и «Квартет с добавкой ПО № 3 + салициловая кислота». Количество полученных семян равно 131 шт. и 49 шт. соответственно. По предварительным данным можно прогнозировать, что вышеуказанные комплексные фунгициды оказывают стимулирующее действие на физиологическое развитие пшеницы и ее урожайность. Опыты весенне-летнего сезона будут продолжены с препаратами, показавшими наилучшие результаты. Исследования, показывают, что применяемые в практике сельского хозяйства фунгициды оказывают многостороннее влияние на растения, которое выражается в физиологических и биохимических изменениях в растениях после обработки данными препаратами.

Библиографический список

1. **Байбакова, Е. В.** Исследование влияния современных протравителей на всхожесть и рост проростков зерновых культур / Е. В. Байбакова, Е. Э. Нефедьева, С. Л. Белопухов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 57–64.

2. **Байбакова, Е. В.** Эффективность ципроконазола и флудиоксонила против гриба *Botrytis cinerea* / Е. В. Байбакова, Г. Н. Полякова, Е. Е. Нефедьева // Успехи медицинской микологии. – 2018. – Т. 18. – С. 95–99.

3. **Rohr J. R., Brown J., Battaglin W. A., McMahon T. A., Relyea, R. A.** A pesticide paradox: fungicides indirectly increase fungal infections // Ecological Applications. – 2017. – V. 27(8). – pp. 2290–2302.

4. ЗАО «АГРОХИМИНВЕСТ»: официальный сайт. [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://pesticidy.by/diagnostika-stadij-razvitiya-ozimoj-pshenitsy-po-shkale-vvsn-metodicheskoe-posobie/> (дата обращения: 29.03.2022).

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ДИГЕСТИИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

Тучков Иван Валерьевич, студент 4 курса института агробιοтехнологии,
ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: Tuchkov_2002@mail.ru

Чудосветова Дарья Юрьевна, студентка 4 курса института
агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: Chudosvetova@gmail.com

Научный руководитель – Белошапкина Ольга Олеговна, д.с.-х.н.,
профессор, профессор кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА
имени К. А. Тимирязева, e-mail: Beloshapkina58@mail.ru

Аннотация. Показатели сухого вещества и дигестии корнеплодов сахарной свеклы меняются при хранении в кагатах. Фактическая дигестия различных гибридов снижалась при хранении более 30 суток. Содержание сухого вещества различалось при разной степени поражения кагатными гнилями: в здоровых корнеплодах было максимальным – 35 %, а при сильном поражении – 27 %.

Ключевые слова: сахарная свекла, кагаты, дигестия, качество корнеплодов.

В мировом масштабе из сахарной свеклы получают 30 % производимого сахара [3]. Она занимает 10 % от посевных площадей России и является одной из экономически значимых пропашных культур. Отечественные и зарубежные компании занимаются селекцией сахарной свеклы, повышая сахаристость ее корнеплодов, урожайность, устойчивость к воздействию вредных организмов, и разработкой усовершенствованных способов защиты от болезней и вредителей [2]. Грибные заболевания сахарной свеклы, такие как мучнистая роса, церкоспороз и фомоз наносят значительный ущерб, хотя повреждают только листья, но из-за налета и некрозов листья не могут фотосинтезировать в полную силу, и происходит отток питательных веществ из корнеплодов на создание новых вегетативных органов. Это обуславливает потери до 20...30 % урожая, что в пересчете на сахар означает потери в более чем в половину [1]. Даже если корнеплоды сахарной свеклы соответствующего качества поступили на сахароперерабатывающий завод – это не гарантия успешной ее переработки, ведь при хранении в несоответствующих условиях, в кагатах корнеплоды гниют, теряется сахар.

Хранение сахарной свеклы было и остается одной из важнейших проблем свеклосахарного производства, так как именно от результатов хранения во многом зависят и технологические качества культуры, посту-

пающей в переработку, и выход сахара-песка. Качественные и количественные потери сахарной свеклы в основном связаны с поражением корнеплодов кагатными гнилями, возбудителями которых является комплекс грибных и бактериальных микроорганизмов. Кагатная гниль проявляется в виде гнилей и налета разного цвета; пораженная ткань корнеплода теряет прочность, легко разрушается, быстро подсыхает при сухой гнили или ослизняется – при мокрой. Вызывает это деятельность сложного комплекса микроорганизмов – грибов и пектолических бактерий родов *Botrytis*, *Phoma*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pectoaacterium* и другие [1]. Эти возбудители заносятся в кагаты с пораженными корнеплодами еще с поля и могут развиваться на ослабленных корнеплодах. Гнилая масса, содержащая продукты разложения белков, углеводов, пектиновых веществ, при попадании на сахарные заводы вместе со здоровыми корнеплодами ухудшает конечный выход сахара и технологию переработки. Корнеплоды с наличием таких дефектов должны быть немедленно переработаны на сахарных заводах, а не храниться.

В данной работе показано, как изменяются показатели сухого вещества и дигестия (сахаристость) корнеплодов сахарной свеклы при хранении в кагатах на одном из сахароперерабатывающих комбинатов в Орловской области.

Выкопанные корнеплоды в течение октября и ноября складываются в бурты на краю поля, далее исходя из мощностей завода, закладываются в кагаты или транспортируются на сахарный комбинат, где сразу же перерабатываются. Обследуемые 2 кагата были заложены в 1 декаде октября 2021 года массой 6800 т. Через 40 дней после заложения кагатов нами было проанализировано 500 корнеплодов (250 осмотрены на поверхности и 250 штук – внутри кагата) из 50 точек. Идентификацию выявленных возбудителей проводили в лаборатории кафедры защиты растений РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева.

За последние годы объемы поставок корнеплодов фабричной свеклы на сахарный завод существенно возросли. В основном поступают гибриды сахарной свеклы немецкой селекции, которые выведены не для хранения, а для немедленной переработки. В России, конкретно в Орловской области, из-за нестабильных природно-климатических условий и большого объема продукции, транспортировка корнеплодов затруднена. В связи с этим часть убранной сахарной свеклы хранится полевым способом в кагатах.

В результате визуального осмотра кагатов среди 500 клубней, как в верхнем слое (0...10 см), так и внутри (40...50 см) кагата были обнаружены гнили и разных цветов и консистенций налеты. Процент пораженных корнеплодов составил 79...84 %, внутри кагата достигал 95 %, причем на поверхности кагата преобладал 1 балл поражения, а внутри – 2 балла. Доминирующими видами были микромицеты из родов *Fusarium* и *Alternaria*. Однако, несмотря на высокую степень развития (39 %) и распространенно-

сти кагатныхгнилей (89 %) пораженные ткани были в основном на поверхности корнеплодов, внутри гниль была не развита.

Допускается хранение свеклы в течение не более 30 суток, но на практике они лежат больше месяца [3]. В результате происходит снижение сахаристости корнеплодов, уменьшается количество сухого вещества – очень важные показатели при производстве сахарного песка из свеклы. Дигестия корнеплодов дает представление о фактическом выходе сахара.

Таблица 1 – Потенциальная и фактическая дигестия в корнеплодах различных гибридов сахарной свеклы (Сахароперерабатывающий комбинат в Орловской области, 1 декада ноября 2021 г.)

Гибрид	Потенциальная дигестия (по данным оригинатора), %	Фактическая дигестия, %
Гулливвер	21,38	21,0
Игорь	20,60	19,2
Смарт Нарния	18,80	18,3

Общая дигестия по кагату с тремя гибридами была 19,5 %. Основную массу сухих веществ в сахарной свекле составляет сахароза. Проведенный анализ показывает, что поражение сахарной свеклы кагатнымигнилями снижает содержание сухого вещества, следовательно, и конечный выход сахара.

Содержание сухого вещества было различным в корнеплодах с разной степенью поражениякагатнымигнилями. В здоровых корнеплодах оно было максимальным и составляло 35 %, если налет был только снаружи, то процент сухого вещества был равен 29 % при частичном обнаружении налета и внутри корнеплода сухое вещество составило 28 %, а если присутствовал обильный налет, не только с наружи, но и внутри было сильное поражение, содержание сухого вещества было минимальным и составило 27 %. Следует учитывать, что изменения содержания сухого вещества даже на 1 % оказывает сильное влияние на снижение выхода сахара.

Невозможно избежать определенных потерь сахарной свеклы, заложенной на хранение, что снижает экономическую эффективность производства, но оправдано с целью обеспечения бесперебойной работы комбината.

Болезни сахарной свеклы, и особенно, кагатные гнили негативно влияют на конечный выход сахара, лежкость корнеплодов и существенно повлияют в дальнейшем на экономическую и хозяйственную составляющую при переработке сахарной свеклы. Поэтому первостепенное значение имеет эффективная система защитных мероприятий при оптимальной агротехнике выращивания культуры, сроков и режимов хранения корнеплодов, предназначенных для переработки.

Библиографический список

1. **Белошапкина, О. О.** Защита растений. Фитопатология и энтомология. Учебник / О. О. Белошапкина, В. В. Гриценко, И. М. Митюшев, С. И. Чебаненко – Ростов н/Д : Феникс. – 2017. – С. 477.

2. **Буренин, В. И.** От сахароварен к современным заводам (к 215-летию свеклосахарного производства в России) / В. И. Буренин, Т. М. Пискунова, Д. В. Соколова // Сахарная свекла. – 2017. – № 1. – С. 10–14.

3. **Щеголихина, Т. А.** Совершенствование технических средств для производства сахарной свеклы / Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона : матер. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., посвященной Дню Российской науки. – Улан-Удэ. – 2021. – С. 124–127.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА БАЗИЛИКА В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОТ ИНТЕГРАЛА СУТОЧНОЙ РАДИАЦИИ

Устинова Юлия Анатольевна, магистрант кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: yuliya.ustinowa@ya.ru

Научный руководитель – Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор кафедры физиологии растений, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ivatar@yandex.ru

Аннотация. Представленная работа описывает ход научных исследований о влиянии освещения (интеграла суточной радиации, фотосинтетического фотонного потока и фотопериода) на продукционный процесс растений базилика.

Ключевые слова: базилик, светокультура, интеграл суточной радиации.

Влияние освещения на растения изучается еще с XVIII века, различные ученые выдвигали свои теории по этому поводу и проводили исследования, в их числе М. В. Ломоносов, А. Эйнштейн, А. С. Фаминцын, К. А. Тимирязев и др. В современных реалиях человечеству важно найти пути производства продуктов питания высокого качества, при этом экологически и экономически выгодных. Повышение продуктивности растений в светокультуре во многом связано с внедрением новых технологий, в том числе и создание оптимального светового режима, который оказывает большое влияние на развитие растений. Именно этот фактор изучался в ходе работы [1–3].

Исследования проводили в Лаборатории искусственного климата РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева. Растения базилика фиолетового среднеспелого сорта «Рози» выращивали в грубоксах с различными режимами освещения. Варианты опыта представлены в таблице № 1.

Таблица 1 – Варианты режимов освещения

Вариант	Фотопериод, ч	ППФ, мкмоль/м ² ×с	ИСП моль/м ² ×сут,
1	12	220	9,5
2	12	440	19
3	6	440	9,5
4	18	146	9,5

Растения выращивали в вегетационных сосудах на питательной смеси «Агробалт-С». Полив осуществляли по весу до 70 % ПВ. Регистрировали в динамике биометрические показатели – высоту растений, количество листьев, площадь листьев, массу сырую и сухую. Содержание сухого вещества определяли высушиванием образцов в сушильном шкафу при 105 °С.

В течение вегетационного периода изучали ростовые реакции базилика, проводились измерения газометрических показателей, измеряли содержание пигментов.

Растения из различных вариантов имели явные различия (рисунок 1). Так, во втором варианте (12 ч, 440 мкм) базилик уже перешел в фазу цветения, в отличие от остальных образцов. Также различия можно оценить по высоте растений и окраске листьев. Растения варианта № 3 (6 ч, 440 мкм) имели наименьшую высоту, тусклую окраску листьев и явные зеленые прожилки, что отразилось также на содержании пигментов и эфирных масел в листьях растений.



Рисунок 1 – Реакция растений базилика на выращивание при разных световых режимах: 1 – 12 ч, 220 мкм; 2 – 12 ч, 440 мкм; 3 – 6 ч, 440 мкм; 4 – 18 ч, 146 мкм

На рисунке 2 представлены данные по накоплению растениями сырой биомассы.

Из полученных данных мы можем сделать вывод о том, что различия в режимах освещения оказали значительное влияние на продуктивность растений и на их ростовые показатели. Так например, наибольшее значение показателя сырой массы наблюдается у растений 2 варианта (12 ч, 440 мкм), а наименьшее в 3 варианте (6 ч, 440 мкм), что объясняется вдвое большей величиной ИСР во 2 варианте. Однако, во втором варианте растения довольно рано перешли к цветению.

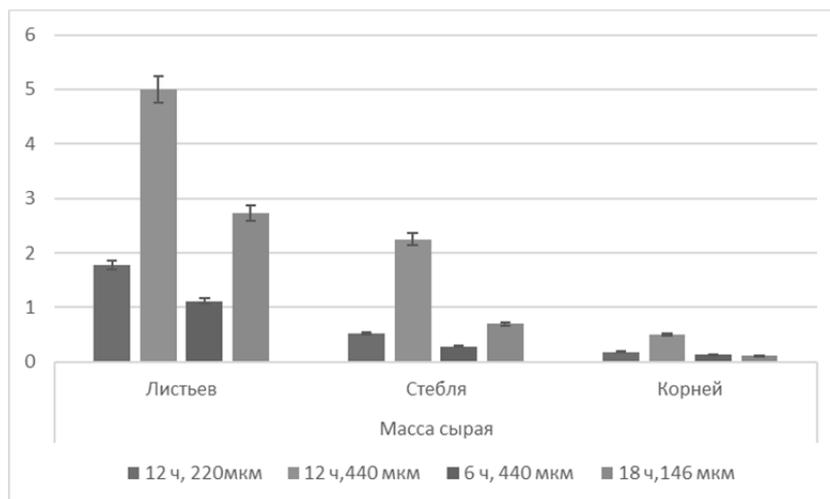


Рисунок 2 – Накопление сырой биомассы растениями базилика на разных световых режимах, г, 44 дня от всходов

При сопоставлении вариантов с одинаковым ИСР видно, что наибольшая биомасса накапливалась у растений в условиях длинного фотопериода 18 ч.

Библиографический список

1. **Радина, В. Е.** Влияние фитоламп на рост, развитие и продуктивность светокультур / В. Е. Радина, Т. В. Рожкова // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, Санкт-Петербург – Пушкин, 24–26 января 2019 года. – Санкт-Петербург – Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2019. – С. 65–69.

2. **Мартиросян, Ю. Ц.** Исследование действия света различного спектрального состава на активность фотосинтетического аппарата растений картофеля и базилика / Ю. Ц. Мартиросян, Т. А. Диловарова, А. А. Кособрюхов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2015. – № 11. – С. 240–243.

3. **Ильин, О. В.** Новое сельскохозяйственное производство – интенсивная производственная светокультура / О. В. Ильин, Т. О. Ильина, Е. О. Семячкина // Овощи России. – 2009. – № 2(4). – С. 20–25.

УДК: 633.51

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СКОРОСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Хацыди Максим Александрович, студент 1 курса агротехнологического факультета, ФГБНУ ВНИИФ, e-mail: agrosad@inbox.ru

Подковыров Егор Игоревич, молодой ученый, ФГБНУ ВНИИФ, e-mail: agrosad@inbox.ru

Панина Юлия Дмитриевна, студентка 1 курса ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: agrosad@inbox.ru

Научный руководитель – Подковыров Игорь Юрьевич, д.с.-х.н., доцент, заведующий центром фитопатологии интродуцентов ФГБНУ ВНИИФ, e-mail: agrosad@inbox.ru

Аннотация. Установлено, что в условиях длинного светового дня скороспелые гибриды хлопчатника проходят полный цикл развития до созревания семян. Метод дивергентной селекции позволил получить новый селекционный материал для создания сортов с высоким качеством волокна и устойчивых к водному дефициту.

Ключевые слова: хлопководство, дивергентная селекция, кластерный анализ, вегетационный период.

Хлопчатник является стратегически важной культурой для Волгоградской области. Мы не имеем своей сырьевой базы для текстильной и других отраслей промышленности. В регионе сложились предпосылки развития хлопководства благодаря высокой востребованности волокна на Камышинском текстильном комбинате, маслобойных цехах, предприятиях по изготовлению комбикормов [1]. Регион обладает необходимым для хлопчатника почвенно-климатическим потенциалом [2]. Сумма активных температур здесь составляет более 3000 градусов, а продолжительность вегетационного периода более 120 дней. Этого достаточно для выращивания хлопчатника [3].

Объектом исследования являлся селекционный материал мировой коллекции хлопчатника, выращиваемый на светло-каштановых почвах, содержащий генотипы, линии, сорта и виды, объединяющие комплекс хозяйственно ценных качеств.

Мировая селекция хлопчатника развивается в трех направлениях: повышение урожайности культуры, качества волокна и устойчивости растений к комплексу вредителей и болезней. Селекция на скороспелость является новым и наиболее перспективным направлением. Она позволяет продвинуть культуру в относительно северные регионы выращивания, что актуально для России.

Главными препятствиями для успешной реализации имеющегося потенциала устойчивого развития хлопкового комплекса являются отсутствие научно обоснованного семеноводства хлопчатника и недостаточный

уровень технического оснащения отрасли. Основным фактором развития хлопкового комплекса является внедрение в производство инновационной продукции – новых сортов.

Цель работы – физиологические исследования доноров хлопчатника для создания селекционного материала ультраскороспелых сортов для «Северных широт» мирового хлопкосеяния.

В процессе работы были проведены полевые опыты изучения хлопчатника в коллекции, производственных посевах и лабораторные анализы почвенных и растительных образцов, согласно общепринятым методикам.

Селекционный материал отличается коротким периодом вегетации и волокном высокого качества. Технологические характеристики его волокна были приняты в качестве нового российского стандарта (ГОСТ Р 53224-2016 «Волокно хлопковое. Технические условия»). В опытном хозяйстве университета имеется положительный опыт производства хлопка-сырца данного сорта в 2015–2017 годах.

Сорт ПГССХ 7 получен на основе гибридизации линий хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. Высота растения $0,8 \pm 0,01$ м, ограничивается чеканкой. Кусты компактные ветвистые. Опушение семян (волокно) белого цвета. Волокно IV типа. Вегетационный период 110–115 дней.

Фенология в условиях светло-каштановых почв:

Посев: 25.05.2021 г.

Полные всходы: 02.06.2021 г.

Массовое цветение: 01.07.2021 г.

Начало созревания: 25.08.2021 г.

Масса 1000 шт. семян 130 г.

Общая урожайность хлопка-сырца: 2,2 т/га.

Соотношение в урожае сырца доморозных сборов, всего из раскрытых коробочек и курачного: из раскрытых коробочек 88 %, курачного 12 %.

Урожайность хлопка сырца на 30 сентября: 35 ц/га.

Общая урожайность волокна: 1,2 т/га.

Масса одной коробочки хлопка-сырца: 5,9 г.

Устойчивость к вертициллезному вилту (%) – 76,4...89,7 %.

Сопоставление факторов ОКС и СКС свидетельствует, о том, что в наследовании признаков преобладающее значение имеют аддитивные взаимодействия генов, так как показатели вариантов ОКС, больше чем варианты СКС. С целью установления характера наследования продуктивности вычислялись коэффициенты доминантности. У большинства гибридных комбинаций – в 16 из 20 выявлен эффект сверхдоминирования. При этом, в девяти случаях отмечен положительный гетерозис. В четырех комбинациях прослеживается промежуточное наследование, из них 3 комбинации имели тенденцию наследования признака с уклонением в сторону менее продуктивного родителя, а в одном случае гибриды приближались по среднему показателю признака к высокопродуктивному родителю (рисунок 1).

Из приведенного анализа данных видно, что в зависимости от подбора исходного материала в гибридном потомстве возможно самое разнообразное сочетание признаков. В связи с этим необходим генетический анализ форм, вовлекаемых в селекционный процесс. Особенно это важно тогда когда поставлена задача сочетания в потомстве таких трудно улучшаемых признаков, как выход волокна и его качество, продуктивности хлопка-сырца одного растения в сочетании с ультраскороспелостью.

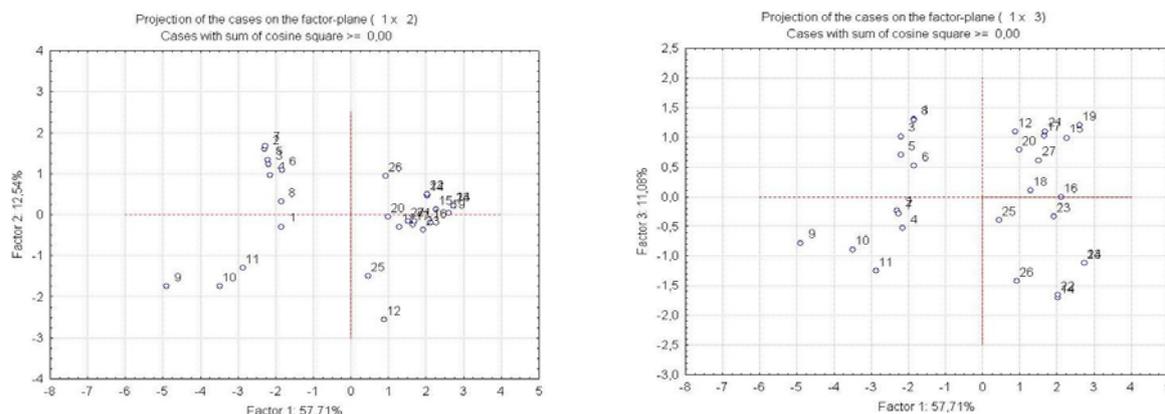


Рисунок 1 – Взаимосвязь наиболее значимых результативных признаков у перспективных доноров хлопчатника

В результате были разработаны новые методы исследования доноров хлопчатника, базирующиеся на дивергентной селекции и кластерном анализе. Выделены перспективные селекционные линии с периодом вегетации 105–115 дней и волокном высокого качества (длина 4,05–4,33 микронейр, удельная разрывная нагрузка 34,9–37,1). Получен новый сорт ПГССХ 7 и проведено его агробиологическое изучение в сравнении с другими линиями.

Библиографический список

1. **Овчинников, А. С.** Функциональное моделирование процессов выращивания хлопчатника / А. С. Овчинников, О. В. Кочеткова, И. Ю. Подковыров, А. Е. Кривопустенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №3(47). – С. 258–266.

2. **Ovchinnikov, A. S.** Agrobiological assessment of cotton breeding material in light chestnut soils / A. S. Ovchinnikov, O. H. Kimsanbaev, V. A. Antonov, I. Y. Podkovyrov and other//E3S Web of Conferences. – 2020. – 203. – URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/63/e3sconf_ebwff2020_02010.pdf (10.12.2020).

3. Podkovyrov I.Y. The emergence and development of mycoses in short-day plants under conditions of long daylight hours / I.Y.Podkovyrov, O.H.Kimsanbaev, N.S.Zhemchuzhina and other//E3SWebofConferences. – 2020. – 203. – URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/63/e3sconf_ebwff2020_02009.pdf (10.12.2020).

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ В РАСТЕНИЯХ ЛЬНА-ДОЛГУЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Цыгаркина Антонина Сергеевна, студентка 1 курса института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева
Научный руководитель – Хрунов Алексей Александрович, к.б.н., доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Аннотация. Лен-долгунец является одной из важнейших технических культур, возделываемых на территории России. В связи с этим для наиболее эффективного его возделывания необходимо обращать внимание на многие факторы, в том числе и на биохимические показатели растения, изменяющиеся в зависимости от внесения различных форм удобрений.

Ключевые слова: дозирование, смешивание, производительность, однородность смеси.

Актуальность работы: каталаза – важнейший фермент антиоксидантной системы растений, ее функционирование лежит в основе их стрессоустойчивости и влияет на их продуктивность; поступление азота в различных формах вызывает определенные изменения в обмене веществ растения, в связи с этим целью нашей работы является выявление связи между активностью фермента каталазы и применяемыми формами азотных удобрений. Следует отметить, что новизна работы состоит в том, что за последние годы крайне мало подобных исследований проводилось именно в динамике по фазам развития растения.

Центральный объект нашего исследования – лен-долгунец сорта «Цезарь», основные характеристики которого приведены ниже [7]:

включен в Государственный реестр по Северо-Западному и Центральному региону в 2017 году; рекомендован для возделывания в Тверской области;

- среднеспелый сорт, вегетационный период 78–83 дня;
- масса 1000 семян приблизительно 4,4 г;
- средняя урожайность льносоломы в регионе – 39,4 ц/га, семян – 5,9 ц/га;
- срок посева – ранний, глубина заделки семян 1,5–2 см.

Азот способствует повышению содержания длинного прочного волокна льна-долгунца. Однако его избыток удлиняет вегетационный период растений, приводит к полеганию посевов, снижает качество волокна и повышает поражаемость болезнями, что в итоге заметно снижает урожай-

ность и качество волокна. Критический период потребления азота у растений льна-долгунца соответствует фазе «елочки» – бутонизации. А наибольшее среднесуточное потребление этого элемента питания наблюдается в период цветения [4–6].

Нельзя не отметить, что лен-долгунец также очень чувствителен к содержанию в почве микроэлементов, особенно бора, недостаток которого отрицательно сказывается на урожае и качестве льноволокна и льносемян. Бор оказывает благоприятное влияние на формирование анатомической структуры стебля, а также своевременное образование и созревание семян льна. Недостаток бора особенно часто проявляется при избыточном известковании почв. При его недостатке наблюдается отмирание точек роста, посевы поражаются кальциевым хлорозом, вследствие чего происходит слабое опыление и образование семян [2].

В мае 2022 года в вегетационном домике им. Д. Н. Прянишникова был заложен опыт по изучению влияния различных форм азотных удобрений при дополнительном внесении микроэлемента бора в виде НЗВОЗ на рост, развитие и биохимические процессы льна-долгунца. Для закладки вегетационного опыта были использованы сосуды Митчерлиха, вмещающие 5 кг почвы. Почва, использовавшаяся для закладки вегетационного опыта, – дерново-подзолистая среднесуглинистая, имеет высокий и повышенный классы обеспеченности по фосфору и калию соответственно, реакция среды почвы слабокислая (рН 5,7). Почва была отобрана в мае 2022 года в городском округе Пушкинский Московской области.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы вегетационного опыта

рН _{KCl}	Нг, мг-экв/100 г почвы	Т, мг-экв/100 г почвы	S, мг-экв/100 г почвы	V, %	Гумус, %	По Кирсанову	
						P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
5,7	1,83	19,03	17,2	90,4	2,65	224	123

28 июля после достижения зеленой спелости лен-долгунец был убран.

Все измерения по теме данного исследования проводились в течение вегетационного периода в зеленой массе последовательно в семи сменяющихся друг друга фазах роста льна.

В биохимических исследованиях и при оценке качества растительной продукции широкое распространение имеет метод определения активности каталазы, разработанный А. Н. Бахом и А. И. Опариным. Определение активности каталазы на основе модификации указанного метода основано на экстрагировании фосфатным буферным раствором фермента из биологического материала, после чего в течение определенного времени проводится ферментная реакция при добавлении к раствору пероксида во-

дорода. По окончании ферментной реакции в реакционной среде определяется количество пероксида водорода, которое не разложилось под действием фермента, титрованием в кислой среде раствором перманганата калия [5].

Определение активности каталазы проводилось в семи последовательных фазах развития льна-долгунца по методике, описанной выше. Исходя из определенной активности каталазы представлена сводная таблица полученных результатов.

Таблица 2 – Активность каталазы по фазам развития льна-долгунца, мккат/г

Вариант/фаза	Елочки	Начало быстрого роста	Середина быстрого роста	Конец быстрого роста	Бутионизации-цветения	Цветения	Зеленой спелости
Без удобрений	0,72	0,21	0,40	0,11	0,18	0,28	0,22
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,55	0,62	0,75	0,18	0,18	0,35	0,54
NaNO_3	0,56	0,48	0,76	0,21	0,27	0,35	0,30
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,55	0,38	0,54	0,13	0,21	0,20	0,17
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{B}$	0,52	0,35	0,83	0,29	0,28	0,35	0,18
$\text{NaNO}_3 + \text{B}$	0,40	0,58	0,71	0,27	0,30	0,37	0,33
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{B}$	0,38	0,34	0,48	0,67	0,44	0,46	0,17

На основании анализа данной таблицы далее будут сделаны итоговые выводы по проведенной научно-исследовательской работе.

После проведения всех необходимых исследований в данной работе и анализа полученных результатов следует сделать следующие выводы:

чаще всего максимальная активность фермента проявлялась в варианте опыта с внесением амидной формы азота в присутствии бора – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{B}$;

в течение вегетационного периода наблюдалось тенденция к снижению активности каталазы, которая в большинстве вариантов достигла максимума в середине фазы быстрого роста, а затем постепенно снижалась, достигая своего минимума в фазах бутонизации-цветения и зеленой спелости;

минимальная активность каталазы чаще всего наблюдалась в варианте без удобрений;

в критический период потребления азота льном, а именно от фазы «елочки» до фазы бутонизации-цветения, минимальная активность каталазы наблюдалась в варианте без удобрений, а максимальная – в вариантах с внесением $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{B}$ и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{B}$; таким образом, наблюдается положительное влияние внесения аммонийного и амидного азота и бора на активность каталазы.

Библиографический список

1. **Беленков, А. И.** Влияние некорневой подкормки боросодержащими хелатными комплексами на продуктивность и качество льнопродукции / А. И. Беленков, В. Н. Мельников, А. А. Петрова, Т. И. Смирнова, М. Н. Павлов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 2.
2. **Лапа, В. В.** Применение макро- и микроудобрений в технологии возделывания льна / Институт почвоведения и агрохимии Республики Беларусь / В. В. Лапа, Г. С. Цытрон. – Минск, 2008.
3. **Кидин, В. В.** Агрохимия : учебник / В. В. Кидин, С. П. Торшин. – М. : Проспект, 2016.
4. **Новиков, Н. Н.** Биохимия растений / Новиков Н. Н. – М. : КолосС, 2013.
5. **Новиков, Н. Н.** Лабораторный практикум по биохимии растений: Учебное пособие / Н. Н. Новиков, Т. В. Таразанова. М. : Издательство РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2012.
6. **Прудников, В. А.** Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна-долгунца на супесчаной почве / В. А. Прудников, Д. П. Чирик, Н. В. Степанова, С. Р. Чуйко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1.

**ВЛИЯНИЕ ТИПА ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ
ALTERNANTHERA REINCKII BRIQ. В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO***

Чеповой Илья Иванович, студент 2 курса Института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: ilya.chepovoy@gmail.com

Бойцова Маргарита Владимировна, студентка 2 курса Института агробιοтехнологий, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: boytsoffmargaret07@gmail.com

Научный руководитель – Хлебникова Дарья Анатольевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: khlebnikova@rgau-msha.ru

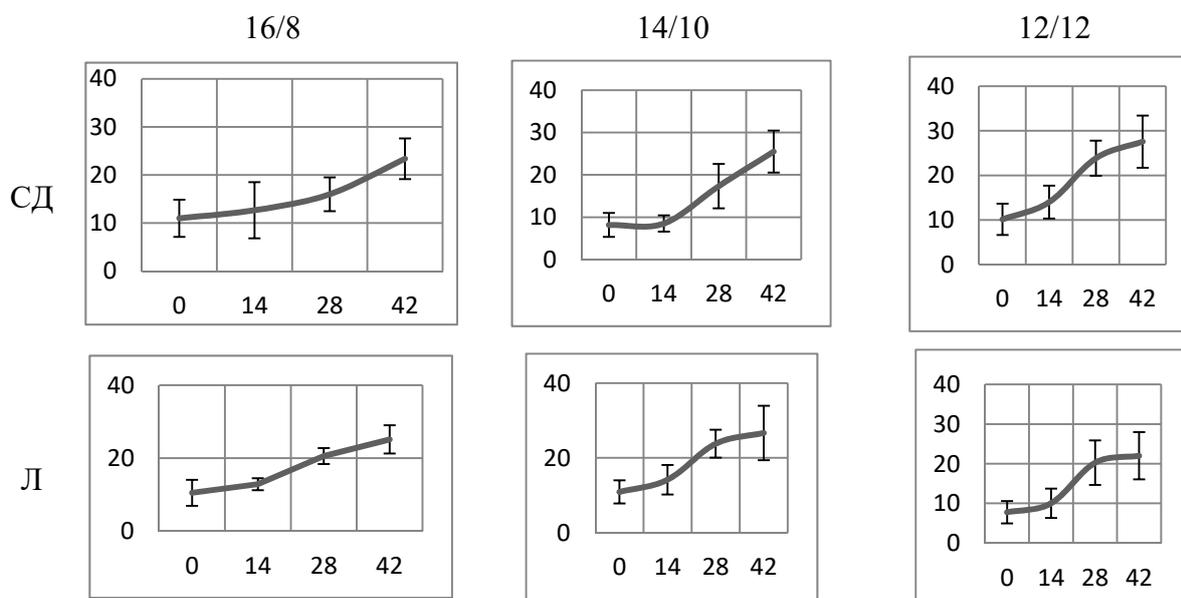
Аннотация. Было изучено влияние светового режима на морфометрические характеристики растения *Alternanthera reineckii* Briq. Показано, что морфометрические показатели асептических растения *A. reineckii* нечувствительны к изученным изменениям светового режима (продолжительность светового дня и источник освещения).

Ключевые слова: альтернантера Райнека, культура *invitro*, режим освещения, светодиодные лампы, люминесцентные лампы, фотопериод.

Alternanthera reineckii Briq. в основном произрастает в тропических поясах Южной Америки. Обычно растение встречается на берегах рек, озер, болот. Максимально в высоту растение может достигать 50 см. Верхняя поверхность листьев темно-зеленого или коричневого цвета, нижняя – от ярко-красного до светло-розового цвета. *A. reineckii* активно используется в аквакейпинге – дизайне аквариумов. С биохимической точки зрения, *A. reineckii* интересна беталаинами – продуктами вторичного метаболизма. Беталаин – природный пигмент, также встречается в *Betavulgaris* L. Беталаины используют в качестве природного красителя красного цвета, в диагностике малярии и сибирской язвы. Недавние исследования показали, что беталаин является антиоксидантом, из-за чего спрос к нему возрос [1]. Культура *invitro* позволяет круглогодично получать растительное сырье, накапливающее ценные метаболиты. При выявлении оптимальных условий культивирования *A. reineckii* растение можно будет использовать не только в качестве декоративного, но и в качестве источника беталаинов [2, 3]. Так как в различных исследованиях показано значительное влияние светового режима (продолжительность освещения, спектральный состав света, вид ламп) на рост асептических растений [4], нашей задачей было изучение параметров роста и развития растений альтернантеры в зависимости от фотопериода и природы освещения.

Растительный материал был получен от датской компании «Торіса». Были исследованы следующие факторы, влияющие на рост и развитие растения: фотопериод (16/8; 14/10; 12/12) и природа света (люминесцентный и светодиодный) – во всех сочетаниях. Освещенность при использовании светодиодных ламп составляла 5500 лк, люминесцентных – 1500 лк. Были измерены следующие параметры: высота растения, количество междоузлий, количество листьев, наличие (отсутствие) корней, наличие корней на стебле, диаметр корневой системы.

Таблица 1 – Динамика роста побегов асептических растений *A. reineckii*



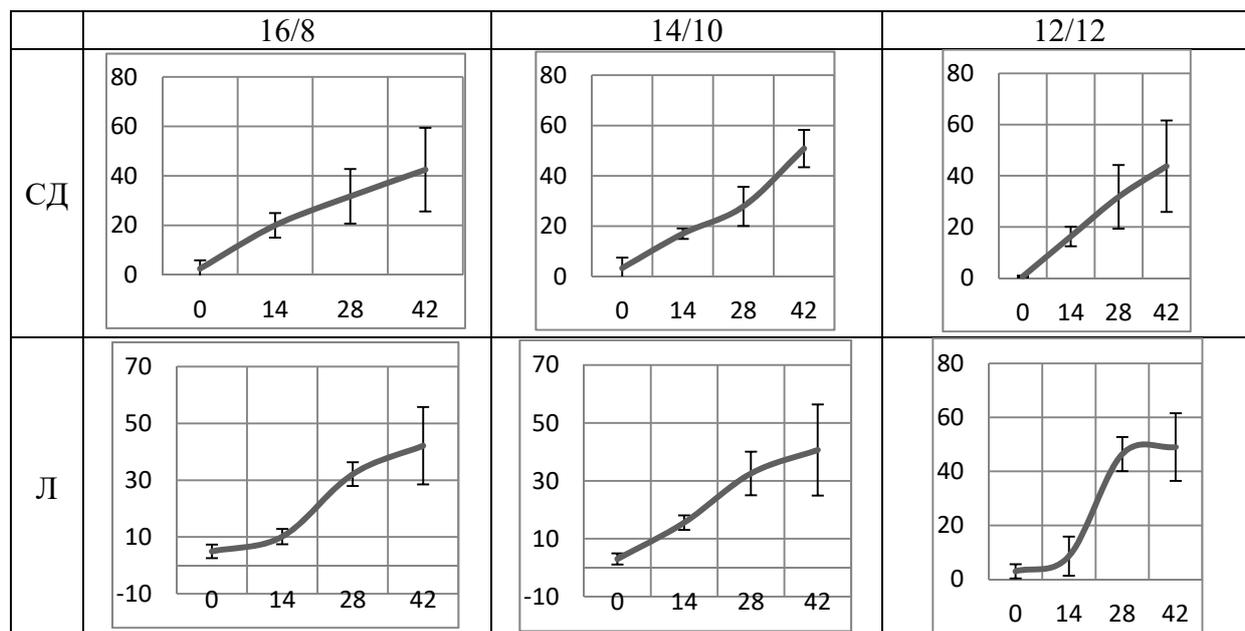
Аналогичная закономерность была также характерна для скорости развития корневой системы у растений, культивируемых под люминесцентным освещением (таблица 2). При этом статистических различий по таким параметрам, как количество узлов, количество листьев, между всеми вариантами эксперимента не наблюдали.

Растения культивировали на питательной среде Мурасиге и Скуга [5]. Биологическая повторность составила 10 культуральных сосудов на вариант опыта. Каждый культуральный сосуд содержал 2 растения. Статистическая обработка была проведена в программе MSExcel. Результаты измерений представлены в виде среднего \pm доверительный интервал ($p = 0,05$).

Статистических различий между высотой растений при различных режимах освещения не наблюдали (таблица 1). Однако на основе анализа значений производных отмечали общую закономерность – увеличение скорости роста растения в период между 2-й и 4-й неделями культивирования.

Таким образом, можно сделать вывод, что морфометрические показатели асептических растения *A. reineckii* нечувствительны к изученным изменениям светового режима (продолжительность светового дня и источник освещения).

Таблица 2 – Динамика роста корневой системы асептических растений *A. reineskii*



Библиографический список

1. **Кассельман, К.** Дизайн аквариума / К. Кассельман. – М.: Аквариум, 2009. – 160 с.
2. **Давыдова, А. Н.** Вторичные соединения лекарственных растений как потенциальная основа для создания биогербицидов / А. Н. Давыдова, Ю. С. Ларикова, М. Н. Кондратьев // Современные аспекты структурно-функциональной биологии растений: от молекул до экосистем: Всероссийская научная конференция с международным участием. IV чтения, посвященные памяти профессора Ефремова Степана Ивановича, Орел, 28–30 сентября 2017 года. – Орел: Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, 2017. – С. 324–331.
3. **Чередниченко, М. Ю.** Перспективы биотехнологических методов размножения представителей рода *Agastache* Clayton ex Gronov. для получения вторичных метаболитов / М. Ю. Чередниченко, О. Б. Поливанова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4(55). – С. 282–286.
4. **Shulgina, A. A.** Influence of Light Conditions and Medium Composition on Morphophysiological Characteristics of *Stevia rebaudiana* Bertoni In Vitro and In Vivo / A. A. Shulgina, E. A. Kalashnikova, I. G. Tarakanov, R. N. Kirakosyan, M. Yu. Cherednichenko, O. B. Polivanova, E. N. Baranova, M. R. Khaliluev // Horticulturae. – 2021. – Vol. 7. – Art. 195. – 14 p.
5. **Калашникова, Е. А.** Основы биотехнологии / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: КНОРУС, 2022. – 278 с.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕРИЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ
С УЧЕТОМ БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА РЕЛИКТОВЫХ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ В КУЛЬТУРУ
IN VITRO (DIOSCOREA CAUCASIA, TAXUS CANADENSIS, GINKGO
BILOBA, SEQUOIA SEMPERVIRENS)**

Берковская Ирина Александровна, магистрантка 1-го курса по направлению «Биотехнология» ФГАОУ ВО МФТИ

Дубовой Сергей Андреевич, студент 1-го курса по направлению «Агрономия» ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева

Болотина Елизавета Алексеевна, магистрантка 1-го курса по направлению «Биотехнология» ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: LizavetaRodBol@yandex.ru

Чеповой Илья Иванович, студент 2-го курса по направлению «Биотехнология» ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: ilya.chepovoy@gmail.com

Бойцова Маргарита Владимировна, студентка 2-го курса по направлению «Биотехнология» ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: boytsoffmargaret07@gmail.com

Дидманидзе Софико Отариевна, магистрантка 1-го курса по направлению «Биотехнология» ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: s.didmanidze@gmail.com

Цзин Лян, магистрантка 1-го курса по направлению «Биотехнология» ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,
e-mail: Dreawdas@163.com

Научные руководители:

Зайцева Светлана Михайловна, к.б.н., доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Smzaytseva@yandex.ru

Калашиникова Елена Анатольевна, д.б.н., профессор кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Киракосян Рима Нориковна, к.б.н., доцент кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Аннотация. Изучали влияние различных стерилизующих агентов на жизнеспособность эксплантов и получение продуктивной культуры *in vitro* лекарственных растений, с учетом биохимического статуса растений. Показано что во время инициации каллусов на эксплантах происходит выделение полифенолов в питательную среду, что в дальнейшем ведет к ингибированию ростовых процессов. Полученные каллусные культуры характеризовались высоким содержанием полифенолов.

Ключевые слова: полифенолы, культуры *in vitro*, *Dioscorea caucasia* Lypsky., *Taxus Canadensis* Marsh., *Ginkgo Biloba*, *Sequoia sempervirens* L.

Растения рода *Dioscorea caucasia* Lypsky., *Taxus Canadensis* Marsh., *Ginkgo Biloba*, *Sequoia sempervirens* L являются не только ценным источником биологически активных веществ для фармацевтической промышленности, но и перспективными культурами для изучения вторичного метаболизма. Препараты, изготовленные на основе экстрактов этих растений проявляют множественное терапевтическое действие, которое обусловлено способностью к образованию богатого спектра биологически активных веществ, в том числе и фенольной природы [1].

При оптимальных условиях культивирования каллусные линии изучаемых растений могут являться альтернативным источником уникальных видоспецифичных вторичных метаболитов [2]. Данных о роли полифенолов в процессе каллусообразования и эффективной стерилизации эксплантов немного, а сложность физиолого-биохимических процессов, происходящих в растительных организмах, в том числе и в условиях *in vitro*, остается еще недостаточно изученной.

Для индукции образования культур *in vitro* *Taxus Canadensis* Marsh., *Ginkgo Biloba*, *Sequoia sempervirens* L., *Dioscorea* первичные экспланты вегетативного происхождения культивировали на модифицированной питательной среде Мурасига и Скуга. Изучали влияние стерилизующих агентов (KMnO₄; Гипохлорит кальция (разбавление 1:3); 70 %-ный этанол; 0,1 % раствор сулемы), на процесс каллусообразования эксплантами различного периода вегетации и биохимического статуса. На временных живых препаратах гистохимическими методами определяли локализацию полифенолов [3].

Получение длительно пассируемых, хорошо пролиферирующих культур *in vitro*, как возможных источников биологически активных веществ и лекарственных препаратов приобретает большое практическое значение [4].

На первом этапе введения в условия *in vitro* необходимо отработать методику по получению хорошо растущей стерильной культуры. Для этого изучали влияние таких стерилизующих агентов, как: KMnO₄; Гипохлорит кальция (разбавление 1:3); 70 %-ный этанол; 0,1 % раствор сулемы; а также в работе применяли ступенчатую обработку – сначала экспланты обрабатывали раствором KMnO₄, а затем 0,1 % сулемы. Экспериментально установлено, что оптимальным режимом стерилизации оказалась ступенчатая стерилизация: 1) обработка KMnO₄ – 20 минут; 2) промывка дистиллированной водой; 3) стерилизация в 0,1 % раствор сулемы – от 7 до 22 мин; 4) промывка стерильной дистиллированной водой. При этом максимальное число жизнеспособных эксплантов у диоскореи составило 25 %,

минимальное числе инфицированных – 12 % и некротизированных эксплантов – 63 %, для гинкго, секвойи и тисса до 50 %, кроме того для растений секвойи, гинкго и тисса первоначальная обработка $KMnO_4$ не имела решающего значения. В остальных вариантах число жизнеспособных эксплантов было незначительным, и составляло в среднем 1...10 %. Такие низкие показатели жизнеспособности эксплантов диоскорей и гинкго после проведения серии стерилизующих мероприятий объясняются тем, что полифенолы обуславливают комплексную защиту растительных клеток от патогенов, а в растительных тканях с высоким биосинтезом полифенолов, патогены как правило отличаются наибольшей устойчивостью, в том числе и к стерилизующим агентам. Длительное пребывание в агрессивном стерилизующем агенте подавляет жизнеспособность эксплантов.

При культивировании изолированных эксплантов в период максимального накопления полифенолов, согласно данным полученным при использовании специфических гистохимических реакций (рис 1) формирование каллусной ткани было минимальным. Причем, эксплант и питательная среда вокруг него становилась бурого цвета, что свидетельствовало о выделении клетками экспланта фенольных соединений, которые, вероятно, и ингибировали процесс каллусогенеза (Рисунок 2 в-д).

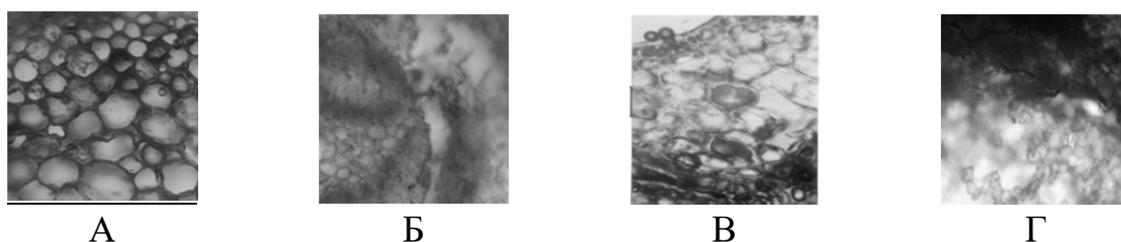


Рисунок 1 – Локализация фенольных соединений интактных тканях гинкго билобо (А) секвойи вечнозеленой (Б), сегментах стебля тисса канадского (В), и сегментах микроклубня диоскорей (Г) используемых в качестве эксплантов для инициирования каллусных культур

Полученные результаты свидетельствует о том, что процесс каллусогенеза зависит не только от типа первичного экспланта, но и от биосинтетического статуса тканей по отношению к полифенолам [5].

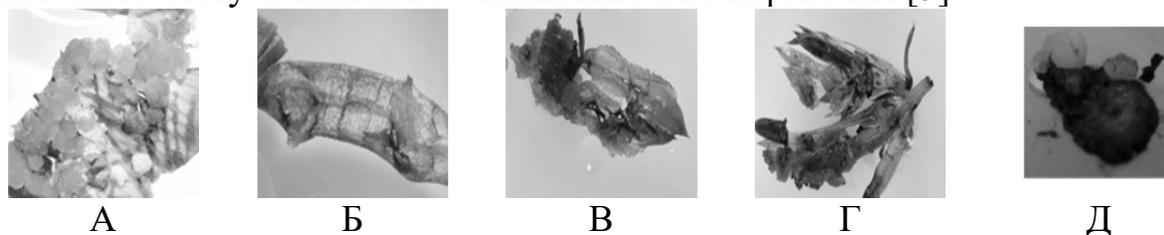


Рисунок 2 – Инициация каллусообразования на эксплантах растений (сегменты листа гинкго билобо (А) секвойи вечнозеленой (Б), сегменты стебля тисса канадского (В, Г), сегменты микроклубня диоскорей (Д))

На основе изложенного выше, можно заключить что оптимальным режимом обеззараживания первичных эксплантов является ступенчатая стерилизация. Так как изучаемые растения, обладают изначально высокой способностью к биосинтезу фенольных соединений, то в ответ на стрессор наблюдается повышение биосинтетической активности по отношению к полифенолам, что негативно влияет на каллусообразование и жизнеспособность каллусных культур, так как синтез многих вторичных соединений приурочен к специализированным дифференцированным тканям, в то время как каллусные культуры – это неорганизованные, дедифференцированные клетки.

Библиографический список

1. **Тюкавкина, Н. А.** Биофлавоноиды / Н. А. Тюкавкина. – М. : Издательский дом «Русский врач». 2002. – 56 с.
2. **Wang, S.** The selection and stability analysis of stable and high Taxol-producing cell lines from *Taxus cuspidata* / Wang, S. et al. // *Journal of forestry research*. – 2018. – Т. 29. – № 1. – p. 65.
3. **Soukupova, J.** Histochemical and Biochemical Approaches to the Study of Phenolic Compounds and Peroxidases in Needles of Norway Spruce (*Picea abies*) / J. Soukupova, M. Cvikrova, J. Albrechtova // *New Phytol.* – 2000. – V. 146. – pp. 403–414.
4. **Носов, А. М.** Регуляция синтеза вторичных соединений в культуре клеток растений / Под редакцией Р. Г. Бутенко. – М. : Наука. – 1991.
5. **Дубравина, Г. А.** Изменения в образовании и локализации фенольных соединений при дедифференциации тканей тисса ягодного и тисса канадского в условиях *invitro* / Г. А. Дубравина, С. М. Зайцева, Н. В. Загоскина // *Физиология растений*. – 2005. – Т. 52. – С. 755–762.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ МИКОРИЗООБАЗУЮЩИХ ГРИБОВ

Чернова Мария Михайловна, студент 1 курса институт садоводства и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Tc1085@yandex.ru

Научный руководитель – Жаркова Екатерина Константиновна, ассистент кафедры микробиологии и иммунологии, ФГБОУ ВО РГАУ –МСХА имени К. А. Тимирязева, e-mail: Ekzharkova@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Симбиоз гриба с высшими растениями, известный как микориза, является неотъемлемым компонентом биогеоценозов. Внесение микоризосодержащих биопрепаратов способствует увеличению плодородия почвы, формированию мощной корневой системы, повышению всхожести, ускорению прорастания семян.*

***Ключевые слова:** микоризообразующие грибы, корни, биопрепараты, питание, укоренение.*

В процессе своей жизнедеятельности растения через корни выделяют в почву богатые углеводами соединения, которые являются ценным питательным веществом для некоторых видов почвенных организмов. С помощью нитевидных гифов грибы оплетают корни растений, в некоторых случаях проникая даже глубоко внутрь корневой системы, образуя при этом единую биосистему, грибокорень, известный как микориза. Микориза позволяет расширить зону питания растения, так как грибные гифы распространяются на значительной площади и способны проникать на большую глубину, чем корни, в результате увеличивается количество поглощаемых корнями полезных веществ, что позволяет и грибу, и растению получать питательные вещества в более доступной форме [3]. Известно, что, помимо несомненного благотворного влияния на рост и развитие растений, микориза оказывает положительное влияние на структурирование, обогащение, рекультивацию почв путем стабилизации процессов гумификации и минерализации, что способствует повышению плодородия грунта и росту урожайности культур. Грибы отличаются уникальной способностью поглощать и накапливать токсичные соединения и радионуклиды, преобразуя их в дальнейшем до безопасных форм в виде минеральных элементов, доступных для растительных организмов. Благодаря микоризе возможно существование единого цикла взаимодействия между растениями, бактериями и грибами, который составляет основу биогеоценоза [4]. Выделяют 5 видов микориз (рисунок 1).

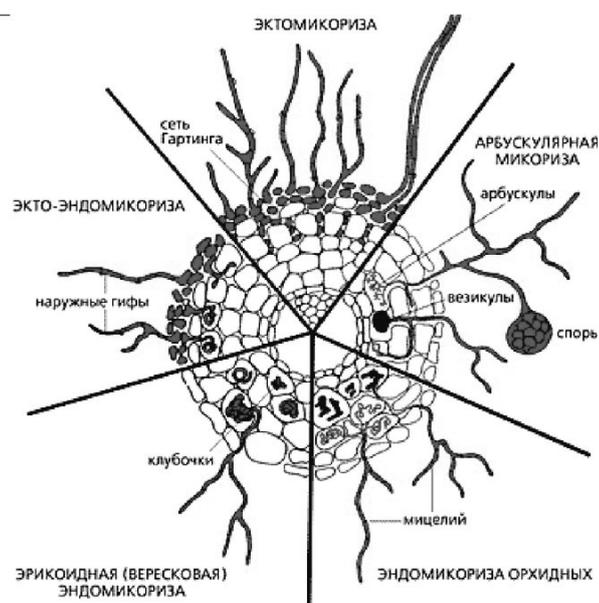


Рисунок 1 – Виды микоризы

Эктомикорриза возникает, когда мицелий гриба плотно оплетает корневые волоски растения, образуя микоризные трубки. Эктомикорризный симбиоз – один из самых распространенных и значимых типов растительно-микробных симбиозов на планете, во многом обуславливающий видовую композицию организмов, внешний облик и закономерности функционирования лесных экосистем бореальной и умеренной зон [2]. Около 80 % всех растений формируют симбиоз с гломовыми грибами (*Glomeromycota*), образующими арбускулярную микорризу. Эндомикорриза – внутренняя микорриза. Эрикоидная эндомикорриза характеризуется наличием специализированных волосовидных корешков с простым строением. Экто-эндомикорриза во многом сходна с эктомикорризой: в процессе возникновения симбиотических отношений образуется гифовая мантия (чехол) и сеть Гартинга. Однако после образования сети Гартинга гифы гриба проникают внутрь клеток эпидермиса и корки растения.

Микорризообразующие препараты разрабатываются с целью увеличения плодородия почвы, формирования мощной корневой системы, улучшения фосфорного питания (фосфатмобилизации) и регулирования азотного питания (азотфиксации), повышения всхожести, ускорения прорастания семян, обеспечения устойчивого симбиоза в течение жизнедеятельности сельскохозяйственных культур, повышения уровня урожайности и вкусовых качеств плодов. Был проведен анализ рынка микорризосодержащих биопрепаратов. На основе анализа была составлена следующая таблица:

Таблица 1 – Микоризосодержащие биопрепараты

Название препарата	Фирма-производитель	Штамм микроорганизмов	Объем фасовки	Цена, руб.
Улучшитель почвы Мульти-Микориза	ИП «Ермолин»	Штаммы микоризных грибов КМЕ	100 мл	469
МикоКроп	НК-Русский огород производитель	Споры микоризы <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus proliferum</i> , <i>Glomus mosseae</i>	60 г	329
Удобрение Микориза для корней универсальная	ООО «Научно-внедренческое предприятие БашИнком»	Мицелий и споры гриба рода <i>Glomus</i>	30 г	33
Стимулятор корнеобразования «Микориза Универсал», Зеленое сечение	ООО «Биотехнологии»	Нет данных	50 г	55
Биомикориза «Ортон» стимулятор корнеобразования	ООО «Ортон»	Грибы рода <i>Glomus</i>	20 г	83,30
Микориза для саженцев Долина Плодородия	Bioelements limited	Нет данных	50 г	27
ЭДЖИС Микрогранулы (AEGIS Microgranules) Удобрение Микориза	НПО «БиоТехнологии»	<i>Glomus intraradices</i> и <i>Glomus mosseae</i>	50 мл	65
МИКОФРЕНД PREMIUM MYCORRHIZA	Органик лай	<i>Glomus</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>	30 г	560

Микроризообразующие препараты обладают значительным потенциалом в сфере агробиотехнологий, но для наибольшей эффективности необходимо соблюдать оптимальные условия их хранения и применения.

Библиографический список

1. **Веселкин, Д. В.** Морфологическая изменчивость и адаптивное значение эктомикориз хвойных / Д. В. Веселкин. PinaseaeLindl. – 2013.

2. **Кицман, В. А.** Микоризообразование, содержание азота и углерода в корнях травянистых растений золотвалов Урала / В. А. Кицман. – Екатеринбург, 2020. – С. 7.

3. Курсанов Л. И., Микология, 2 изд., М. , 1940; Шемаханова Н. М., Микотрофия древесных пород, М. , 1962; Лобанов Н. В., Микотрофность древесных растений, 2 изд., М. , 1971; Катенин А. Е., Микориза растений Северо-Востока Европейской части СССР, Л. , 1972.

4. **Мазинг, В. В.** Что такое структура биогеоценоза // Проблемы биогеоценологии / В. В. Мазинг. – М. : Наука, 1973. – С. 148–156.

5. **Попов, А. И.** Микориза СПбГУ Институт наук о Земле / А. И. Попов. Российская академия естественных наук.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Шубина Екатерина Александровна, студент 4 курса института агробιοтехнологии кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», e-mail: ketshu@mail.ru

Научный руководитель – Заверткин Игорь Анатольевич, к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и методики опытного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», e-mail: izavyortkin@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Сорные растения наносят льноводству значительный ущерб. Ежегодно потери урожая культуры от сорных растений составляют порядка 15...20 %. Фактором формирования полевого набора сорняков является рациональное использования агрохимикатов, включая применение удобрений и мелиорантов, так как они создают и регулируют функционально оптимальное соотношение между культурными и сорными растениями. Вопросу изучения формирования сорного компонента его развития и взаимоотношений с целью регулирования в агрофитоценозе льна, посвящена данная работа.*

***Ключевые слова:** лен-долгунец, минеральные удобрения, известкование, засоренность посевов, Длительный опыт.*

Для дальнейшего развития льноводства необходимо приблизить урожайность каждого льняного поля к той, которую может дать культура – волокна 15 ц и семян 7...8 ц с 1 га. Выполнение этой задачи связано с получением высокого, выровненного и неполегающего стеблестоя льна со следующими параметрами: густота — 1600...1800 растений на 1 м² и засоренность – не более 5 % [1].

Агрофитоценозы формируются как комплексное функционально связанное растительное сообщество культурных и сорных растений [2]. В настоящее время, в условиях сильной изменчивости климата, рост производства продукции сельскохозяйственных культур обеспечивается главным образом за счет применения интенсивных технологий их возделывания, которые характеризуются ярко выраженной техногенностью химической направленности: применение высоких норм минеральных удобрений, использование химических препаратов, в том числе мелиорантов [3, 4].

Нами проводилось изучение засоренности посевов льна-долгунца в условиях Длительного опыта ТСХА, который был заложен в 1912 году. В

опыте изучаются различные факторы интенсификации земледелия – способы возделывания культур (бессменно и севооборот), различные фоны удобрений (по системе Жоржа Вилля) и извести (с периодическим известкованием и без него) [5].

Засоренность посевов определяли количественно-весовым методом на учетных площадках $S = 0,25\text{м}^2$.

В результате проведенных учетов выяснили, что наименьшая засоренность посевов наблюдалась на варианте внесения минеральных удобрений $N_{100}P_{150}K_{120}$ на фоне проведения периодического известкования – 142 шт./ м^2 . На этом варианте и густота стояния культуры самая высокая – 1384 шт./ м^2 и соответственно самый низкий показатель, отражающий соотношение компонентов агрофитоценоза льна-долгунца – доля сорняков, которая составила всего 9 % (таблица 1).

Как показывают данные, длительное внесение навоза способствует увеличению численности сорных растений. Так в варианте NPK+навоз количество сорняков возросло на 51 шт./ м^2 на фоне извести и на 37 шт./ м^2 на неизвесткованном фоне. При этом доля сорных растений в структуре агрофитоценоза составила 14 % на обоих фонах. На вариантах навоза также наблюдается депрессия культуры за счет повышения численности сорняков до 212 шт./ м^2 по извести и 231 шт./ м^2 на фоне без извести и при густоте стояния культуры 1058 и 1021 шт./ м^2 соответственно доля сорного компонента увеличилась до 17 и 18 %. Как и ожидалось максимальная плотность сорных растений наблюдалась на варианте без удобрений – 323 и 362 шт./ м^2 по извести и без соответственно. При этом в структуре агрофитоценоза они занимали 25 % на известкованном фоне и 29 % на фоне без извести.

Известкование почвы способствует снижению засоренности посевов, однако расширяет спектр в среднем на 3–5 видов.

На всех вариантах тип засоренности малолетний. Среди сорных растений доминируют Торица полевая, которая встречается на всех вариантах в больших количествах. Из других видов (по количеству) стоит отметить Пикульник красивый, Марь белую и Ромашку непахучую. А такие виды как Незабудка полевая, Ярутка полевая, Сурепка обыкновенная были в единичных экземплярах. В последнее время в видовом составе стали увеличиваться в количественном значении однодольные сорняки – Петушье просо и Щетинник сизый. Из многолетних сорных растений доминировали Хвощ полевой и Бодяк полевой.

В посевах льна нами было идентифицировано 17 видов сорняков, причем самый бедный видовой состав был на варианте NPK – 10 видов.

**Таблица 1 – Засоренность бессеменных посевов льна-долгунца
в фазу «елочка», шт./м²**

Вариант удобрений	Известь	Густота стеблестоя культуры, шт./м ²	Малолетние сорняки, шт./м ²	Многолетние сорняки, шт./м ²	Всего сорняков, шт./м ²	Доля сорного компонента, %
Контроль (без удобрений)	По извести	950	311	12	323	25
	Без извести	875	354	8	362	29
НРК	По извести	1384	136	6	142	9
	Без извести	1287	158	5	163	11
Навоз	По извести	1058	198	14	212	17
	Без извести	1021	221	10	231	18
НРК + навоз	По извести	1236	176	17	193	14
	Без извести	1195	192	8	200	14
Минимум		875	136	5	142	9
Максимум		1384	354	17	362	29
Среднее		1126	218	10	228	17

Таким образом, можно сказать что структура агрофитоценоза льна-долгунца довольно сложна, а длительное применение удобрений и известки вызывают перестройку растительного сообщества, причем не всегда в положительную сторону.

Библиографический список

1. **Кудрявцев, Н. А.** Перспективные средства защиты льна / Н. А. Кудрявцев, Л. А. Зайцева, З. К. Курбанова, О. А. Савоськина // Защита и карантин растений. – 2020. – № 4. – С. 24–26.

2. **Савоськина, О. А.** Влияние систем обработки почвы на сорный компонент агрофитоценоза ячменя / О. А. Савоськина, С. И. Чебаненко, С. Г. Манишкин // Плодородие. – 2011. – № 6(63). – С. 18–20.

3. **Савоськина, О. А.** Почвозащитные приемы обработки – важнейший резерв снижения потерь биофильных элементов на эрозионноопасных землях / О. А. Савоськина // Агрехимический вестник. – 2011. – № 1 – С. 19–23.

4. **Рагимов, А. О.** Климатический фактор в формировании продукционного процесса / А. О. Рагимов, М. А. Мазиров, О. А. Савоськина, С. И. Зинченко // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. – Суздаль : ИПК «ПресСто», 2016. – С. 403–408.

5. **Savoskina, O. A.** Change of the content of soil water stable aggregates in a fallow field depending on the cultivation level of albicglossicretisols of long-term field experience / O. A. Savoskina, A. V. Shitikova, S. I. Chebanenko // International Journal on Emerging Technologies. – 2020. – Vol. 11. – No 2. – pp. 475–478.

Научное издание

**Сборник трудов, приуроченных
к Всероссийской студенческой научно-практической
конференции «Эколого-физиологические аспекты
формирования агро- и биоценозов», посвященной
памяти профессора М. Н. Кондратьева**

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано в печать 20.12.2022. Формат 60×90/16.
Усл.-печ. л. 15,69. Тираж 100 экз. Заказ № 44

ООО «Мегаполис»
Тел.: +7 (499) 391-34-54
E-mail: zakaz@m-megapolis.ru
127550, Москва, ул. Прянишникова, д. 23А

Отпечатано в ПАО «Т8 Издательские Технологии»
Тел.: +7 (499) 322-38-31
109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 4