ISSN 2713-3184

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»

Совет молодых ученых и специалистов

Студенческое научное общество

Научный журнал молодых ученых

№1(41), Март 2025



Научный журнал молодых ученых №1(41)

Март 2025

Теоретический и научно-практический журнал. Основан в 2013 году.
Реестровая запись СМИ серия ПИ № ФС77-70704 от 15 августа 2017 года, зарегистрирован Роскомнадзором.
Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ).

Главный редактор:
Березина Н.А., д.т.н.

Заместитель главного редактора:
Шестаков Р.Б., к.э.н.

Редакционная коллегия:

Арсланова Л.Р., к.б.н.
Бураева Е.В., к.э.н.
Буяров В.С., д.с.-х.н.
Виноградов А.В., д.т.н.
Дорофеев А.Ф., д.э.н.
Кавтарашвили А.Ш., д.с.-х.н.
Лобков В.Т., д.с.-х.н.
Ляшук Р.Н., д.с.-х.н.
Мотин Д.В., к.т.н.
Мысишин И.С., к.п.н.
Петрова С.Н., д.с.-х.н.
Пименов Н.В., д.б.н.
Прока Н.И., д.э.н.
Сазонова В.В., д.в.н.
Соловьев Р.Ю., к.т.н.
Чекалин Е.И., к.с.-х.н.

Ответственный секретарь:
Козлова Т.А., к.т.н.

Адрес редакции и издателя:
302019, Орловская обл., г. Орел, ул. Генерала Родина, 69, Молодежный центр, каб. 202
Тел.: +7 (4862) 76-18-65
Факс: +7 (4862) 76-06-64
E-mail: nich@orelsau.ru
Website:http://www.orelsau.ru/science/nauchnyy-zhurnal-molodykh-uchenykh/

Журнал включен в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

Дата выхода в свет:
25.03.2025 г.

Бесплатно.

Точка зрения редакционного совета может не совпадать с мнением авторов статей.

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

ОБРАЩЕНИЕ К ЧИТАТЕЛЯМ 2

Биологические науки

Елизарова Д.И.
ФИТОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРЕСНОЙ ВОДЫ 3

Сельскохозяйственные науки

Захарова П.А., Катаев А.С.
ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ МИКРОЗЕЛЕНИ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫХ 8

Мальцев Е.А., Сорокина М.В., Мозгова Е.К., Икусов Р.А.
ВЛИЯНИЕ APASIL НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ СОРТА «АЛЕКСЕИЧ» 12

Савкин А.С.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ 16

Сорокина Е.С.
ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ РЕДИСА 21

Технические науки

Лансберг А.А.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ В MATLAB SIMULINK 28

Сухаева А.Р., Косарева А.В., Аносова А.И.
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ГРАБЛЕЙ КАК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОРУДИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВЫХ ТРАВ НА СЕНО 34

Черкасов В.С., Болотова А.А., Мулюкина А.Н.
РАЦИОНАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА 39

16+ ©ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2025.

ОБРАЩЕНИЕ К ЧИТАТЕЛЯМ

Уважаемые читатели, авторы, коллеги!

Предлагаем вашему вниманию очередной выпуск «Научного журнала молодых ученых», посвященного проведению регионального круглого стола «Научно-практические основы управления продукционным процессом сельскохозяйственных полевых культур».

Орловская область играет важную роль в обеспечении продовольственного суверенитета страны. Наш регион занимает лидирующие места в ЦФО и России по объемам производства гречихи и рапсового масла.

Посевная площадь сельскохозяйственных культур под урожай 2025 года в Орловской области составляет более 1 339 тыс. га, что на 4,5 тыс. га больше, чем в 2024 году. Это позволит региону в очередной раз занять лидирующие позиции по стране среди сельхозтоваропроизводителей.

Уже сейчас в Орловской области посеяно 429,5 тыс. гектаров озимых культур – на 5,7 тыс. га больше, чем в прошлом году. Хозяйства области приступили к подкормке озимых культур и многолетних трав.

В текущем сезоне яровой сев будет проведен на площади более 870 тыс. гектаров. Для сева в наличии имеются 84 тыс. тонн семян яровых зерновых, зернобобовых культур собственного производства (109 % от потребности региона).

Встречи с аграриями и индустриальными партнерами университета стали уже традиционными и позволяют разработать эффективные стратегии для достижения целевых показателей, своевременного и качественного выполнения всего комплекса сельскохозяйственных работ в оптимальные сроки с учетом климатических и экономических особенностей региона, и важнейшая задача в этом отводится науке.

«Научный журнал молодых ученых» как элемент российской платформы научной коммуникации участвует в решении самых важных задач. Издание является площадкой для презентации результатов научно-исследовательской и практической деятельности начинающих исследователей, молодых ученых, научно-педагогических работников и специалистов, подчеркивая свою значимость и своевременность в предоставлении информации о передовых отечественных достижениях, способствуя развитию открытого научного диалога, внедрению инновационных идей и прикладных разработок, обеспечивая научную коммуникацию, обмен мнениями и результатами исследований.

Проведение Круглого стола станет значимым событием для всего аграрного сообщества и, безусловно, внесет весомый вклад в улучшение процесса организации и проведения весенних полевых работ, создаст стимулы для дальнейшей плодотворной работы. Убеждены, что содержательная деловая программа позволит обсудить актуальные вопросы агропромышленного комплекса и выработать действенные подходы к их решению.

Желаем всем участникам мероприятия успехов в достижении профессиональных целей и реализации запланированных задач, а также крепкого здоровья и благополучия!

Редакция журнала «Научный журнал молодых ученых»

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 502.173

ФИТОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРЕСНОЙ ВОДЫ

Елизарова Д.И., магистрант 1 курса
направления подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.
Научный руководитель: к.с.-х.н., доцент Игнатова Г.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Вода является самым распространенным веществом на Земле, однако, только 3% от общего ее количества является пресной. С точки зрения географии вода, благодаря ее естественному круговороту в природе, является неисчерпаемым природным ресурсом, но из-за большой антропогенной нагрузки качество воды ухудшается, что делает ее непригодной для питья. Поэтому важно не только количество пресной воды, но и ее качество. Доступным методом оценки качества пресной воды является метод биоиндикации. Одним из распространенных методов пассивной биоиндикации является фитоиндикация.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Водные ресурсы, пресная вода, показатели качества воды, биоиндикация, фитоиндикация, кресс-салат.

ABSTRACT
Water is the most common substance on Earth, however, only 3% of its total amount is fresh. From a geographical point of view, water, due to its natural cycle in nature, is an inexhaustible natural resource, but due to the large anthropogenic load, the quality of water deteriorates, which makes it unsuitable for drinking. Therefore, not only the quantity of fresh water is important, but also its quality. An accessible method for assessing the quality of fresh water is the bioindication method. One of the common methods of passive bioindication is phytoindication.

KEYWORDS
Water resources, fresh water, water quality indicators, bioindication, phytoindication, watercress.

Введение. Водные ресурсы – это гидросфера, к которой относят Мировой океан, континентальные и подземные воды планеты, а также ледники.

Роль водных ресурсов заключается в их поддержании жизнедеятельности человека, животных и растений, она является поставщиком кислорода, который используется для фотосинтеза, универсальным растворителем и средой обитания для многих живых организмов. Кроме этого, вода концентрирует в себе тепло из атмосферы, а при понижении температуры отдает это тепло обратно в окружающую среду, что способствует регуляции климата на нашей планете. Вода размывает трещины в скалистых горах, затем расширяет их во время зимних холодов, что способствует созданию новых геологических объектов [1].

Не стоит забывать о важности воды в повседневной жизни человека. Большие объемы воды расходуются на промышленность, реки и озера служат водными транспортными путями и источниками вылова рыбы, благодаря воде работают ГЭС и существует сельское хозяйство. Все водные объекты, пригодные для отдыха, можно отнести к рекреационным ресурсам [2].

Вода является самым распространенным веществом на Земле. Однако, 97% от общего объема воды является соленой, то есть практически полностью не пригодной

для питья и бытовых нужд. Лишь 3% воды на Земле - это пресная вода, 2/3 которой находятся в ледниках, а оставшаяся часть сконцентрирована в поверхностных и грунтовых водах. Общее количество пресной воды на нашей планете составляет около 35 млн кубических километров [3].

С точки зрения географии вода, благодаря ее естественному круговороту в природе, является неисчерпаемым природным ресурсом, но из-за большой антропогенной нагрузки качество воды ухудшается, что делает ее непригодной для питья. Поэтому важно не только количество пресной воды, но и ее качество. Из чего можно сделать вывод, что чистая пресная вода является исчерпаемым ресурсом [3].

Проблема нехватки пресной питьевой воды с XX века рассматривается как глобальная проблема современности. Население планеты стремительно растёт, и при этом возрастает потребность в чистой питьевой воде [4].

Лабораторные анализы качества пресной воды являются дорогостоящей услугой. Однако, для оценки качества воды можно прибегнуть к доступным методам. Например, к методу биоиндикации.

Биоиндикация – это метод оценки качества природной среды по состоянию её биоты, основанный на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов другие [5].

Фитоиндикация – это составная часть биоиндикации, которая позволяет осуществлять мониторинг окружающей среды по состоянию растительного покрова. При оценке состояния окружающей среды оценивается внешний облик растений, а также их анатомические и физиологические особенности. С помощью фитоиндикации можно определить такие факторы, как увлажнение, минеральное питание, освещённость, температура и другие [5].

Типы биоиндикаторов:

1. Чувствительный. Быстро реагирует значительным отклонением показателей от нормы. Например, отклонения в поведении животных, в физиологических реакциях клеток могут быть обнаружены практически сразу после начала действия нарушающего фактора.

2. Аккумулятивный. Накапливает воздействия без проявляющихся нарушений. Например, лес на начальных этапах его загрязнения или вытаптывания будет прежним по своим основным характеристикам (видовому составу, разнообразию, обилию и пр.). Лишь по прошествии какого-то времени начнут исчезать редкие виды, произойдет смена преобладающих форм, изменится общая численность организмов и т.д. Таким образом, лесное сообщество как биоиндикатор не сразу обнаружит нарушение среды [6].

Биоиндикаторы принято описывать с помощью двух характеристик: специфичность и чувствительность. При низкой специфичности биоиндикатор реагирует на разные факторы, при высокой – только на один. При низкой чувствительности биоиндикатор отвечает только на сильные отклонения фактора от нормы, при высокой – на незначительные [7]. Хорошим биоиндикатором является кресс-салат – однолетнее овощное растение, которое обладает повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами и к загрязнению воздуха выбросами автотранспорта. Семена отличаются быстрым прорастанием при температуре 20-25°С (на четвертый-пятый день), почти стопроцентной всхожестью (норма – 90-95%), которая очень заметно уменьшается в присутствии загрязнителей [7].

Целью данного исследования является рассмотрение вопроса фитоиндикации с помощью кресс-салата, как метода оценки показателей качества воды.

Задачей данного исследования является оценка 4 проб пресной воды, включающих в себя дистиллированную воду (контроль), водопроводную воду, природную вода, взятую из р. Орлик и сточную воду после дождя, взятую из лужи вблизи склада ТБО.

Методы исследования. На дно чашек Петри помещались заранее вырезанные диски из фильтровальной бумаги, служащие заменой естественного субстрата. Поверх фильтровальной бумаги на одинаковом расстоянии друг от друга раскладывались 25

семян кресс-салата производства ООО «Агрофирма АЭЛИТА», затем семена накрывались вторым слоем фильтровальной бумаги. Заключительным этапом закладки опыта было увлажнение семян 4 разными пробами пресной воды.

По мере высыхания фильтровальной бумаги производилась доливка воды. Для точности результатов эксперимент был заложен в трехкратной повторности, а все показатели усреднены и указаны в таблицах 1, 3.

Результаты и их обсуждение

Первичный визуальный осмотр воды позволяет приблизительно установить уровень её загрязнения. Для этого используются такие показатели, как цветность, мутность, прозрачность, запах, pH, осадок.

Уровень pH определялся с помощью лакмусовых полосок. Для определения осадка все 4 пробы воды были пролиты через фильтровальную бумагу. Полученные данные первичного осмотра по всем 4 пробам воды указаны в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, наихудшими показателями по первичному осмотру отличился вариант опыта 4 (сточная вода после дождя, взятая из лужи вблизи склада ТБО). Эта проба воды отличилась наибольшей кислотностью, высокими показателями по цветности, мутности и прозрачности, присутствует характерный «бензиновый» запах, содержит большое количество пыли. Природная вода (вариант 3) из реки обладает средними показателями по мутности, прозрачности и цветности, pH приближенный к нейтральному, присутствует естественный природный «тинистый» запах, характерный для естественных рек и озер, присутствует небольшое количество илистых частичек. Водопроводная вода (вариант 2) обладает низкой цветностью, маломутностью и прозрачностью, имеется небольшой белый осадок и характерный «хлористый» запах низкой интенсивности, на фильтре присутствует легкий белый налет.

Наиболее приемлемым уровнем pH для пресной воды является 6,5-8,5 единиц. По данным таблицы 1 видно, что уровень pH всех четырёх образцов попадает в указанный для пресной воды диапазон.

Таблица 1 – Показатели первичного осмотра проб воды

Показатели	**Контроль**	**Водопроводная вода**	**Природная вода**	**Сточная вода**
Цветность	20	25	30	35
Мутность	Маломутная	Маломутная	Средняя мутность	Мутная
Прозрачность	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	Маломутная
Запах	Отсутствует	Легкий хлористый	Тинистый	Бензиновый
pH	7,0	8,0	7,5	6,0
Осадок	Отсутствует	Легкий белёсый налет	Илистые частички	Большое содержание пыли

По средним показателям семена кресс-салата прорастают на 4-5 день. В нашем опыте первые ростки во всех вариантах опыта, кроме 4, появились на 3 дней. В 4 варианте опыта ростки проклюнулись в конце 4 дня. По этим первичным показателям всхожести можно сделать вывод, что ни один из образцов воды не содержит высокотоксичных и опасных загрязнителей.

По усредненным показателям трехкратной повторности наилучшая всхожесть была зафиксирована в контроле, всхожесть семян в данном варианте опыта составила 96%. В варианте опыта с природной речной водой показатели всхожести семян уменьшились на 12% и составили 84%, в варианте с водопроводной водой всхожесть уменьшилась на 4% и составила 92%. В 4 варианте опыта всхожесть семян снизилась на 20% по сравнению с контролем и составила 76%, что является худшим результатом по сравнению с остальными вариантами опыта.

Таблица 2 – Показатели всхожести семян кресс-салата

Вариант опыта	**Исходное количество семян**	**Количествово проросших семян**	**Всхожесть семян, %**
Контроль	25	24	96
Водопроводная вода	25	23	92
Речная вода	25	21	84
Сточная вода	25	19	76

Если сравнивать полученные опытным путем и усредненные данные с показателями и критериями загрязнения воды, указанными в таблице 3, можно сделать вывод, что в вариантах опыта с контролем и водопроводной водой загрязнение воды отсутствует, а индекс токсичности составляет <0,1. В вариантах опыта с природной и сточной водой степень загрязнения выражена слабо, а индекс токсичности составляет 0,1-0,35. По полученным данным можно сделать вывод, что природная и сточная вода являются потенциально опасными.

Таблица 3 – Показатели и критерии загрязнения воды

Показатели	**Степень загрязнения**			
	Отсутствует	Слабое	Среднее	Сильное
Всхожесть, %	90-100	65-90	30-65	<30
Индекс токсичности	<0,1	0,1-0,35	0,36-0,7	>0,71

После появления проростков семян кресс-салата во всех вариантах опыта проводился ежедневный мониторинг состояния ростков. В целом, развитие ростков во всех вариантах опыта, кроме четвёртого, проходило хорошо, в четвёртом варианте было замечено отставание в развитие по сравнению с другими вариантами опыта. Данные по биометрическим показателям проростков по всем четырем вариантам опыта фиксировались на 5, 7 и 10 сутки после закладки опыта, все полученные данные усреднены и указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Биометрические показатели проростков кресс-салата

Вариант опыта	**5 сутки**		**7 сутки**		**10 сутки**	
	Длина ростков	Длина корня	Длина ростков	Длина корня	Длина ростков	Длина корня
Контроль	11 мм	6 мм	15 мм	9 мм	23 мм	14 мм
Водопроводная вода	10 мм	5 мм	14 мм	8 мм	21 мм	13 мм
Речная вода	9 мм	6 мм	12 мм	8 мм	19 мм	12 мм
Сточная вода	7 мм	4 мм	10 мм	7 мм	16 мм	10 мм

Из данных таблицы 4 видно, что ростки в вариантах опыта с контролем, водопроводной и речной водой развивались хорошо, дружно. Из этого можно сделать вывод, что эти образцы воды не содержат потенциально опасных загрязняющих веществ. В варианте опыта со сточной водой биометрические показатели ростков значительно хуже, заметно явное замедление развития растений. Так на 10 сутки длина ростков в варианте со сточной водой составила 16 мм, а длина корня 10 мм, что значительно меньше по сравнению с данными, полученными в контрольном варианте – длина ростков 23 мм, длина корня 14 мм. В варианте опыта с водопроводной и речной водой показатели длины ростков на 10 день составили 21 мм и 19 мм, а длина корней 13 мм и 12 мм соответственно, что незначительно меньше по сравнению с контролем.

Выводы. По итогам эксперимента по определению всхожести семян при использовании образцов различной пресной воды было выявлено, что процесс прорастания с использованием дистиллированной (контроль), водопроводной и природной воды существенно не отличался, сроки прорастания и всхожесть соответствовала норме, проростки развивались нормально. При использовании сточной воды после дождя, взятой из лужи вблизи склада ТБО, всхожесть составила 76%, что на 20% меньше по сравнению с контролем, а индекс токсичности воды составил 0,1-0,35, из чего можно сделать вывод о среднем показателе загрязненности 4 образца воды.

В варианте опыта со сточной водой биометрические показатели ростков значительно снизились. Средняя длина проростков в варианте опыта со сточной водой уменьшилась на 30,5% и составила 16 мм, а длина корня сократилась на 28% и составила 10 мм при средних показателях длины проростков 23 мм и длине корня 14 мм в контрольном варианте. Полученные данные позволяют нам сделать вывод о потенциальном содержании вредных веществ, негативно влияющих на развитие кресс-салата, в образце со сточной водой после дождя, взятой из лужи вблизи склада ТБО.

В ходе создания данного проекта была изучена литература о биоиндикации как методе исследования окружающей среды, биологических особенностях тест-организма кресс-салата, проведена серия экспериментов по изучению влияния состава пресной воды на всхожесть и процесс прорастания семян кресс-салата. Результаты показали, что состав пресной воды может существенно влияет на процесс прорастания семян. Данный метод фитоиндикации позволяет провести оценку качества и биобезопасности пресной воды, но, к сожалению, не позволяет выявить конкретные потенциально опасные вещества, вредные для живых организмов.

Библиография:

1. Туова Т.Г., Мельникова Т.Н., Теучеж Д.Т. Республика Адыгея. Водные ресурсы: Монография. Майкоп: АГУ, 2021. 120 с.

2. Фоменко А.И. Водные и минеральные природные ресурсы: Учебное пособие. Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 196 с.

3. Щербинина С.В. Природно-ресурсный потенциал России (климатические, водные, земельные ресурсы): Учебно-методическое пособие. Воронеж: ВГУ, 2017. 68 с.

4. Карташев А.Г. Биоиндикация антропогенных загрязнений: Монография. М. : ТУСУР, 2019. 226 с.

5. Околелова А.А., Егорова Г.С., Нефедьева Е.Э. Деградация, ремедиация и биоиндикация почв: Учебное пособие. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2022. 144 с.

6. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах: Учебное пособие для высших учебных заведений / Н.В. Зуева [и др.]. СПб. : РГГМУ, 2019. 78 с.

7. Тлеумуратова Н.Ф. Кудайбергенова У.К. Методы биоиндикации для оценки качества водной среды. Ульяновск: УлГУ, 2018. 119 с.

8. Игнатова Г.А., Семёнова О.В. Индикационные исследования загрязнения городской среды // Использование генетических ресурсов сельскохозяйственных растений в современном земледелии: сборник материалов Региональной межвузовской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, посвящённой 125-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова, 2012. С.197-200.

9. Игнатова Г.А. Фитомодуляторы – регуляторы развития растений // Экология селитебных территорий и агроэкосистем: сборник материалов Международной научно-практической интернет-конференции, 2017. С. 145-149.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 635 074

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ МИКРОЗЕЛЕНИ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫХ

Захарова П.А., бакалавр 2 курса
направления подготовки 35.03.05 Садоводство,
Катаев А.С., к.с.-х.н., старший научный сотрудник, старший преподаватель.
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

АННОТАЦИЯ
В статье представлены результаты исследований по определению влияния биоугля на урожайность микрозелени культур семейства Капустных. Было установлено, что наибольшую урожайность возможно получить при выращивании кресс-салата – 1,29 кг/м^2, что на 53-68% выше по сравнению с другими культурами. Внесение биоугля способствовало снижению всхожести семян культур семейства капустных – на 8-15%, высоты ростков – на 0,3-0,5 см, урожайности микрозелени – на 0,17-0,34 кг/м^2, но способствовало повышению содержания сухого вещества в микрозелени – на 0,9-1,9%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Биоуголь, микрозелень, культуры семейства Капустных, урожайность, высота ростков.

ABSTRACT
The article presents the results of research to determine the effect of biochar on the yield of microgreens of Cabbage family crops. It was found that the highest yield can be obtained by growing watercress – 1.29 kg/m^2, which is 53-68% higher compared to other crops. The introduction of biochar helped to reduce the germination of cabbage family seeds by 8-15%, the height of shoots by 0.3–0.5 cm, the yield of microgreens by 0.17–0.34 kg/m^2, but contributed to an increase in the dry matter content in microgreens by 0.9-1.9%.

KEYWORDS
Biochar, microgreens, Cabbage familiae yield, height of shoots

Введение. Микрозелень – это всходы различных культур, выращиваемых в условиях закрытого грунта на различных субстратах [1]. В качестве субстратов чаще всего используют кокосовый и торфяной субстрат, агровату, льноковрики [2]. Для проращивания микрозелени подходят культуры семейств крестоцветных, бобовых и злаковых. Максимальный рост микрозелени не превышает 10 см, а жизненный цикл ограничивается 2 неделями. На этом этапе наступает пик их питательной ценности, когда концентрация витаминов и минералов достигает максимума, в разы опережая зрелые растения. Микрозелень является экологически чистым продуктом, полностью готовым к употреблению. Сбор микрозелени можно осуществлять сразу при появлении первых настоящих листочков [3]. Исследованиями доказано, что 30 г микрозелени по витаминной ценности могут заменить более 1 кг свежих фруктов, а содержание полезных веществ может превосходить в 4-40 раз их содержание во взрослых растениях [4].

Биоуголь – это материал, получаемый путем пиролиза биомассы, в частности древесины, при высоких температурах и контролируемом дефиците кислорода [5]. Научно установлено, что внесение биоугля в качестве добавки для улучшения свойств водной среды при выращивании микрозелени может способствовать повышению ее урожайности и качества [6, 7].

Цель исследования – изучить влияние биоугля на урожайность микрозелени культур семейства Капустных.

Методика проведения исследования: двухфакторный опыт был заложен 14.01.25 в условиях гидропонного цеха агропространства ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ по схеме: фактор А – культура семейства капустных: A_1 – брокколи, A_2 – мизуна, A_3 – капуста краснокочанная, A_4 – кресс-салат. Фактор В – концентрация водного раствора биоугля: B_1 – без внесения (к), B_2 – 1%, B_3 – 3%, B_4 – 5%. Повторность в опыте – трехкратная. Изучали биоуголь из хвойного короотвала. Растворы биоугля приготавливали за сутки до закладки опыта. За контрольный вариант принимали дистиллированную воду. Микрозелень высевали в пластиковых лотках площадью 58 $см^2$ на поддонах, наполненных водой. За одно повторение принимали один лоток. Поддоны располагали на полке стеллажа под круглосуточным искусственным освещением. В качестве субстрата использовали агровату. Норма высева – 15 шт./$см^2$. Сбор микрозелени провели 22.01.25.

Объекты исследований – семена микрозелени капусты брокколи сорта Рапини, семена микрозелени капусты японской Мизуна сорта Изумрудный узор, семена микрозелени Капусты краснокочанной сорта Lyudmila, семена микрозелени кресс-салата сорта Весенний.

Результаты исследований. Наибольшая всхожесть семян отмечается при выращивании капусты мизуны – 73%, что существенно выше по сравнению с другими изучаемыми культурами – на 4-36% (табл. 1). При внесении 1-5% водной концентрации биоугля всхожесть семян культур семейства капустных снижается в среднем на 8-15%. Это обусловлено значительным снижением всхожести семян при выращивании микрозелени брокколи – на 22-27% и кресс-салата – на 18-25%.

Показатели всхожести семян обуславливают формирование густоты ростков, которая была значительно выше при выращивании микрозелени капусты мизуны – на 0,6-5,3 шт./$см^2$, а также в варианте без внесения биоугля – на 1,3-2,3 шт./$см^2$.

Таблица 1 – Густота ростков и всхожесть семян

Культура семейства капустных (А)	**Концентрация раствора (В)**								**Среднее по А**	
	без внесения		1%		3%		5%			
	густота ростков, шт./$см^2$	всхожесть семян, %	густота ростков, шт./$см^2$	всхожесть семян, %	густота ростков, шт./$см^2$	всхожесть семян, %	густота ростков, шт./$см^2$	всхожесть семян, %	густота ростков, шт./$см^2$	всхожесть семян, %
Брокколи	9,0	60	5,7	38	5,0	33	5,3	35	6,3	42
Мизуна	11,0	73	11,0	73	12,7	85	9,0	60	10,9	73
Капуста краснокочанная	5,7	38	6,7	45	4,0	27	6,0	40	5,6	37
Кресс-салат	12,7	85	10,0	67	9,7	65	9,0	60	10,3	69
Среднее по В	9,6	64	8,3	56	7,8	52	7,3	49		
$НСР_{05}$ главных эффектов				по фактору А					0,4	3
				по фактору В					0,5	3
$НСР_{05}$ частных различий				по фактору А					0,9	6
				по фактору В					0,9	6

Высота ростков кресс-салата была на 0,7-1,3 см выше по сравнению с микрозеленью других изучаемых культур. Это отмечается при каждом варианте внесения водной концентрации биоугля: без внесения – на 1,4-2,0 см, при 1% концентрации – на 0,9-1,4 см, при 3% – на 0,4-1,1 см, при 5% – на 0,2-0,7 см. При увеличении концентрации водного раствора биоугля высота растений существенно снижается на 0,3-0,5 см.

Таблица 2 – Высота ростков, см

Культура семейства капустных (А)	**Концентрация раствора (В)**				**Среднее по А**
	без внесения	1%	3%	5%	
Брокколи	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0
Мизуна	1,9	1,6	1,5	1,7	1,7
Капуста краснокочанная	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Кресс-салат	3,5	2,9	2,4	2,1	2,7
Среднее по В	**2,3**	**2,0**	**1,8**	**1,8**	
$НСР_{05}$ главных эффектов		по фактору А		0,1	
		по фактору В		0,1	
$НСР_{05}$ частных различий		по фактору А		0,2	
		по фактору В		0,2	

Сбор микрозелени кресс-салата с одного лотка составил 7,46 г, что существенно выше по сравнению с микрозеленью других культур – на 4,01-5,09 г (табл. 3). Это обусловлено достаточно высокой всхожесть семян и существенно бóльшей высотой растений – на 0,7-1,3 см (табл. 2). Наибольший сбор микрозелени кресс-салата отмечается при любой концентрации водного раствора биоугля: без внесения – на 5,26-6,95 г, при 1% концентрации – на 4,93-6,43 г, при 3% концентрации – на 4,01-6,09 г, при 5% концентрации – на 1,49-3,12 г.

При повышении концентрации биоугля в растворе сбор микрозелени снижается на 0,99-1,97 г или на 20-39%.

Таблица 3 – Сбор микрозелени с одного лотка, г

Культура семейства капустных (А)	**Концентрация раствора (В)**				**Среднее по А**
	без внесения	1%	3%	5%	
Брокколи	2,55	3,03	2,30	1,58	2,37
Мизуна	3,91	3,26	3,45	3,21	3,45
Капуста краснокочанная	4,24	1,76	1,37	2,81	2,55
Кресс-салат	9,50	8,19	7,46	4,70	7,46
Среднее по В	5,05	4,06	3,64	3,08	
$НСР_{05}$ главных эффектов		по фактору А		0,29	
		по фактору В		0,66	
$НСР_{05}$ частных различий		по фактору А		0,58	
		по фактору В		1,32	

Наибольшая урожайность отмечается у микрозелени кресс-салата – 1,29 кг/м^2, что существенно выше, чем у других изучаемых культур – на 0,69-0,88 кг/м^2 или на 53-68% (табл. 4). Это обусловлено значительно бóльшей массой микрозелени с одного лотка – на 4,01-5,09 г (табл. 3) и высотой ростков – на 0,7-1,3 см (табл. 2). Отмечали существенное снижение урожайности микрозелени при внесении биоугля по сравнению с контролем – на 0,17-0,34 кг/м^2. Наиболее существенно снижается урожайность при выращивании микрозелени капусты краснокочанной – на 0,24-0,49 кг/м^2 и кресс-салата – на 0,23-0,83 кг/м^2. При выращивании микрозелени капусты брокколи и мизуны отмечаются лишь тенденции снижения.

Таблица 4 – Урожайность микрозелени, кг/м^2

Культура семейства капустных (А)	**Концентрация раствора (В)**				Среднее по А
	без внесения	1%	3%	5%	
Брокколи	0,44	0,52	0,40	0,27	0,41
Мизуна	0,67	0,56	0,59	0,55	0,60
Капуста краснокочанная	0,73	0,30	0,24	0,49	0,44
Кресс-салат	1,64	1,41	1,29	0,81	1,29
Среднее по В	0,87	0,70	0,63	0,53	
$НСР_{05}$ главных эффектов		по фактору А		0,05	
		по фактору В		0,11	
$НСР_{05}$ частных различий		по фактору А		0,10	
		по фактору В		0,23	

Содержание сухого вещества в микрозелени кресс-салата оказалось существенно ниже по сравнению с другими культурами семейства капустных – на 1,1-2,8% (табл. 5). При внесении биоугля содержание сухого вещества в ростках микрозелени увеличивалось в среднем на 0,9-1,9%, что отмечается при выращивании микрозелени всех изучаемых культур: капусты брокколи – на 0,3-1,1%, мизуны – на 1,2-2,0%, капусты краснокочанной – на 1,0-3,2%, кресс-салата – на 0,5-3,5%.

Таблица 5 – Содержание сухого вещества в ростках микрозелени, %

Культура семейства капустных (А)	**Концентрация раствора (В)**				**Среднее по А**
	без внесения	1%	3%	5%	
Брокколи	11,2	12,1	12,3	11,5	11,8
Мизуна	8,9	10,4	10,1	10,9	10,1
Капуста краснокочанная	9,9	10,9	13,1	11,8	11,4
Кресс-салат	7,5	7,9	9,7	11,0	9,0
Среднее по В	9,4	10,3	11,3	11,3	
$НСР_{05}$ главных эффектов		по фактору А		0,8	
		по фактору В		0,4	
$НСР_{05}$ частных различий		по фактору А		1,7	
		по фактору В		0,7	

Заключение. Значительно бóльшая урожайность отмечается при выращивании микрозелении кресс-салата – на 0,69-0,88 кг/м^2 или на 53-68% по сравнению с другими изучаемыми культурами, что обусловлено бóльшей массой микрозелени с одного лотка – на 4,01-5,09 г и высотой ростков – на 0,7-1,3 см.

Внесение биоугля способствовало снижению всхожести семян культур семейства капустных – на 8-15%, высоты ростков – на 0,3-0,5 см, урожайности микроезелени – на 0,17-0,34 кг/м^2, но способствовало повышению содержания сухого вещества в микрозелени – на 0,9-1,9%.

Библиография:

1. Стариков С.И. Микрозелень как способ витаминизации жителей Сибири // Агробиоинженерия: сборник статей Всероссийской конференции-конкурса молодых исследователей, 01 февраля 2021 г. М. : ООО «Мегаполис», 2021. С. 115-120.

2. Жигарева А.В. Выращивание микрозелени на субстратах разного типа // Социально-экологические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 26 апреля 2024 г. Улан-Удэ: Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Бурятский государственный университет», 2024. С. 60-61.

3. Марченко А.С. Выращивание микрозелени в помещении методом гидропоники // Село: вчера, сегодня, завтра: материалы региональной школьной научно-практической конференции, посвященной 145-летию Тюменского Александровского реального училища и 65-летию ГАУ Северного Зауралья, 19 апреля 2024 г. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. С. 93-104.

4. Пашкевич А., Чайковсакий А. Микрозелень. Функциональный продукт XXI века // Наука и инновации. 2021. № 12(226). С. 76-80.

5. Брикманс А.В., Нестерова О.В. Сравнительный анализ биоуглей из различных источников растительного происхождения // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук, 26-28 июня 2024 г. Курск: Курский федеральный аграрный научный центр, 2024. С. 169-171.

6. Влияние внесения древесного биоугля в серую лесную почву на продуктивность гороха посевного / Т.Г. Кольцова, В.И. Кулагина, А.Н. Грачев, Л.М. Сунгатуллин // Почвы в биосфере: сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, 10-14 сентября 2018 г. / Ответственный редактор А.И. Сысо. Т. Ч. 2. Новосибирск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2018. С. 81-84.

7. Соболева О.М. Выращивание микрозелени крестоцветных в условиях светокультуры // Аграрный вестник Нечерноземья. 2024. № 2(14). С. 28-36.

УДК 633.11/ 631.811.93

ВЛИЯНИЕ APASIL НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ СОРТА «АЛЕКСЕИЧ»

Мальцев Е.А., бакалавр 2 курса
направления подготовки 35.03.04 Агрономия,
Сорокина М.В., **Мозгова Е.К.**, ассистенты, **Икусов Р.А.**, старший преподаватель.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
В статье приведены данные по влиянию стимулятора роста ApaSil на посевные качества семян озимой пшеницы сорта Алексеич. Проводилась обработка семян разной дозой стимулятора роста ApaSil. Выявлено что, Apasil оказал положительный эффект на всхожесть семя озимой пшеницы сорта Алексеич. На энергию прорастания был оказан отрицательный эффект. При этом, стоит отметить, что стимулятор роста не оказывает существенной роли на прорастание и всхожесть семян озимой пшеницы и его польза остается на уровне микроэлемента.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Стимулятор роста, пшеница озимая, сорт Алексеич ApaSil, всхожесть, энергия прорастания.

ABSTRACT
The article presents data on the effect of the growth stimulator ApaSil on the sowing qualities of winter wheat seeds of the Alekseich variety. The seeds were treated with different doses of the growth stimulator ApaSil. It was found that Apasil had a positive effect on the germination

of winter wheat seeds of the Alekseich variety. A negative effect was exerted on the germination energy. At the same time, it is worth noting that the growth stimulator does not have a significant role in the germination and germination of winter wheat seeds and its benefit remains at the level of a microelement.

KEYWORDS
Growth stimulator, winter wheat, Alekseich ApaSil variety, germination, germination energy.

Введение. Кремний довольно широко распространен в коре земного шара. Однако наблюдается несоответствие между распространением данного элемента в природе и имеющимися знаниями о нем. Кремний и его соединения являются обязательными элементами тканей растений и животных. Он присутствует во всех пищевых продуктах растительного происхождения [4]. В золе культурных растений содержание кремния колеблется в среднем от 0,16 % до 8,4 %. Максимальное количество кремния содержат злаковые культуры (8–16 %), а растения риса – до 15–20 % оксида кремния [3].

Кремний в растительном организме выполняет множество функций, способствует лучшему росту и развитию, повышению урожайности, особую роль играет при стрессовых ситуациях. Отсутствие кремния в растении приводит к замедленному росту, отставанию в развитии. Это единственный питательный элемент, который не нарушает состояние растений при его избытке [4].

В последнее время кремний является часто обсуждаемым элементом, который все больше используют для укрепления и повышения устойчивости культур. Знания о воздействии этого микроэлемента на сельскохозяйственные культуры продолжают расширяться, так как кремний – один из основных компонентов почвы, но он редко встречается в легкоусвояемой для растений форме, хотя растения явно получают пользу от его применения.

Целью исследования является выявить влияния предпосевной обработки семян пшеницы озимой сорта Алексеич стимулятором роста ApaSil на энергию прорастания и всхожесть.

Объекты и матоды исследований. Объект исследований – семена пшеницы мягкой озимой сорта: Алексеич (отечественная селекция).

Обработанный семена (50 шт) озимой пшеницы проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 20°С, в двух кратной повторности.

Таблица 1 – Схема опыта

Контроль – семена замачивали в дистиллированной воде	Семена замачивали в дистиллированной воде + ApaSil 25 г/т семян	Семена замачивали в дистиллированной воде + ApaSil 50 г/т семян	Семена замачивали в дистиллированной воде + ApaSil 75 г/т семян	Семена замачивали в дистиллированной воде + ApaSil 100 г/т семян

Исследовали влияние различных доз водного раствора стимулятора роста ApaSil на качество посевных семян пшеницы озимой с использованием лабораторного метода согласно ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур [5]. Методы определения всхожести» [1].

Учитывали следующие показатели: энергия прорастания, всхожесть семян, количество. Статистическая обработка данных осуществлялась дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [2, 5].

Результаты исследования. Кремний (Si) является необходимым элементом питания для высших растений, включая пшеницу. Он способствует повышению прочности клеточных стенок, что способствует устойчивости растения к полеганию,

повышению фотосинтетической активности, активности роста корневой системы и листового аппарата.

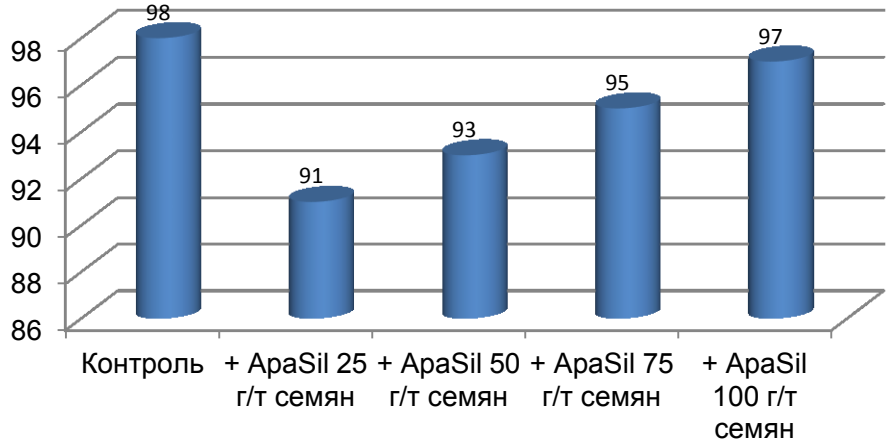


Рисунок 1 – Влияние стимулятора роста ApaSil на энергию прорастания семян пшеницы озимой сорта Алексеич, %

Польза кремния зависит от его способности накапливаться в тканях растения, что обусловлено наличием его доступных форм в почве, а также способностью сортов пшеницы его усваивать.

Проведение учетов прорастания семян пшеницы мягкой озимой в соответствии с ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Определение всхожести.» предполагает определение всхожести и энергии прорастания. На третий день после начала процесса прорастания определяется активация энергии в семенах, а через семь дней происходит появление всходов. В качестве всхожих семян рассматриваются те, которые дали росток и нормально развитый корешок [5].

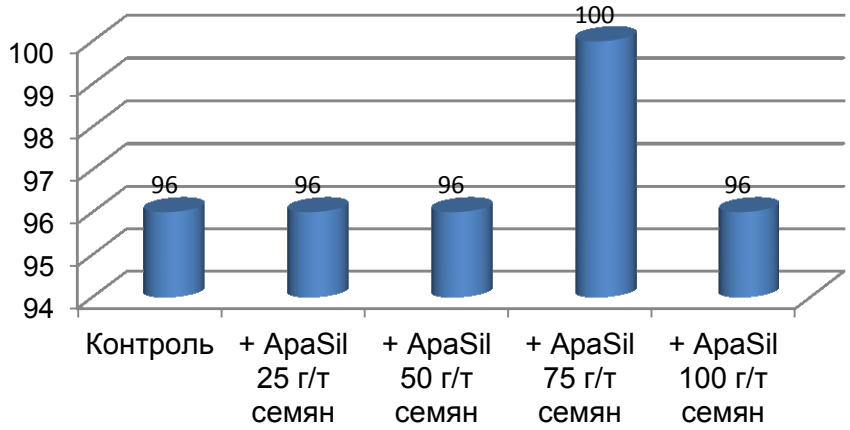


Рисунок 2 – Влияние стимулятора роста ApaSil на всхожесть семян пшеницы озимой сорта Алексеич, %

Данные, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о том, что энергия прорастания во всех вариантах опыта была на уровне стандарта при обработке семян стимулятором роста ApaSil. В вариантах опыта у пшеницы мягкой озимой сорт Алексеич с дозами внесения адаптогена 25 и 50 г/т семян, энергия прорастания существенно была ниже контрольного варианта на 5-7%.

На рисунке 2 приведены результаты исследований, которые наглядно отображают влияние стимулятора роста ApaSil на всхожесть семян пшеницы озимой сорта Алексеич. Установлено, что применение адаптогена ApaSil с разными нормами

расхода, были на уровне контроля. Вариант с применением 75 г/т семян показал наиболее высокий результат.

Кремний относится к важным элементам, входящих в минеральный состав коронарных клеток корневого чехлика и выделяемых корневыми волосками слизей. Поэтому улучшение кремниевого питания растений приводит к увеличению биомассы корней, их объема, общей и рабочей адсорбирующей поверхности. Также применение удобрений, содержащих кремний, улучшает газообмен корневой системы [3, 5].

Обработка семян различными дозами раствора адаптогена привела к увеличению скорости прорастания семян пшеницы мягкой озимой и положительно повлияла на основные характеристики пшеницы мягкой озимой сорта Алексеич [5].

На рисунке 3 представлены данные по влиянию стимулятора роста ApaSil на длину корней озимой пшеницы сорта Алексеич. Наибольшая средняя длина корней отмечалась при внесении 50 г/т семян, что на 6% выше контроля. Остальные варианты были на уровне стандарта.

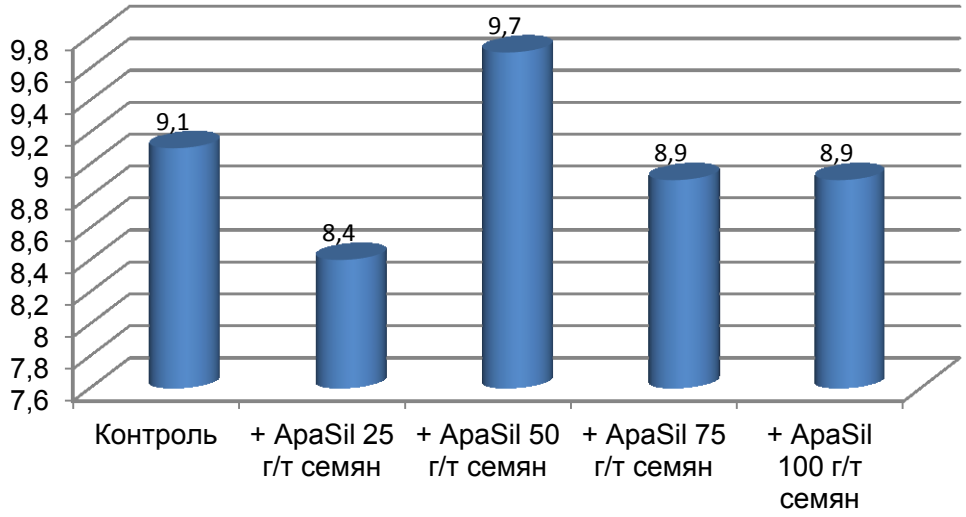


Рисунок 3 – Средняя длина корней семян пшеницы озимой сорта Алексеич под влиянием предпосевной обработки адаптогеном ApaSil, %

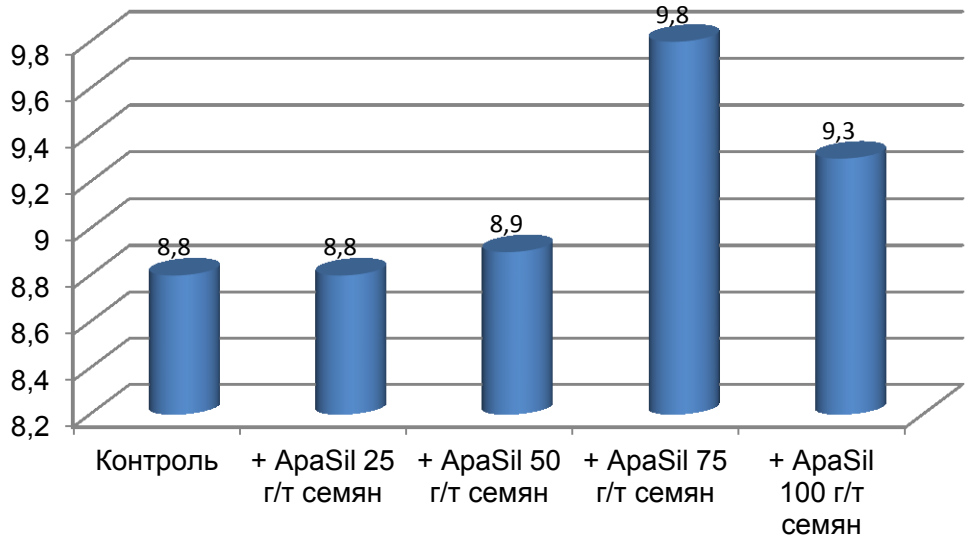


Рисунок 4 – Влияние стимулятора роста ApaSil на длину побегов семян пшеницы озимой сорта Алексеич, %

Исходя из данных представленных на рисунке 4 можно сделать выводы, что при применении стимулятора роста ApaSil нмаксимальная средняя длина побегов отмечалась у варианта 75 г/т семян – 9,8 см или на 11,3% выше контроля. На остальных вариантах, данный показатель соответствовал контролю.

Вывод. Стимулятор роста Apasil оказал положительный эффект на всхожесть семян озимой пшеницы сорта Алексеич. На энергию прорастания был оказан отрицательный эффект. При этом, стоит отметить, что кремний не оказывает существенной роли на прорастание и всхожесть семян озимой пшеницы, и его польза остается на уровне микроэлемента.

Библиография:

1. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Определение всхожести.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Книга по Требованию, 2012.С. 352.
3. Козлов А.В., Куликова А.Х., Яшин Е.А. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах // Вестник Мининского университета. 2015. № 2 (10). С. 23-31.
4. Колесников М.П. Формы кремния в растениях // Успехи биологической химии. 2001. № 41. С. 301-332.
5. Влияние предпосевной обработки семян пшеницы мягкой озимой адаптогеном Apasil на посевные качества / В.Т. Лобков, Ю.А. Бобкова, Е.К. Мозгова [и др.] // Вестник аграрной науки. 2024. № 3(108). С. 18-25.
6. Самсонова Н.Е. Кремний в растительных и животных организмах // Агрохимия. 2019. № 1. С. 86-96.

УДК 631.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Савкин А.С., магистрант 2 курса
направления подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.
Научный руководитель: к.с.-х.н., доцент Игнатова Г.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена комплексному анализу путей совершенствования применения удобрений в Орловской области. В ней рассмотрены ключевые проблемы, связанные с нерациональным использованием удобрений, в том числе вопросы качества продукции, недостаточной осведомлённости сельскохозяйственных производителей и отсутствия современных технологий. Предложен комплекс мер, направленных на повышение эффективности и экологической безопасности применения удобрений. В частности, рассматриваются вопросы усиления контроля качества и регулирования рынка, создания единого реестра производителей и поставщиков, ужесточения ответственности за фальсификацию, а также расширения информирования потребителей. Особое внимание уделяется развитию цифровых платформ для управления применением удобрений, поддержке производства и использования органических удобрений, а также разработке и распространению научно обоснованных рекомендаций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Удобрения, сельское хозяйство, Орловская область, качество удобрений, фальсификация, органические удобрения, информирование потребителей, регулирование рынка, устойчивое развитие, агрохимия.

ABSTRACT
This work is devoted to a comprehensive analysis of ways to improve the use of fertilizers in the Orel region. It examines key issues related to the irrational use of fertilizers, including product quality issues, lack of awareness among agricultural producers, and the lack of modern technology. A set of measures aimed at improving the efficiency and environmental safety of fertilizer application is proposed. In particular, the issues of strengthening quality control and market regulation, creating a unified register of manufacturers and suppliers, tightening liability for falsification, as well as expanding consumer awareness are being considered. Special attention is paid to the development of digital platforms for managing the use of fertilizers, supporting the production and use of organic fertilizers, as well as the development and dissemination of scientifically sound recommendations.

KEYWORDS
Fertilizers, agriculture, Oryol region, fertilizer quality, adulteration, organic fertilizers, consumer awareness, market regulation, sustainable development, agrochemistry.

Введение. Система внесения удобрений в Орловской области характеризуется противоречивой ситуацией. С одной стороны, наблюдается рост применения минеральных удобрений, особенно в крупных агрохолдингах, и некоторый интерес к современным технологиям, таким как точное земледелие. С другой стороны, существует значительное неравенство в применении удобрений между крупными и малыми хозяйствами, дисбаланс в использовании азотных, фосфорных и калийных удобрений, а также низкий уровень применения органических и биологических удобрений. Многие хозяйства сталкиваются с нехваткой знаний, экономических ресурсов и современной техники, что приводит к неэффективному использованию удобрений и потенциальным экологическим рискам.

Целью данной статьи является анализ существующей системы удобрения выявление проблем и недостатков и, на основе проведённого анализа, предложение конкретных путей совершенствования технологии применения удобрений.

Задачи:

- анализ текущего состояния системы удобрений в Орловской области;
- пути совершенствования системы применения удобрений в Орловской области.

Результаты и их обсуждение. В Орловской области в сельском хозяйстве применяются различные виды удобрений, в том числе минеральные (азотные, фосфорные, калийные, комплексные), органические (навоз, помёт, торф, компост, сидераты). Минеральные удобрения, особенно азотные, преобладают в структуре использования, в то время как применение органических удобрений ограничено из-за логистических трудностей и низкой распространённости органического земледелия. Наблюдается растущий интерес к биологическим препаратам, хотя их доля пока незначительна. Удобрения также различаются по агрегатному состоянию (твёрдые, жидкие) и способам внесения (основное, припосевное, подкормка).

По данным Федеральной службы государственной статистики динамика внесения минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях Орловской области в период с 2016 по 2020 год демонстрирует выраженную тенденцию к увеличению объемов их применения. В 2016 году было внесено 903,2 тыс. центнеров, что в 2017 году сократилось до 901,6 тыс. центнеров. Однако, начиная с 2018 года наблюдается поступательный рост, достигнув 978,7 тыс. центнеров в 2018 году, 1026,3 тыс. центнеров в 2019 году, и значительного увеличения до 1264,5 тыс. центнеров в 2020 году. Параллельно, рассматривая использование органических удобрений,

следует отметить, что их удельный вес в общей посевной площади является существенно меньшим по сравнению с минеральными удобрениями. В 2016 году этот показатель составил 6,0%, после чего прослеживается колебательная динамика: в 2017 году 7,4%, в 2018 году 8,1%, снижение до 7,6% в 2019 году, и последующее увеличение до 9,8% в 2020 году.

В Орловской области наблюдается недостаток знаний у многих сельхозпроизводителей о рациональном использовании удобрений. Это приводит к некомплексному подходу, когда не учитываются почвенные анализы, а выбор удобрений делается эмпирически. Фермеры могут неправильно определять дозы, не учитывать потребности культур и тип почвы, что ведет к неэффективному использованию ресурсов, перерасходу удобрений и снижению урожайности. Отсутствие обучения и консультаций усугубляет ситуацию, требуя усиления просветительской работы.

Проблема низкого качества применяемых удобрений, актуальна как для Орловской области, так и для России в целом. На рынке встречаются фальсифицированные продукты, не соответствующие заявленным характеристикам, что приводит к неэффективному использованию ресурсов и снижению урожайности. Подделки могут содержать меньше питательных веществ, чем указано на упаковке, а также вредные примеси, что негативно сказывается на почве и окружающей среде. Недобросовестные производители используют дешевое сырье, не соблюдают технологии производства и экономят на контроле качества, что приводит к появлению некачественных удобрений, которые лишь имитируют нужный эффект. В результате аграрии, приобретающие такие продукты, не получают ожидаемой отдачи, несут дополнительные расходы и рискуют здоровьем посевов. Конкретные примеры фальсификации с указанием всех деталей часто являются конфиденциальной информацией.

Эти факторы не только снижают эффективность сельскохозяйственного производства, но и могут наносить вред окружающей среде. Поэтому для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства в регионе необходимо разработать и внедрить комплексный подход к совершенствованию способов применения удобрений.

Усиление контроля качества и регулирования рынка удобрений в Орловской области требует внедрения обязательной сертификации всех видов удобрений, ужесточения требований к ней с проведением лабораторных испытаний каждой партии, усиления контроля за производством и реализацией посредством регулярных проверок и мониторинга торговых точек, создания «горячих линий» для обратной связи. Необходимо сформировать единый реестр производителей и поставщиков с открытым доступом к информации, усилить ответственность за фальсификацию путем введения жестких санкций и конфискации некачественной продукции, а также обеспечить информирование потребителей посредством разработки информационных материалов, проведения кампаний и развития системы консультирования. Эти меры необходимы для создания прозрачного и контролируемого рынка, защиты интересов сельскохозяйственных производителей и снижения рисков для окружающей среды, что в конечном итоге приведёт к повышению эффективности сельского хозяйства в регионе.

Создание единого реестра производителей и поставщиков удобрений является важным шагом в рамках совершенствования системы их применения как в Орловской области так и по всей России. Этот реестр представляет собой электронную базу данных, содержащую полную и актуальную информацию обо всех участниках рынка удобрений, действующих на территории региона. Примером данного реестра может быть уже существующая система «Юпитер».

Основные цели создания реестра:

1. Обеспечение прозрачности рынка: реестр позволит сделать рынок удобрений более прозрачным и понятным для всех заинтересованных сторон, включая сельскохозяйственных производителей, контролирующие органы и научно-исследовательские организации. Это поможет избежать ситуаций, когда продукция недобросовестных производителей выдается за качественную.

2. Предотвращение реализации фальсифицированной продукции: наличие реестра позволит контролировать оборот удобрений и отслеживать продукцию от производителя до потребителя. Это усложнит деятельность недобросовестных поставщиков, которые пытаются реализовать некачественную или фальсифицированную продукцию.

3. Упрощение поиска надежных поставщиков: сельскохозяйственные производители получат легкий доступ к информации о проверенных и надежных поставщиках, что позволит им принимать обоснованные решения при покупке удобрений.

4. Улучшение контроля качества удобрений: реестр может быть интегрирован с системой контроля качества, что позволит отслеживать историю поставок и выявлять случаи реализации некачественной продукции.

Усиление ответственности за фальсификацию удобрений требует значительного увеличения штрафов, соизмеримых с прибылью от продажи подделок, введения уголовной ответственности за особо тяжкие преступления, включая лишение свободы и крупные штрафы, конфискации имущества, используемого для производства и реализации фальсификата, публичной огласки всех выявленных случаев в СМИ и открытых источниках, повышения прозрачности деятельности за счёт маркировки и прослеживаемости товара, создания специальных следственных групп и усиления международного сотрудничества. Только комплексный подход, сочетающий жёсткие меры ответственности с эффективным контролем, надзором и доступностью информации, позволит эффективно бороться с фальсификацией и создать условия для честной конкуренции, повышая качество сельскохозяйственного производства.

Информирование потребителей, то есть сельскохозяйственных производителей Орловской области, требует разработки и распространения информационных материалов, таких как брошюры, памятки, методические рекомендации и видеоролики, в доступной форме объясняющие признаки качественных и поддельных удобрений, а также правила их безопасного применения. Необходимо организовывать обучающие мероприятия, включая семинары, вебинары, мастер-классы и курсы повышения квалификации, содействовать развитию консультационной поддержки через квалифицированных агрономов и горячие линии, использовать СМИ для размещения информации о рынке удобрений, а также привлекать научные организации для разработки научно обоснованных рекомендаций и проведения совместных исследований. Реализация этих мер обеспечит осведомлённость сельскохозяйственных производителей, доступ к квалифицированной поддержке и будет способствовать рациональному использованию удобрений, повышая эффективность сельского хозяйства в регионе.

Разработка и распространение рекомендаций по применению удобрений требует учёта почвенно-климатических условий Орловской области, специализации по видам культур, определения оптимальных доз и сроков внесения, выбора видов удобрений, технологий внесения, экологических аспектов и экономической эффективности. Рекомендации должны распространяться через методические пособия, интернет-ресурсы, мобильные приложения, семинары, консультации специалистов и демонстрационные поля. В процессе должны участвовать Министерство сельского хозяйства, районные управления, аграрные вузы, консалтинговые компании и опытные сельхозпроизводители. Регулярное обновление рекомендаций необходимо для обеспечения их актуальности и эффективности, что позволит повысить урожайность, качество продукции и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Развитие цифровых платформ для управления внесением удобрений в Орловской области требует создания комплексных решений, объединяющих технологии сбора и анализа данных, создания цифровых карт полей, планирования внесения удобрений, управления техникой, мониторинга результатов и обмена информацией. Платформы должны предоставлять точную информацию о состоянии почвы, климатических условиях и потребностях растений, а также обеспечивать возможность

оптимизации доз удобрений и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Для развития цифровых платформ необходимо разработать региональные решения, обеспечить их интеграцию с существующими системами, организовать обучение сельхозпроизводителей, обеспечить государственную поддержку и привлечь инвестиции. Использование цифровых платформ позволит повысить эффективность сельского хозяйства, снизить затраты, минимизировать экологический ущерб и обеспечить принятие обоснованных решений.

Поддержка производства и применения органических удобрений в Орловской области необходима для устойчивого развития сельского хозяйства и включает финансовую поддержку в виде субсидий, льготного кредитования и грантов, а также техническую и консультационную поддержку, в том числе обучение, консультации и разработку методических рекомендаций. Развитие инфраструктуры, такое как создание перерабатывающих предприятий и систем сбора органических отходов, упрощение сертификации и разработка стандартов, а также информационная поддержка, пропаганда и информирование о мерах поддержки, также крайне важны.

Вывод. Совершенствование системы применения удобрений в Орловской области требует комплексного подхода, включающего в себя ряд взаимосвязанных мероприятий. Усиление контроля качества и регулирования рынка, повышение квалификации и осведомлённости сельхозпроизводителей, внедрение технологий точного земледелия и цифровых платформ, активная поддержка производства и применения органических удобрений, а также целенаправленное информирование потребителей – всё это является необходимыми шагами для достижения устойчивого развития аграрного сектора региона. Только комплексная реализация этих мер позволит значительно повысить эффективность использования удобрений, снизить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить повышение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

Библиография:

1. Бобкова Ю.А., Абакумов С.Н. Современное состояние и использование сельскохозяйственных угодий Орловской области // Вестник сельского развития и социальной политики. 2019. № 2 (22). С. 28-30.
2. Игнатова Г.А. Влияние способов основной обработки почвы и систем удобрений на накопление и подвижность тяжёлых металлов в почве // Вестник аграрной науки. 2020. № 2 (83). С. 15-20.
3. Польшакова Н.В., Коломейченко А.С. Анализ эффективности использования земельных ресурсов Орловской области на основе инновационных технологий // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 11 (83). С. 10.
4. Бобкова Ю.А., Лобков В.Т. Использование технологий точного земледелия при создании агрохимических картограмм // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (67). С. 25-31.
5. Самсонова Н.Е. Технологические основы удобрения сельскохозяйственных культур: Учебное пособие. Смоленск: Смоленская ГСХА, 2019. 350 с.
6. Ториков В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В. Система удобрения в адаптивном земледелии. СПб. : Лань, 2023. 196 с.
7. Федеральный закон от 19 июля 1997 г. N 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 29. Ст. 3515.

УДК 631.98

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ ПРОРОСТКОВ РЕДИСА

Сорокина Е.С., магистрант 1 курса
направления подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.
Научный руководитель: к.с.-х.н., доцент Игнатова Г.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Многие регионы мира сталкиваются с проблемой засоления почв, что негативно сказывается на сельскохозяйственных культурах. Редис, как одна из быстрорастущих овощных культур, может служить индикатором для изучения воздействия солей на растения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Засоление почв, хлорид натрия, редис, солевой режим почв, солевой стресс.

ABSTRACT
Many regions of the world face the problem of soil salinization, which negatively affects crops. Radish, as one of the fastest growing vegetable crops, can serve as an indicator for studying the effects of salts on plants.

KEYWORDS
Soil salinization, sodium chloride, radish, salt regime of soils, salt stress.

Введение. В современных условиях, когда изменение климата и увеличение содержания солей в почвах становятся все более актуальными проблемами сельского хозяйства, изучение влияния различных факторов на рост и развитие растений приобретает особую значимость. В рамках данной работы исследуется влияние хлорида натрия на физиологические и биохимические процессы в семенах редиса. Это исследование направлено на понимание, как повышенная концентрация соли влияет на прорастание и развитие семян, а также как на физиологическом уровне проявляются адаптивные механизмы, позволяющие растениям преодолевать стрессовые условия.

Целью данного исследования является выявление закономерностей воздействия хлорида натрия на прорастающие семена редиса и определение концентраций, при которых усиливается негативное влияние соли. Важным аспектом является изучение адаптивных реакций растений на осмотический стресс, возникающий вследствие нарушения водного баланса клеток. Понимание этих реакций позволит развивать стратегии снижения негативного воздействия соли и оптимизации условий для роста растений.

Объектом исследования выступают семена редиса, которые оказываются весьма чувствительными к изменению солевого режима в почве. Актуальность исследования определяется необходимостью разработать методы, позволяющие увеличить выносливость растений к солевым стрессам, что становится особенно важным для сельскохозяйственного производства в районах с высоким содержанием солей в почвах.

Таким образом, настоящее исследование дает возможность углубить понимание механизмов адаптации растений к неблагоприятным условиям окружающей среды и способствует разработке агротехнических подходов, направленных на повышение устойчивости сельскохозяйственных культур к солевому стрессу. Исследование динамики взаимодействия семян редиса с хлоридом натрия открывает перспективы использования полученных данных для улучшения технологических процессов в сфере агрономии и повышения общей продуктивности растениеводства.

Результаты исследований и их обсуждение.

Физиологическое воздействие хлорида натрия на семена редиса. Влияние хлорида натрия на физиологические процессы в семенах редиса является значительным фактором, изменяющим динамику их прорастания. Научные исследования показывают, что высокая концентрация этого вещества препятствует нормальному развитию семян, приводя к их меньшей всхожести. Это утверждение подтверждают данные эксперимента, изложенные в исследовании, согласно которому «по мере увеличения концентрации вещества уменьшается величина прорастания семян» [1]. Данный эффект может быть связан с нарушением водного баланса семян, вызванным осмотическим стрессом, что препятствует поглощению воды, необходимой для начала биохимических процессов, сопровождающих прорастание.

Различные биохимические изменения, происходящие в проростках редиса под влиянием хлорида натрия, играют ключевую роль в адаптивном ответе растений на стрессовые условия. Установлено, что при определенных концентрациях соли происходит коагуляция белков, являющаяся защитной реакцией клеток на стресс, что затрудняет нормальное функционирование белковых структур и ферментов. Это, в свою очередь, может ухудшать метаболические процессы, замедляя рост и развитие проростков [3]. Однако адаптационные реакции, такие как синтез стресс-протеинов или активация антиоксидантных систем, могут облегчить ущерб, позволяя проросткам выживать несмотря на неблагоприятные условия.

Экспериментальные данные показывают, что изменение концентрации хлорида натрия напрямую влияет на энергию прорастания семян, а также на длину корней и самих проростков. Важной задачей является определение оптимальных концентраций, при которых удается минимизировать негативное воздействие соли и одновременно стимулировать рост растений. Несмотря на то что увеличение концентрации хлорида натрия негативно сказывается на прорастании семян редиса [1], применение определенных концентраций позволяет достичь баланса, необходимого для наибольшей эффективности роста и здоровья проростков. Это открывает перспективы для разработки стратегий, направленных на смягчение последствий солевого стресса для сельскохозяйственных культур.

Биохимические изменения в проростках редиса под воздействием хлорида натрия. Прежде всего, воздействие хлорида натрия на процессы прорастания семян редиса проявляется в изменении их физиологического состояния. С увеличением концентрации солевого раствора наблюдается снижение всхожести, что было подтверждено проведенным исследованием: «По мере увеличения концентрации вещества уменьшается величина прорастания семян» [1]. Это обусловлено тем, что высокая солевая нагрузка вызывает осмотический стресс, препятствуя поглощению влаги — критического фактора для начала биохимических процессов. В результате стрессовых воздействий нарушается водный баланс, и семена лишаются возможности эффективно использовать запасы для начальных фаз роста.

Кроме того, биохимические процессы, происходящие в проростках редиса под влиянием хлорида натрия, также подвергаются значительным изменениям. Основной реакцией на стресс становится коагуляция белков, которая, с одной стороны, служит механизмом защиты клеток, а с другой – затрудняет их метаболическую активность и вызывает задержку роста. Дефицит поглощенной воды наряду с нарушениями водного баланса может привести к ингибированию ферментных реакций и дисбалансу в синтезе АТР, что в свою очередь ухудшает энергетическое обеспечение биохимических процессов. Таким образом, солевой стресс не только препятствует прорастанию семян, но и ограничивает их биохимическую адаптацию [5].

Однако, несмотря на негативные последствия, важно отметить, что адаптационные механизмы проростков редиса позволяют им продолжать рост, даже в присутствии стресса. Предыдущее исследование также подтверждает, что увеличение концентрации хлорида натрия негативно сказывается на прорастании семян редиса [1], но комплексное понимание этих процессов дает возможность корректировать условия

для улучшения роста. Например, при правильно подобранных концентрациях возможно смягчение солевого стресса и активизация адаптивных биохимических механизмов. Эти знания открывают перспективы для разработки эффективных агротехнических подходов, которые могут применяться для повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям и используют выявленные адаптивные реакции для стимулирования роста и увеличения урожайности.

Экспериментальный анализ эффективности различных концентраций хлорида натрия. Изучение биохимических реакций в проростках редиса под воздействием хлорида натрия позволяет понять механизмы, с помощью которых эти растения адаптируются к солевому стрессу. Важным аспектом является определение концентрации соли, при которой начинается коагуляция белков, поскольку этот процесс служит адаптивным механизмом, защищающим клеточные структуры и их функциональные элементы от повреждений. Исследования показывают, что коагуляция белков может выступать как в роли защитного барьера, так и в качестве фактора, ограничивающего метаболическую активность проростков, замедляя их рост. Тем не менее, в условиях стресса важно определить конкретные условия, при которых данный процесс становится критическим, чтобы эффективно управлять адаптацией растений к высоким концентрациям соли: «Определяют концентрацию раствора соли, при которой происходит коагуляция белка» [1].

Биохимические изменения, вызванные стрессом, также включают изменения в составе и активности ферментов, что существенно влияет на метаболизм проростков редиса. Под воздействием соли может происходить переключение метаболических путей, направленных на повышение устойчивости к агрессивным условиям среды. Например, увеличение активности антиоксидантных ферментов позволяет проросткам минимизировать вред, причиняемый реактивными формами кислорода. Такие адаптационные процессы помогают проросткам поддерживать структурную целостность клеток, обеспечивая непрерывность биохимических процессов и позволяя преодолевать отрицательное влияние стресс-гормонов. Помимо этого, синтез специфических белков, активируемых при высоких концентрациях соли, способствует улучшению стрессоустойчивости и выживаемости растений в неблагоприятных условиях [2].

В ходе исследования влияния хлорида натрия на прорастание семян редиса были проведены эксперименты с различными концентрациями соли. Для этого использовались семена редиса одного сорта, которые были помещены в специальные контейнеры с питательной средой, в которую добавлялись растворы хлорида натрия различной концентрации: 0% (контрольная группа), 0,05%, 0,5% и 5%. Каждая группа семян была помещена в отдельный контейнер, чтобы избежать перекрестного загрязнения и обеспечить точность результатов.

Эксперименты проводились в условиях, имитирующих оптимальные для прорастания семян редиса: температура воздуха поддерживалась на уровне 20-22°C, а влажность – на уровне 60-70%. Каждые сутки проводились наблюдения за состоянием семян и их прорастанием. Для оценки прорастания семян использовался метод подсчета: семена считались проросшими, если длина корешка достигала 1 см.

Результаты эксперимента показали, что с увеличением концентрации хлорида натрия наблюдается значительное снижение процента прорастания семян. В контрольной группе, где хлорид натрия отсутствовал, прорастание составило 95%. В группе с 0,05% раствором прорастание также было высоким и составило 90%. Однако при увеличении концентрации до 0,5% прорастание снизилось до 70%. В группе с 5% раствором хлорида натрия прорастание семян составило всего 10%. Эти данные подтверждают, что хлорид натрия оказывает угнетающее влияние на прорастание семян редиса.

Анализ полученных данных показал, что увеличение концентрации хлорида натрия приводит к осмотическому стрессу, который негативно сказывается на семенах. Высокая концентрация соли вызывает осмотическое давление, препятствующее

поглощению воды семенами, что, в свою очередь, замедляет процессы прорастания. Кроме того, хлорид натрия может вызывать токсическое воздействие на семена, что также может быть причиной снижения их прорастания.

Важно отметить, что даже в условиях умеренного стресса (0,05% и 0,5% растворы) семена редиса сохраняли свою жизнеспособность, что может свидетельствовать о способности растений адаптироваться к некоторым неблагоприятным условиям. Это открывает возможности для дальнейших исследований, направленных на изучение механизмов адаптации растений к высоким концентрациям солей.

В заключение, результаты нашего исследования подтверждают, что хлорид натрия оказывает негативное влияние на прорастание семян редиса, особенно при высоких концентрациях. Эти данные могут быть полезны для агрономов и специалистов в области сельского хозяйства, которые занимаются вопросами устойчивости растений к солевому стрессу. Понимание влияния солей на прорастание семян и рост растений может помочь в разработке новых методов защиты сельскохозяйственных культур от неблагоприятных условий и повышения их устойчивости к стрессам.

Изменения в росте проростков под воздействием соли. Изменения в росте проростков под воздействием соли представляют собой важный аспект исследований в области агрономии и ботаники. Соль, в частности хлорид натрия, является одним из наиболее распространенных факторов, влияющих на растения, особенно в условиях засоленных почв. В последние десятилетия проблема солености почвы стала актуальной из-за изменения климата, неправильного орошения и других антропогенных факторов. Это приводит к необходимости изучения влияния солей на растения, чтобы разработать методы, способствующие их выживанию и росту в неблагоприятных условиях.

При воздействии хлорида натрия на семена редиса наблюдаются значительные изменения в процессе прорастания и последующего роста проростков. Сначала стоит отметить, что высокая концентрация соли может вызывать осмотический стресс, который затрудняет усвоение воды корнями. Это приводит к замедлению прорастания семян, так как для активного роста им необходима влага. Исследования показывают, что даже небольшие концентрации хлорида натрия могут негативно сказаться на прорастании семян, снижая их всхожесть.

Кроме того, соль может влиять на физиологические процессы внутри растения. Например, повышенное содержание натрия может нарушать баланс питательных веществ, что приводит к дефициту калия и других необходимых элементов. Это, в свою очередь, сказывается на росте и развитии проростков (рис.1). В результате растения могут демонстрировать замедленный рост, уменьшение размеров листьев и корней, а также ухудшение общего состояния.

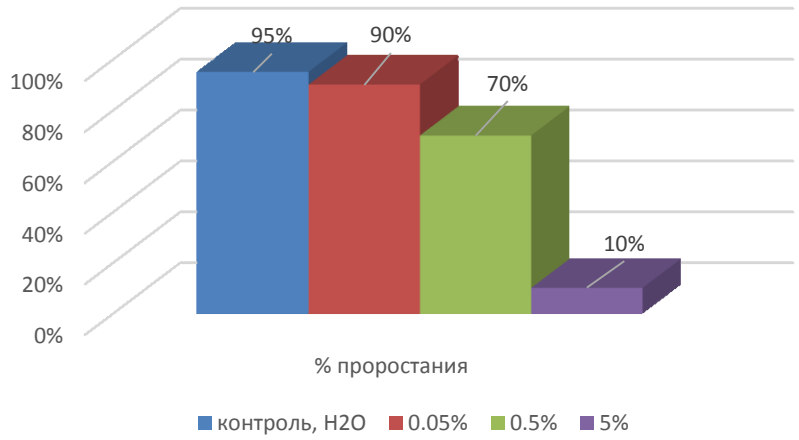


Рисунок 1 – Количество проросших семян при разных концентрациях соли

Анализ показал, что количество проросших семян редиса на контроле (вода) составило 95%, при концентрациях соли 0,05%, 0,5% и 5% составили соответственно 90%, 70% и 5%.

Следовательно, наименьший процент проросших семян -10% отмечен на варианте с 5% концентрацией соли.

В экспериментах с различными концентрациями хлорида натрия наблюдается, что с увеличением концентрации соли снижается не только скорость прорастания, но и рост проростков. На ранних стадиях развития растения могут пытаться адаптироваться к стрессовым условиям, однако при высоких концентрациях соли этот процесс становится невозможным. В таких условиях растения могут проявлять признаки стресса, такие как пожелтение листьев, увядание и даже отмирание.

Сравнение результатов с контрольной группой, где хлорид натрия не применялся, показывает явные различия в росте и развитии проростков (рис. 2-4). Контрольные растения, находящиеся в условиях нормального водоснабжения и без воздействия соли, демонстрируют здоровый рост, крепкие стебли и листья, в то время как растения, подвергшиеся воздействию соли, выглядят значительно хуже. Это подчеркивает важность изучения солеустойчивости растений и поиска путей для их защиты от негативного воздействия солей.

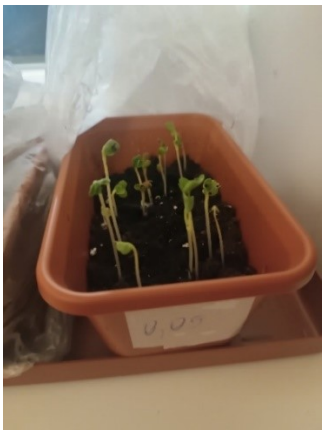
Важным аспектом является также возможность использования различных агрономических приемов для минимизации негативного влияния соли на растения. Например, применение органических удобрений, изменение схемы орошения и использование сортов, устойчивых к солености, могут помочь улучшить условия для роста редиса и других культур в засоленных почвах. Исследования показывают, что некоторые сорта редиса способны лучше переносить высокие концентрации хлорида натрия, что открывает новые горизонты для селекции и агрономической практики.

Таким образом, изменения в росте проростков под воздействием соли являются многогранной проблемой, требующей комплексного подхода. Изучение влияния хлорида натрия на растения не только помогает понять механизмы их адаптации к стрессовым условиям, но и способствует разработке эффективных методов управления сельскохозяйственными культурами в условиях засоленных почв. Это знание имеет большое значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства в условиях изменения климата.

Из данных таблицы 1 видно, что ростки в вариантах опыта с контролем, 0,05 и 0,5 развивались хорошо, дружно. В варианте опыта с 5% биометрические показатели ростков значительно хуже, заметно явное замедление развития растений. Так на 7 сутки длинна ростков составила 63 мм, а длина корня 18 мм, что значительно меньше по сравнению с данными, полученными в контрольном варианте.

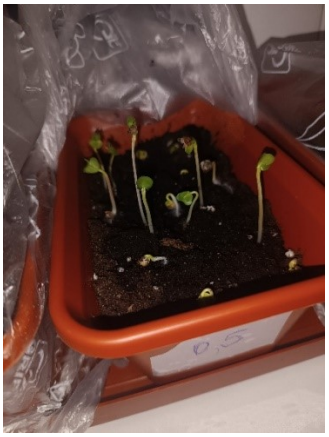
Таблица 1 – Биометрические показатели проростков редиса

Вариант опыта	**3 сутки**		**5 сутки**		**7 сутки**	
	Длина ростков	Длина корня	Длина ростков	Длина корня	Длина ростков	Длина корня
Контроль (H_2O)	30 мм	28 мм	75 мм	29 мм	115 мм	40 мм
0,05%	28 мм	25 мм	73 мм	26 мм	107 мм	34 мм
0,5	21 мм	18 мм	70 мм	20 мм	101 мм	31 мм
5%	12 мм	6 мм	28 мм	15 мм	63 мм	18 мм



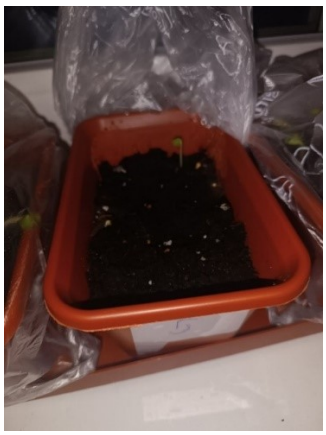

а) б)

Рисунок 2 – Прорастание семян редиса при влиянии 0,05% раствора хлорида натрия: а) – 3-й день, б) – 7-ой день




а) б)

Рисунок 3 – Прорастание семян редиса при влиянии 0,5% раствора хлорида натрия: а) – 3-й день, б) – 7-ой день




а) б)

Рисунок 4 – Прорастание семян редиса при влиянии 0,5% раствора хлорида натрия: а) – 3-й день, б) – 7-ой день

Заключение. Проведенное исследование подтверждает значительное влияние хлорида натрия на физиологические процессы в семенах редиса, что проявляется в изменении их всхожести и замедлении роста проростков. Высокая концентрация соли

вызывает осмотический стресс, препятствующий поглощению влаги и нарушающий водный баланс, что, в свою очередь, мешает нормальному развитию семян. Наряду с этим, выявленные биохимические изменения, такие как коагуляция белков и изменения в ферментных системах, свидетельствуют о комплексных адаптационных ответах, благодаря которым растения способны выживать в условиях солевого стресса.

Исследование подчеркивает ключевую роль адаптационных механизмов, таких как синтез стресс-протеинов и активация антиоксидантных систем, которые позволяют проросткам редиса смягчать повреждения, вызываемые высокой концентрацией солевых растворов. Несмотря на негативное воздействие хлорида натрия, правильно подобранные концентрации могут способствовать улучшению устойчивости и повышению эффективности роста растений, тем самым открывая перспективы для разработки агротехнических стратегий, направленных на смягчение последствий солевого стресса.

Значимость данной темы обусловлена ее прямой связью с сельскохозяйственными практиками, направленными на повышение выносливости культурных растений в условиях изменяющегося климата и повышенной солености почв. Полученные результаты закладывают основу для дальнейших исследований, направленных на оптимизацию условий выращивания и повышение стрессоустойчивости растений.

В перспективе, понимание биохимических и физиологических механизмов адаптации растений к солевому стрессу может привести к появлению инновационных методов повышения урожайности в сложных агроклиматических условиях. Дальнейшее изучение выявленных процессов будет полезным для разработки новых технологий, которые помогут защитить сельскохозяйственные культуры от неблагоприятных факторов среды и обеспечить продовольственную безопасность в будущем.

Библиография:

1. Алиева З.М., Юсуфов А.Г. Экологические аспекты мозаичной организации индивидуума у двудольных растений // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2012. № 4. С. 52-55.

2. Еремченко О.З., Четина О.А., Шестаков И.Е., Паршакова Я.А. Повышение редокс-активности растений как тест-реакция на загрязнение почв // Вестник российских университетов. Математика. 2014. № 5. С. 1285-1288.

3. Ибраева М.А., Шаухарова Д.Е., Джуманова М. Влияние засоления почв на микробиологическую активность // Почвоведение и агрохимия. 2020. № 2. С. 71-78.

4. Игнатова Г.А., Семёнова О.В. Индикационные исследования загрязнения городской среды // Использование генетических ресурсов сельскохозяйственных растений в современном земледелии: сборник материалов Региональной межвузовской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, посвящённой 125-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова, 2012. С.197-200.

5. Игнатова Г.А. Фитомодуляторы – регуляторы развития растений // Экология селитебных территорий и агроэкосистем: сборник материалов Международной научно-практической интернет-конференции, 2017. С. 145-149.

6. Кропоткина В.В., Верещагин А.Л. Влияние сверхмалых доз органических кислот на урожайность и показатели качества Raphanus sativus // Вестник АГАУ. 2009. № 8. С. 30-34.

7. Дефензины растений: биологическая роль, механизмы действия и методы анализа / О.А. Кулаева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 1. С. 3-12.

8. Лексикова В.В., Игнатова Г.А. Сегетальные травы как индикаторы состояния почвы // Достижения молодых учёных агропромышленному производству, 2024. С. 142-146.

9. Сидорова Л.В. Влияние техногенного засоления на фитотоксичность почв // Вестник ОГУ. 2009. № 6(100). С. 611-612.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.311.25:620.91:523.9-7:536.5

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ В MATLAB SIMULINK

Лансберг А.А., младший научный сотрудник/
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

АННОТАЦИЯ
В работе реализовано компьютерное моделирование работы солнечной панели в программном комплексе MATLAB Simulink при разных значениях солнечной инсоляции и температуры на поверхности панели. В ходе моделирования использовалась солнечная панель типа 1Soltech 1STH-215-P, максимальная мощность которой составляет 273,15 Вт, максимальное напряжение – 36,3 В; максимальный ток – 7,84 А. Солнечная инсоляции при компьютерном моделировании принималась равной от 0 Вт/м^2 до 1000 Вт/м^2, а температура на поверхности панели от -40◦С до +40◦С в связи с тем, что данные параметры характерны для регионов Центрального Федерального Округа Российской Федерации. По результатам моделирования были установлены закономерности выдачи мощности солнечной панелью. Было выявлено, что при значениях солнечной инсоляции 200-600 Вт/м^2 выдаваемая солнечной панелью мощность уменьшается при уменьшении температуры в исследуемом диапазоне в 1,17-1,18 раза. При солнечной инсоляции со значением 800 Вт/м^2 выдача мощности солнечной панелью имеет параболический характер с максимальным значением при 0◦С. В случае облучения поверхности панели инсоляцией 1000 Вт/м^2 выдаваемая мощность увеличивается в 1,45 раза при уменьшении температуры в исследуемом диапазоне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Солнечная панель, солнечная инсоляция, температура поверхности солнечной панели, постоянный ток, MATLAB Simulink.

ABSTRACT
The paper implements computer simulation of the solar panel operation in the MATLAB Simulink software package at different values of solar insolation and temperature on the panel surface. During the simulation, a 1Soltech 1STH-215-P type solar panel was used, with a maximum power of 273.15 Watts, a maximum voltage of 36.3 V, and a maximum current of 7.84 A. Solar insolation in computer modeling was assumed to be from 0 W/m2 to 1000 W/m2, and the temperature on the panel surface from -40 °C to +40 °C due to the fact that these parameters are typical for the regions of the Central Federal District of the Russian Federation. Based on the simulation results, patterns of power output by the solar panel were established. It was found that at solar insolation values of 200-600 W/m2, the power output by the solar panel decreases with a decrease in temperature in the studied range by 1.17-1.18 times. With solar insolation at 800 W/m2, the output of power by the solar panel is parabolic with a maximum value at 0 °C. In the case of irradiation of the panel surface with insolation of 1000 W/m2, the output power increases by 1.45 times with a decrease in temperature in the studied range.

KEYWORDS
Solar panel, solar insolation, solar panel surface temperature, direct current, MATLAB Simulink.

Введение. Актуальной проблемой в настоящее время является экологическая проблема, связанная со значительными выбросами углекислых газов в атмосферу, что приводит к глобальному потеплению и изменению климата. В связи с этим, актуальной тенденцией является переход на возобновляемые источники энергии, в том числе, на использование солнечных панелей. Работы многих учёных в сфере солнечной энергетики направлены как на исследование возможностей повышения КПД солнечных панелей, так и исследование их характеристик и факторов, влияющих на их работоспособность; а также оценку потенциала отдельных регионов для использования солнечных панелей. При этом наиболее актуальной сферой использования солнечных панелей является электроснабжение сельских потребителей, как удалённых, так и подключенных к централизованной системой электроснабжения. Например, в работе [1] отмечено, что модифицирование поверхности фотоэлементов наночастицами серебра приводит к повышению мощностных характеристик на 20 процентов. Это позволяет более эффективно обеспечивать электроснабжение сельских частных потребителей. С учётом положений, обоснованных в работе [2], следует, что повысить КПД солнечной панели до 36-42% можно при её вертикальной установке и использовании кремниевых элементов с обоих её сторон. Данные подход подтверждается результатами исследования, изложенными в работе [3], согласно которым использование вертикальных солнечных панелей позволит повысить эффективность выработки электроэнергии за счет снижения влияния пыли, дождя и снега. Среднее КПД солнечной панели данного типа составит при кремниевых элементах с одной стороны составляет 14,8% [4]. Для исследования работы солнечных модулей типов SF-P672300 и OSP XTP 250 разработаны их модели в MATLAB Simulink, погрешность выдачи мощности которых по сравнению с действующими солнечными панелями такого же типа не превышает 15% и 12%, соответственно [5, 6]. В частности, для электроснабжения и теплоснабжения потребителей удаленных поселений предложена установка солнечного термоэлектрического генератора в комбинации с твердотельным тепловым аккумулятором и тепловыми трубками, передающими тепловую энергию от солнечного концентратора [7]. В работе [8] осуществлено моделирование концентрированного солнечного излучения инфракрасным излучением теплового диапазона с целью оценки возможности отвода тепловой энергии от солнечной панели для теплоснабжения.

Произведена оценка потенциала Российской Федерации и Узбекистана для внедрения солнечных систем возобновляемой энергетики, в ходе которой выявлено, что использование солнечных панелей с основным источником электроснабжения позволит снизить стоимость электроэнергии в 2-2,5 раза по сравнению с традиционной схемой электроснабжения [9]. Аналогичные выводы сделаны для стран Центральной Азии: Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Туркмении, Узбекистана [10]. В работе [11] на примере 6 городов Республики Беларусь предложены оптимальные углы наклона солнечных панелей, которые позволят обеспечить их максимальный КПД в рассматриваемых регионах.

Одним из актуальных вопросов в сфере солнечной энергетики является исследование работоспособности солнечной панели в зависимости от внешних факторов солнечного излучения и температуры окружающей среды. В данной работе предполагается выполнить данное исследование на примере солнечной панели в программном комплексе MATLAB Simulink.

Цель работы заключается в исследовании электрических параметров режимов работы солнечной панелью в зависимости от температуры окружающей среды и солнечной инсоляции в программном комплексе MATLAB Simulink.

Материалы и методы исследований. Для проведения исследования была разработана компьютерная модель работы солнечной панели на нагрузку постоянного тока сопротивлением 5 Ом, внешний вид которой представлен на рисунке 1.

Согласно разработанной компьютерной модели входными параметрами солнечной панели являются солнечная инсоляция Ir, Вт/м^2, и температура, T, ◦C. В ходе исследования моделируются установившиеся режимы работы в связи с чем, данные

значения остаются неизменными на протяжении работы программы до их изменения при исследовании другого режима. Выходными параметрами солнечной панели, отображаемыми на выводе клеммы m, являются: напряжение постоянного тока на выводе панели V_PV, В; ток на выводе панели, I_PV, А; ток диода солнечной панели I_diode, А; а также входные параметры, задаваемые при исследовании, описание которых было рассмотрено ранее. К клеммам + и – подключена нагрузка постоянного тока.

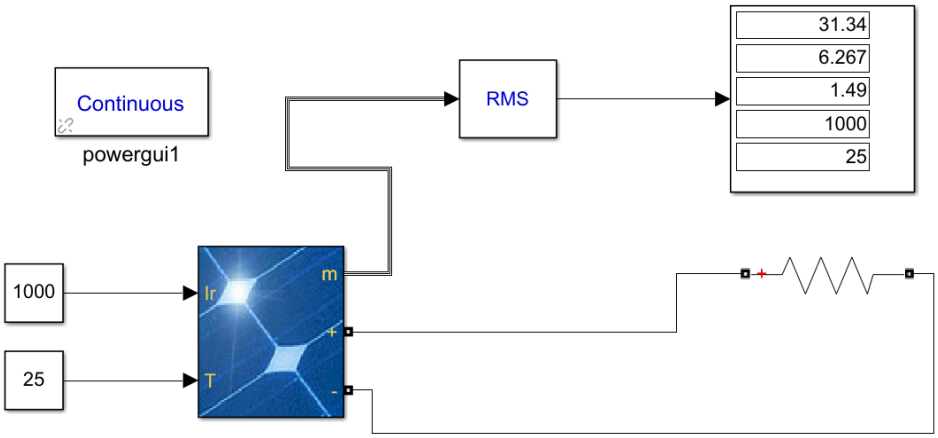


Рисунок 1 – Компьютерная модель солнечной панели с нагрузкой на стороне постоянного тока сопротивлением 5 Ом

В ходе исследования использовалась солнечная панель типа 1Soltech 1STH-215-P, максимальная мощность которой составляет 273,15 Вт, максимальное напряжение – 36,3 В; максимальный ток – 7,84 А. Согласно [12] блок солнечной панели в программном комплексе MATLAB Simulink задаётся и рядом других параметров, которые автоматически учтены в программе при её выборе. Иерархическая схема компьютерной модели солнечной панели, содержащая совокупность элементов, обеспечивающих её функционирование, представлена на рисунке 2.

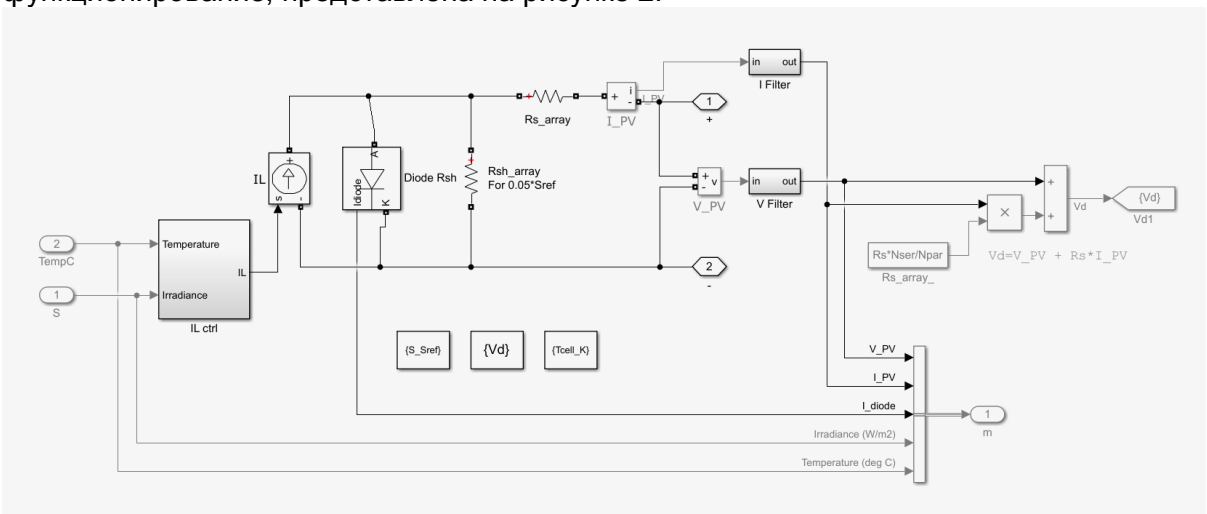


Рисунок 2 – Иерархическая схема солнечной панели в MATLAB Simulink

Одними из электрических параметров солнечной панели являются параметры диода, который используется для предотвращения перегрева, блокирования противотока при параллельном соединении солнечных панелей, предотвращения обратной подачи напряжения в элемент питания от аккумулятора. Согласно [12], электрические параметры диода определяются по формулам (1), (2):

$$I_d = I_0 \left[exp \cdot \left(\frac{V_d}{V_T} \right) - 1 \right], \quad (1)$$

$$V_T = \frac{kT}{q} \cdot nI \cdot Ncell, \quad (2)$$

где I_d - ток диода, А;

V_d - напряжение на диоде, В;

I_0 - ток насыщения диода, А;

nI - коэффициент идеальности диода, близкий к 1,0;

k - постоянная Больцмана = $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;

q - заряд электрона $1{,}602176634 \cdot 10^{-19}$ К;

T - температура ячейки, ◦C;

Ncell - количество последовательно соединенных ячеек в модуле, шт.

Данные значения вычисляются автоматически в ходе компьютерного моделирования при заданных параметрах солнечной инсоляции и температуры окружающей среды.

Мощность, выделяемая на резисторе сопротивлением 5 Ом, определялась по формуле (3):

$$P = U \cdot I, \quad (3)$$

где U – напряжение постоянного тока на выводе солнечной панели, В;

I – ток на выводе солнечной панели, А.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты моделирования значений токов и напряжений в зависимости от температуры на поверхности солнечной панели и разных значений солнечной инсоляции представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Напряжение на выводе солнечной панели при нагрузке на выводе 5 Ом

Температура, t, ◦C	**Инсоляция, Ir, Вт/м²**					
	1000	800	600	400	200	0
40	29,76	28,2	23,57	15,86	7,957	0
30	30,82	28,97	23,43	15,7	7,878	0
20	31,85	29,59	23,22	15,54	7,798	0
10	32,84	29,96	22,99	15,38	7,718	0
0	33,78	30,03	22,76	15,23	7,639	0
-10	34,62	29,87	22,52	15,07	7,559	0
-20	35,32	29,6	22,28	14,91	7,479	0
-30	35,78	29,29	22,05	14,75	7,4	0
-40	35,88	28,98	21,81	14,59	7,32	0

Таблица 2 – Ток на выводе солнечной панели при нагрузке на выводе 5 Ом

Температура, t, ◦C	**Инсоляция, Ir, Вт/м²**					
	1000	800	600	400	200	0
40	5,951	5,64	4,713	3,172	1,591	0
30	6,163	5,795	4,685	3,14	1,576	0
20	6,37	5,917	4,644	3,109	1,56	0
10	6,568	5,991	4,599	3,077	1,544	0
0	6,755	6,006	4,552	3,045	1,528	0
-10	6,925	5,974	4,504	3,013	1,512	0
-20	7,065	5,92	4,457	2,981	1,496	0
-30	7,156	5,859	4,409	2,95	1,48	0
-40	7,176	5,796	4,362	2,918	1,464	0

Солнечная инсоляция при компьютерном моделировании принималась равной от 0 Вт/м^2 до 1000 Вт/м^2 в связи с тем, что данные значения характерны для регионов Центрального федерального округа Российской Федерации в зависимости от времени года и суток. Температуры от -40◦С до +40◦С также были приняты исходя из возможных в регионах ЦФО РФ в разное время года.

При солнечной инсоляции от 200 Вт/м^2 до 1000 Вт/м^2 и температурах от -40◦С до +40◦С значение тока на выводе солнечной панели изменяется в диапазоне от 1,464 А до 7,176 А, а напряжение – от 7,32 В до 35,88 В. Как ранее было отмечено, максимальный ток солнечной панели составляет 7,84 А, а напряжение – 36,3 В.

Результаты расчёта мощности, выдаваемой солнечной панелью в зависимости от температуры на её поверхности и солнечной инсоляции, полученные с использованием формулы (3), представлены на рисунке 3.

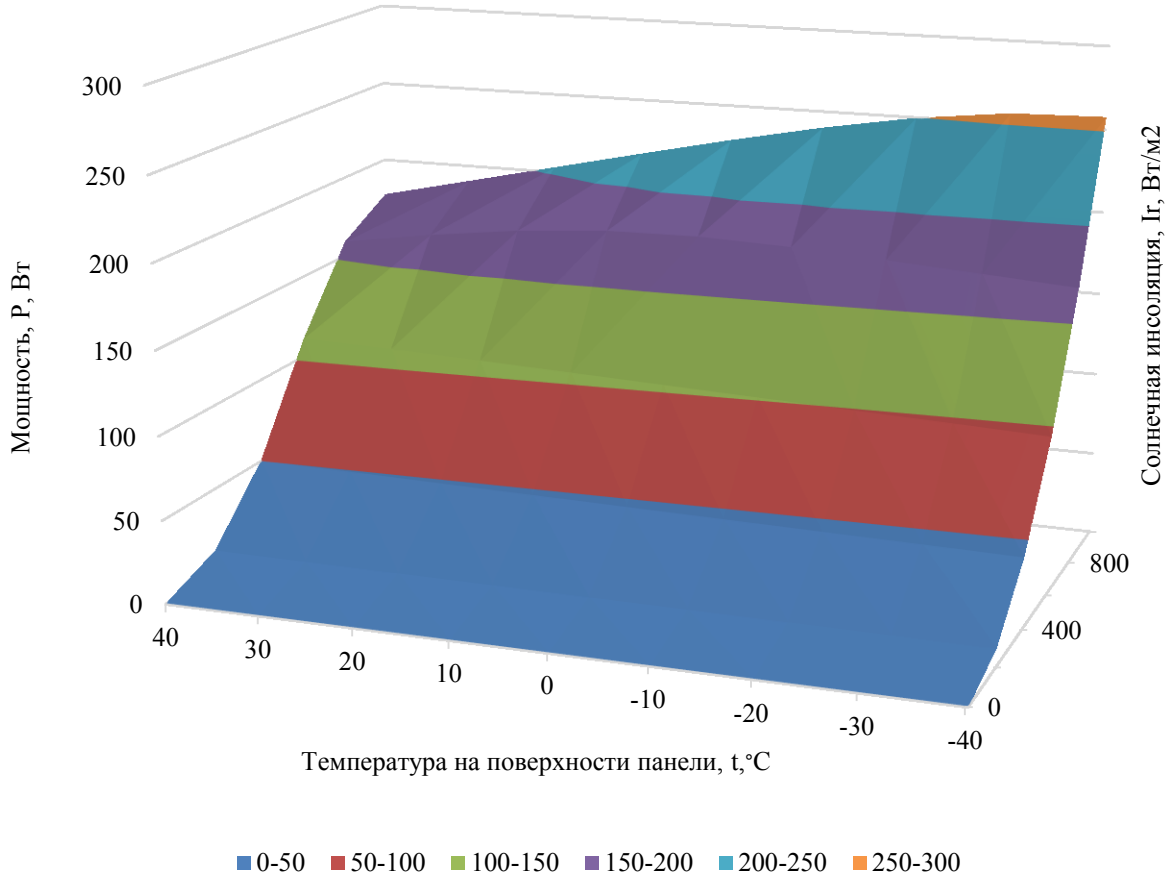


Рисунок 3 – Мощность, выдаваемая солнечной панелью на нагрузку 5 Ом

При солнечной инсоляции со значением 0 Вт/м^2 независимо от значения температуры окружающей среды солнечная панель не вырабатывает мощность, в связи с чем ток и напряжение на её выводе равны 0.

В ходе компьютерного моделирования было выявлено, что при значениях солнечной инсоляции от 200 Вт/м^2 до 600 Вт/м^2 на поверхности солнечной панели наибольшая мощность на ней вырабатывается при температуре окружающей среды +40◦С. В свою очередь, значения вырабатываемой мощности уменьшаются в 1,17-1,18 раза при уменьшении температуры на поверхности панели до -40◦С. Наиболее неравномерная выработка мощности солнечной панелью характерна при значении солнечной инсоляции 800 Вт/м^2. Она изменяется в пределах от 159 Вт до 180,4 Вт с наименьшим значением при температуре на поверхности панели со значением +40◦С.

При этом наибольшая выработка мощности характерна при температуре на поверхности панели со значением 0◦С, что на 13% превышает выработку при температуре +40◦С. При солнечной инсоляции 800 Вт/м^2 и температурах на поверхности панели в пределах от +20◦С до -30◦С выработка мощности превышает 170 Вт. В свою очередь, при солнечной инсоляции со значением 1000 Вт/м^2 на поверхности панели выработка мощности ею увеличивается в 1,45 раза при уменьшении температуры на поверхности со значения 177,1 Вт до значения 257,5 Вт в исследуемом диапазоне температур.

Выводы. В работе было проведено компьютерное моделирование работы солнечной панели в MATLAB Simulink при разных значениях солнечной инсоляции и температуре на её поверхности. Были выявлены характерные зависимости изменения выдачи ею мощности в зависимости от воздействующих климатических параметров. Так, при солнечной инсоляции от 200 Вт/м^2 до 600 Вт/м^2, выдаваемая мощность уменьшается при уменьшении температуры в 1,17-1,18 раза. При солнечной инсоляции со значением 800 Вт/м^2 выработка мощности имеет параболический характер с максимальным значением при 0◦С. При этом для солнечной инсоляции со значением 1000 Вт/м^2 на поверхности панели и более выработка мощности в исследуемом диапазоне температур от -40◦С до +40◦С увеличивается при уменьшении температуры в 1,45 раза. Для разных значений входных параметров зависимости выработки мощности отличаются.

Библиография:

1. Кувшинов В.В., Юферев Л.Ю., Аль-Малики М.Н.К. Солнечные энергетические системы для частных потребителей // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2024. Т. 71. № 3(56). С. 111-120.

2. Стребков Д.С. Исследование двухсторонних кремниевых солнечных элементов и модулей // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68. № 3(44). С. 60-70.

3. Есман А.К., Зыков Г.Л., Потачиц В.А., Кулешов В.К. Моделирование вертикальной тонкопленочной солнечной батареи при воздействии концентрированного солнечного излучения // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2024. Т. 67, № 5. С. 381-392.

4. A.K. Esman, G.L. Zykov, V.A. Potachits, V.K. Kuleshov Simulation of Thin-Film Solar Cells with a CuInSe2 Chalcopyrite Structure // Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations. 2020. № 63(1). P. 5-13.

5. Зализный Д.И. Модель фотоэлектрического модуля для библиотеки SimPowerSystems пакета MatLab/Simulink // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2020. Т. 63. № 6. С. 515-525.

6. Зализный Д.И. Модель фотоэлемента для библиотеки SimPowerSystems пакета MatLab/Simulink // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2019. Т. 62. 2. С. 135-145.

7. Трунов С.С., Хименко А.В., Тихомиров Д.А., Кузьмичев А.В. Установка электроснабжения удаленных объектов с солнечным термоэлектрическим генератором // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2023. Т. 70. № 3(52). С. 48-55.

8. Сагинов Л.Д. Моделирование концентрированного солнечного излучения инфракрасным для измерения тепловых характеристик теплофотоэлектрического модуля солнечной концентраторной установки // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2024. Т. 71. № 1(54). С. 95-100.

9. Костик Н.Р., Сипатдинов А.М., Бобыль А.В., Эрк А.Ф. Оценка потенциала Российской Федерации и Узбекистана для внедрения солнечных систем возобновляемой энергетики // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68. № 3(44). С. 86-103.

10. Марченко О.В., Соломин С.В. Конкурентоспособность солнечных и ветровых электростанций в странах СНГ // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2020. Т. 63. № 4. С. 301-311.

11. Мирончук В.И., Вельченко А.А. Повышение коэффициента полезного действия солнечных энергетических установок за счет локализации солнечной энергии // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2021. Т. 64. № 1. С. 15-26.

12. PV Array. MathWorks. URL: https://www.mathworks.com/help/sps/powersys/ref/pvarray.html (дата обращения: 13.01.2025 г.).

УДК 633. 3

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ГРАБЛЕЙ КАК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВЫХ ТРАВ НА СЕНО

Сухаева А.Р., к.т.н., доцент, **Косарева А.В.**, к.т.н., доцент,
Аносова А.И., к.т.н., доцент.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Шуханов С.Н.
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Одним из ключевых аспектов механизации процессов кормопроизводства является заготовка кормовых трав на сено. На основе осуществленного обзора источников литературы и их анализа установлены особенностей конструкции и функционирования современных технических средств для выполнения операций по заготовке кормов. Приведенный иллюстративный материал с указанием траекторий движения рабочих органов дополняет информацию об граблях как сельскохозяйственных орудиях и облегчает восприятие материала. Выявлены положительные и отрицательные моменты применения граблей и наиболее перспективные из них.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Кормовые травы, заготовка сена, сельскохозяйственное орудие, грабли.

ABSTRACT
One of the key aspects of the mechanization of forage production processes is the preparation of forage grasses for hay. Based on the review of literature sources and their analysis, the design and operation features of modern technical means for performing forage preparation operations were established. The provided illustrative material indicating the trajectories of the working bodies complements the information about rakes as agricultural tools and facilitates the perception of the material. Positive and negative aspects of using rakes and the most promising of them were identified.

KEYWORDS
Agricultural production, forage grasses, hay, rakes.

Введение. Результаты научных исследований ученых способствуют повышению эффективности функционирования сельскохозяйственного производства [1, 4, 5, 6, 11, 12]. К приоритетным направлениям изысканий относятся разработка технических средств и технологий механизации растениеводческой отрасли сельского хозяйства [7, 9, 10, 13, 14, 15]. Не являются исключением в этом плане машины и оборудование для кормопроизводства [2, 3, 8].

Цель работы – установить особенности конструкции и принципа функционирования, а также условия применения сельскохозяйственных орудий для заготовки кормовых трав на сено.

Методика проведения исследований: изучить состояние вопроса по теме путем осуществления обзора информации, выполнить анализ особенностей средств механизации технологии заготовки трав на сено.

Результаты исследования. Операции технологии заготовки кормовых трав на сено включают в себя:

- формирование из трав валков;
- оборачивание валков;
- сгребание трав;
- ворошение трав в прокосах.

В настоящее время существует различные типы технических для реализации операций механизации трудоемких процессов в этом направлении.

В зависимости от технического устройства грабли структурируются на поперечные и боковые. Функционально они отличаются друг от друга видом образуемого валка. По устройству рабочего органа грабли могут быть: барабанные либо зубовые, а также роторные или же колесно-пальцевые.

Также, как и все сельскохозяйственные машины они делятся на прицепные, навесные и полуприцепные.

Поперечные грабли. При использовании этого вида сельскохозяйственного орудия операции технологического процесса выполняются в следующей последовательности:

- скашивание и провяливание растений в прокосах;
- сбор травы в валки.

Валки размещают перпендикулярно направлению перемещения в процессе работы сельскохозяйственного орудия. Пол позицией 1 на иллюстрации (рис. 1, а) обозначен зуб. Внутри короба формируется травяной валок. Зубья как рабочий орган монтируются к бруску 3. Посредством подъемного механизма 5 устанавливается рабочее положение граблей.

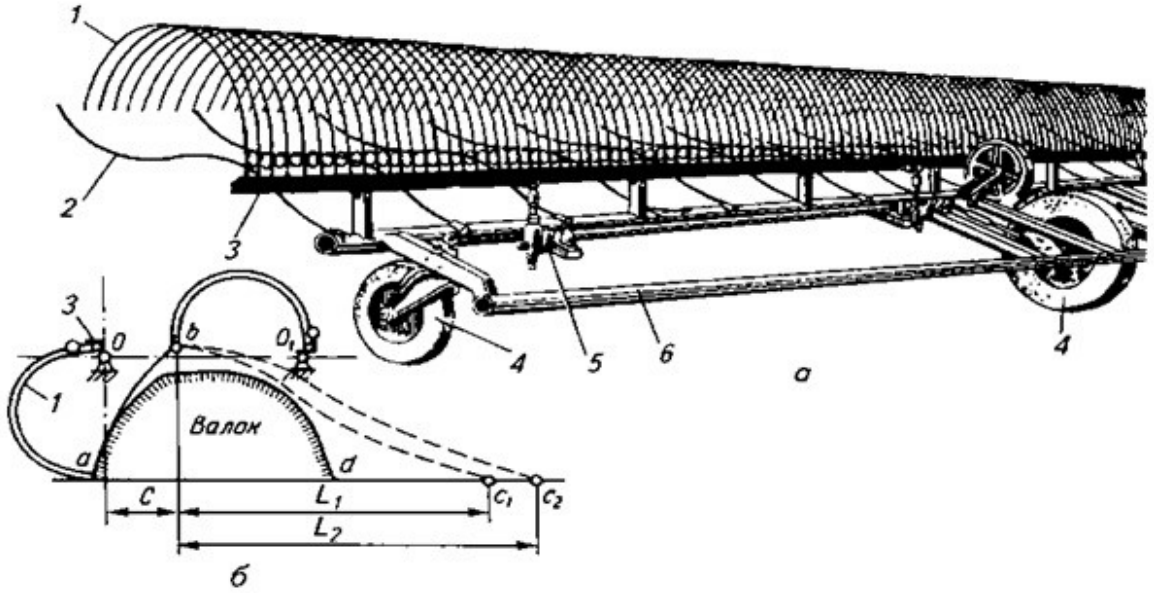


Рисунок 1 – Фрагмент секций поперечных граблей (а), траектория (б) движения точки зуба граблей при подъеме и опускании:
1 – зуб, 2 – очистительный прут, 3 – грабельный брус, 4 – колесо секции,
5 – механизм подъема, 6 – рама секции

При переводе технического средства в нерабочее положение концы зубьев принимают верхнее положение, и трава из короба остается на поверхности поля. Очистительные прутья 2, размещенные между группой из 5…10 сгребающих зубьев обеспечивают очистку зубьев от травы. Затем при завершении подъема зубья принимают рабочую позицию.

Траектория подъема ab (рис. 1, б), а также опускания bc_1 либо bc_2 зубьев оказывает влияние на значение ширины образуемого валка.

Траектории bc_1 и bc_2 перемещения конца зуба формируют значение высоты его подъема, а также линейной скорости движения граблей. Эти параметры проецируются ($L_2 \geq L_1$) на горизонталь и являются отражением огрехов dc_1 и dc_2.

Поперечные грабли представлены структурируют на прицепные, а также полуприцепные. Значение ширины захвата варьирует: минимум – 2 м., максимум – 16 м. В качестве тяговой силы при работе граблей ГК-2 используют одну лошадь. При применении данного варианта ячеистый автомат, получающий движение от колес, оказывает воздействие на механизм подъема и сбрасывания грабельного бруса.

Тракторные грабли изготавливают прицепной конструкции, а также в навесном варианте либо полунавесном. Отличительной особенностью широкозахватных орудий является наличие секций. Последние скреплены друг с другом между шарнирами. Такое соединение позволяет копировать рельеф местности. Механизм подъема грабельного бруса срабатывает с помощью гидравлической системы трактора. В качестве тяговой силы при работе данного типа граблей используют трактора класса 0,9 и 1,4.

Отрицательная сторона рассматриваемого сельскохозяйственного орудия – значительные потери. По причине того, что образуемые валки имеют высокую плотность время высушивания немалое. Практикуется применение, когда значение урожайности растений менее 5 т/га.

Боковые грабли. При использовании этого вида сельскохозяйственного орудия операции технологического процесса выполняются в следующей последовательности:

- ворошение провяленных растений в прокосах;
- сгребание травы в продольные валки с размещением вдоль направления движения агрегата;
- оборачивание валков с разбрасыванием;
- сдваивание валков.

Положительные стороны реализации технологии с использованием этих технических средств: уборка высокоурожайных растений характеризуется высокими качественными показателями функционирования; образование однородного валка по размерам, а также по рыхлости; обеспечивают высокий уровень копирования микрорельефа местности; показатели потерь листовой части растений гораздо меньше, по сравнению с работой поперечных граблей.

Колесно-пальцевые грабли. Рабочие органы этих технических средств - колеса на иллюстрации обозначены под позициями 1 и 2 (рис. 2, а). Пружинные пальцы 3 (рис.2, б), в том числе обод 4, а также кольцо 6, скрепленные друг с другом спицами 5 являются составными элементами колес. Колеса, смонтированные на колеса, свободно вращаются. Пальцы 3 имеют одну плоскость вращения. Предусмотренный загиб пальцев против направления вращения улучшает процесс сбрасывания растений. Оптимизацию давления на почву колес обеспечивает ее подпружиненная конструкция. Вращательное движение колес осуществляется за счет сил реакции при сцеплении с почвой.

В случае, когда положение секций пальцевых колес находится показанном на схеме (рис. 2, а), то выполняется сгребание трав в валок, а при (рис. 2, б) – ворошение их в прокосе.

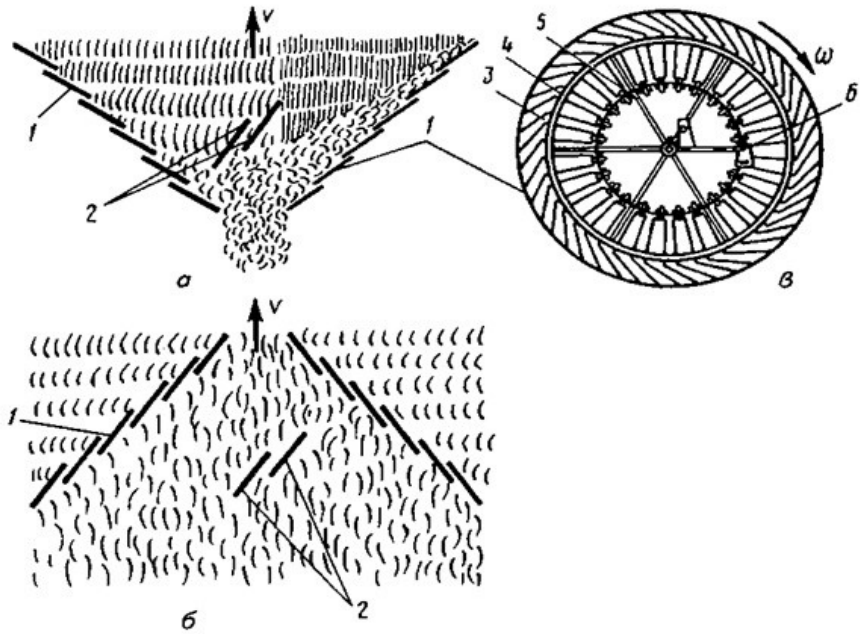


Рисунок 2 – Положение колес граблей при сгребании (а) и ворошении (б), устройство пальцевого колеса (в):
1, 2 – колеса, 3 – пальцы, 4 – обод, 5 – спица, 6 – кольцо.

Роторные грабли. Эти технические средства образуют сдвигают растения двумя секциями в сторону таким образом образуя продольный валок. Сельскохозяйственное орудие устроена так. Имеется два ротора (рис. 3*, а*). Ротор оснащен шестью граблинами 2 с пальцами 3. В действие роторы приводятся от ВОМ трактора. Граблины как единое целое совершают вращательное движение совместно с ротором.

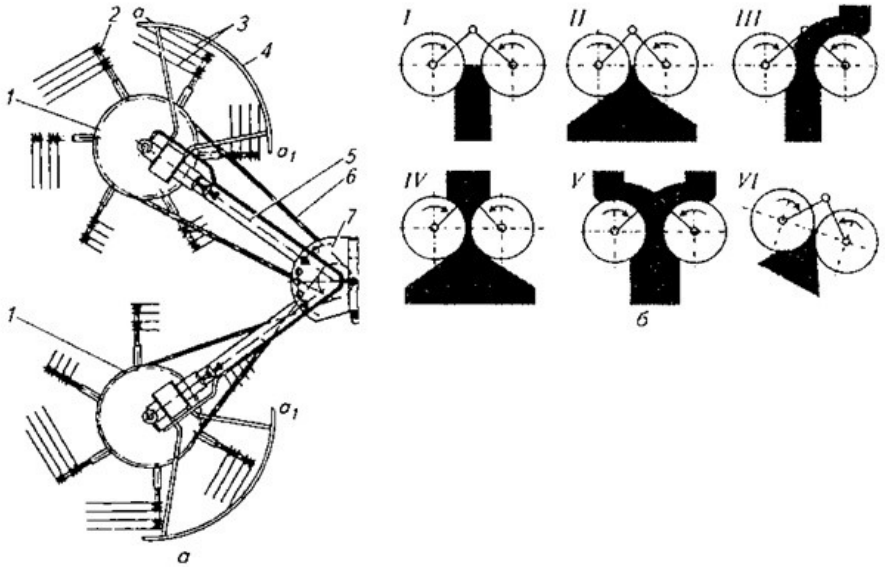


Рисунок 3 – Роторные грабли ПН-600 (а) и схемы выполняемых ими операций (б):
1 – роторы, 2 – граблина, 3 – пальцы, 4 – щитки, 5 – балка, 6 – ремень, 7 – навеска
I – сгребание травы, II – ворошение травы, III – оборачивание валка,
IV – разбрасывание травы из валка, V – сдваивание валков,
VI – отвод массы от препятствий

В рабочем положении пальцы обеспечивают захватывание травы (зоны aa_1). В последующем цикле трава перемещается к центру. Зоны a_1a отражают положение граблин в верхнем нерабочем положении. Минимизация разбрасывания растений осуществляется щитками 4.

Следующий рисунок (рис. 3, б) иллюстрирует схему работы роторных граблей при осуществлении ворошения травы в прокосе. Далее, в соответствии с технологией растения оборачивают. Затем они подвергаются разбрасыванию. Кроме того, реализуется сдваивание валков и дополнительный отвод травы от препятствий.

Вывод. Краткое изучение состояния рассматриваемого вопроса позволяет получить более полное понимание в этой сфере знаний. Понять область локального применения сельскохозяйственных орудий с наибольшей их эффективностью, что способствует улучшению выполняемых производственных процессов.

Библиография:

1. Чубарева М.В. Определение оптимального режима вентилирования хлебной массы // Механизация сельскохозяйственного производства в условиях Восточной Сибири: материалы научно-практической конференции. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. С. 58-59.

2. Ханхасаев Г.Ф., Шуханов С.Н., Коваливнич В.Д., Гармаев Ж.В. Конструктивные особенности измельчителя корнеклубнеплодов // Аграрная наука. 2014. № 1. С. 32.

3. Шуханов С.Н., Болоев П.А., Коваливнич В.Д., Гармаев Ж.В. Опытный измельчитель корнеклубнеплодов // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. № 2 (26). С. 86-87.

4. Шуханов С.Н., Болоев П.А., Коваливнич В.Д., Доржиев А.С. Модернизация технических средств для измельчения корнеклубнеплодов // Аграрная наука. 2015. № 5. С. 30-31.

5. Ильин П.И., Цэдашиев Ц.В., Цэдашиева Л.Н. Сушка семян зерновых культур в условиях мелкотоварного производства // Актуальные вопросы аграрной науки. 2017. № 24. С. 48-54.

6. Алтухова Т.А., Шуханов С.Н. Обзор и анализ исследований охладителей зерна как основа для создания более совершенных машин // Аграрная наука. 2018. № 3. С. 68-69.

7. Кокиева Г.Е., Гоголева И.В., Ноев Д.М., Друзьянова В.П. Автоматизация работы рабочих органов комбинированного орудия для предпосевной обработки почвы // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 11. С. 68-70.

8. Шуханов С.Н., Доржиев А.С., Косарева А.В. Результаты экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 1. С. 56-61.

9. Сухаева А.Р., Хабардин В.Н., Шуханов С.Н. Модернизация фуражира в составе экспериментальной технологии уборки зерновых культур Приангарья // Известия Международной академии аграрного образования. 2022. № 59. С. 50-55.

10. Шуханов С.Н., Кузьмин А.В., Степанов Н.В., Сухаева А.Р. Модернизация аппарата для метания зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 112-115.

11. Алтухова Т.А., Алтухов С.В., Шуханов С.Н. Модернизация сушилки зернистых материалов // Тракторы и сельхозмашины. 2022. Т. 89. № 2. С. 149-153.

12. Алтухов С.В., Алтухова Т.А., Шуханов С.Н. Анализ обеспеченности техникой сельскохозяйственных организаций Иркутской области // Известия Международной академии аграрного образования. 2022. № 62. С. 5-8.

13. Сусликов И.А., Агафонов С.В., Кузьмин А.В. Проблемы производства картофеля и совершенствование картофелеуборочной техники в современных условиях // Научно-исследовательская деятельность аспирантов в решении приоритетных задач развития агропромышленного комплекса: материалы научно-практической

конференции, посвященной 70-летию аспирантуры Иркутского ГАУ. п. Молодежный, 2023. С. 147-152.

14. Товаров О.Р., Хараев Г.И., Горбунова Т.Л. Особенности конструкции и принципа действия дисковых борон // Инженерные решения для АПК: всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 84-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007). Рязань, 2023. С. 53-57.

15. Энергоемкость процесса функционирования бункера-дозатора при засыпке горшков торфом / С.Н. Шуханов [и др.] // Вестник НГИЭИ. 2024. № 9 (160). С. 29-39.

УДК 631.234

РАЦИОНАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

Черкасов В.С., Болотова А.А., Мулюкина А.Н., студенты 3 курса
направления подготовки 08.03.01 Строительство.
Научный руководитель: к.т.н., доцент Блажнов А.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Цель исследования заключалась в создании основ формирования тепличной фермы для малых форм хозяйствования. Предложен рациональный тип теплиц, оптимизированы параметры стального каркаса и обоснованы энергоэкономичные параметры теплицы. Разработаны схемы генеральных планов тепличных хозяйств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Тепличная ферма, параметры теплицы, конструкция теплицы, план фермы.

ABSTRACT
The aim of the study was to create the basis for the formation of a greenhouse farm for small farms. A rational type of greenhouses is proposed, the parameters of the steel frame are optimized and the energy-efficient parameters of the greenhouse are substantiated. Schemes of general plans for greenhouse farms are developed.

KEYWORDS
Greenhouse farm, greenhouse parameters, greenhouse design, farm plan.

Введение. Для малых форм хозяйствования заводами-изготовителями предлагаются два типа теплиц: блочные (сблокированные) и ангарные (отдельностоящие) [1-4]. Методическими рекомендациями по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады РД-АПК1.10.09.01-14 для строительства в фермерских хозяйствах рекомендуется следующая номенклатура теплиц круглогодового использования: блочного типа площадью 5 и 10 тыс. м^2; ангарного типа – 500 и 1 000 м^2 (рис. 1).

Каждый из видов теплиц имеет как достоинства, так и недостатки. При одинаковой площади застройки расход стали на несущие конструкции блочных теплиц несколько меньше по сравнению с ангарными теплицами, а расходы на отопление блочных теплиц в холодный период года ниже примерно на 6%. Главный недостаток блочных теплиц – возможность разрушения стеклянной кровли в случае накопления снега между скатами теплицы, в связи с чем их строительство целесообразно в южных регионах с небольшими снеговыми нагрузками. В средней полосе страны предпочтительно использование в фермерских хозяйствах ангарных теплиц площадью

500 и 1000м^2, снег с покрытия которых самоудаляется при подтаивании вследствие тепловыделений сооружением [5-7].

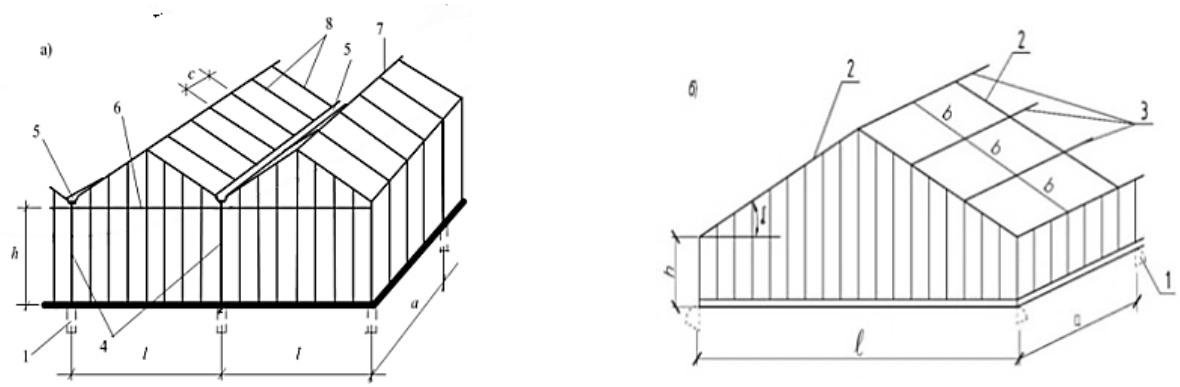


Рисунок 1 – Конструктивные схемы теплиц для фермерских хозяйств:
а) блочная стоечно-балочной конструктивной схемы,
б) ангарная рамной конструктивной схемы
1 – фундамент, 2 – рама сплошного или сквозного сечения, 3 – прогон, 4 – стойка,
5 – лоток, 6 – затяжка,7 – коньковый прогон, 8 – шпросы

Цель исследования предусматривала обоснование рациональных строительных параметров ангарных теплиц площадью выращивания 500 и 1000м^2 и разработку схемы планировочной организации тепличной фермы для указанных площадей.

Метод исследования аналитический, предусматривал обобщение и анализ информационных данных по техническим решениям теплиц, использование элементов математической статистики и математического анализа.

Результаты. Для экономии энергетических затрат в зимний период ограждающие конструкции ангарных теплиц следует предусматривать из сотовых поликарбонатных листов, а площадь ограждающих конструкций теплицы должна быть минимальной. Минимальной площади ограждения сооружения будет соответствовать наименьшее значение коэффициента ограждения, показывающего отношение площади светопрозрачных ограждающих конструкций к площади застройки теплицы. Сооружению с меньшим коэффициентом ограждения соответствуют более низкие значения тепловых потерь и площади ограждающих конструкций, обусловливающие снижение соответственно эксплуатационных и единовременных затрат

Выведенное математическое выражение коэффициента ограждения ангарной теплицы имеет следующий вид

$$K_{\text{огр}} = \frac{2h}{L} + \frac{1}{cos\alpha} + \frac{2h}{A} + \frac{L \cdot tg\alpha}{2A} \quad , \qquad (1)$$

где h – высота продольного вертикального ограждения, не менее 1,5 м по технологическим требованиям;

L и A – соответственно ширина и длина теплицы;

α – угол наклона скатов кровли равный 30°.

Минимальное значение коэффициента ограждения можно установить, подставив в формулу (1) значение длины теплицы $A = F/L$ (F – требуемая площадь теплицы), продифференцировав выражение по L и решив полученное уравнение относительно ширины теплицы. Так, для теплицы площадью 500 м^2 получим

$$L^3 \cdot tg\alpha + 2hL^2 - 1000h = 0 \qquad (2)$$

Откуда оптимальное значение пролёта теплицы $L_{опт}$= 12 м, а соответствующий пролёту минимальный коэффициент ограждения $K_{оГр}$ = 1,56.

Используя аналогичные математические вычисления для ангарной теплицы площадью 1000 м^2, получим оптимальное значение пролёта $L_{опт}$ = 15 м.

Рациональные расстояния между элементами стального каркаса теплицы из прокатных швеллеров (кровельными прогонами, поперечными рамами) устанавливались применительно к снеговой нагрузке для Орловской обл., в соответствии с СП 107.13330.2012 «Теплицы и парники» равной 200 Па (20 кгс/м^2) [8]. Шаг швеллерных прогонов покрытия (*b*), зависящий от максимально возможного прогиба сотовых поликарбонатных листов равного *b*/150, определялся из следующего выражения

$$f = \frac{b}{150} = k\frac{q^H b^4}{EI} \quad ,$$

откуда

$$b_{max} = \sqrt[3]{\frac{0{,}007EI}{kq^H}} \quad , \qquad (3)$$

где *b* – расстояние между прогонами;

k – коэффициент, зависящий от числа пролётов и для многопролётной схемы опирания поликарбонатных листов равный 0,0068;

q^H – нормативная нагрузка нормальная к скату теплицы (с учётом собственного веса листа и ветровой нагрузки);

E – модуль упругости поликарбонатных листов;

I – момент инерции 1м ширины листа.

Вычисленные максимальные расстояния между прогонами b_{max} приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Максимальные расстояния между прогонами покрытия

Максимальный шаг кровельных прогонов	**Толщина сотовых листов 10 мм**	**Толщина сотовых листов 16 мм**
b_{max}, см	60	100

Вычисленные удельные расходы стали на прогоны покрытия и рамы каркаса на 1м^2 площади теплицы приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2 – Расход стали на прогоны, кг/м^2

Шаг прогонов *b*, м	**Расход стали на прогоны при расстоянии между рамами каркаса *a*, м**				
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
1,0	6,04	6,14	6,28	6,46	6,66

Таблица 3 – Расход стали на рамы каркаса, кг/м^2

Пролёт рам, м	Шаг рам, м				
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
12,0	7,70	5,37	4,72	4,29	3,85
15,0	9,31	6,68	5,12	4,69	4,40

Из данных таблиц 2, 3 следует, что минимальный расход стали на каркас сооружения для ангарных теплиц площадью 500м^2(оптимальный пролёт 12м) и 1000м^2 (оптимальный пролёт 15м) соответствует шагу рам каркаса 6м.

Для тепличных фермерских хозяйств площадью выращивания 500 и 1000м^2 разработаны схемы их планировочной организации, приведенные на рис. 2, 3.

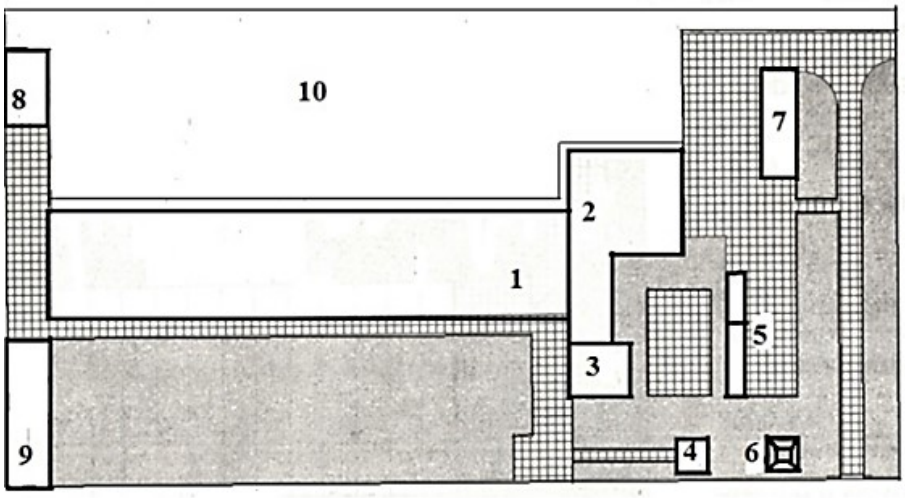


Рисунок 2 – Компоновочное решение фермерского тепличного хозяйства площадью выращивания 500 м^2:
1 – ангарная теплица площадью 500 м^2; 2 – блок бытовых и обслуживающих помещений; 3 – жилой дом; 4 – баня; 5 – хозяйственный блок; 6 – погреб; 7 – гараж; 8 – площадка для хранения почвенных смесей; 9 – площадка для уничтожения растительных остатков; 10 – открытый грунт

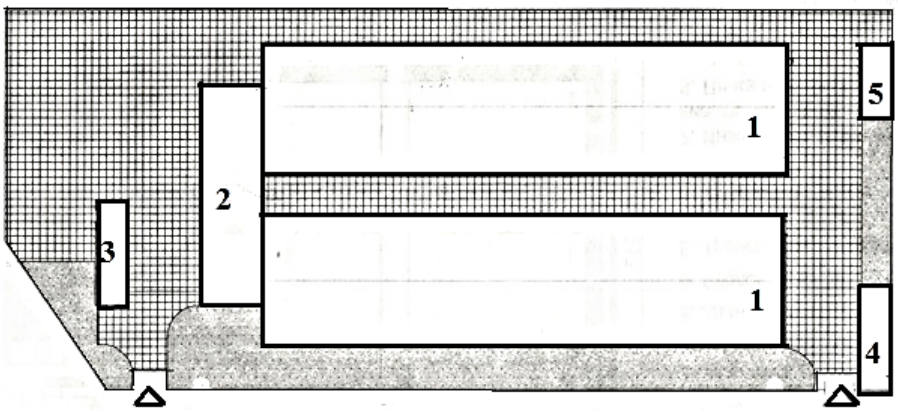


Рисунок 3 – Компоновочное решение фермерского тепличного хозяйства площадью выращивания 1000 м^2:
1 – ангарная теплица площадью 500 м^2; 2 – блок бытовых и обслуживающих помещений; 3 – трансформаторная подстанция; 4 – площадка для хранения почвенных смесей; 5 – площадка для уничтожения растительных остатков

Выводы:

1. Выбран рациональный тип фермерских теплиц (ангарные) для центральных регионов страны.

2. Обоснованы энергоэкономичные строительные параметры ангарных теплиц площадью 500 и 1000м^2, рекомендуемых технологическими нормами для строительства в фермерских хозяйствах.

3. Установлен экономически целесообразный шаг рам стального каркаса теплиц, обеспечивающий минимум расхода металла.

4. Разработаны планировочные схемы фермерских тепличных хозяйств площадью выращивания 500 и 1000м^2.

5. Разработанные рациональные строительные решения фермерских тепличных хозяйств могут послужить основой для реального проектирования.

Библиография:

1. Промышленные и фермерские теплицы. Завод Теплиц. Ру // URL: https://zavodteplic.ru (дата обращения 08.12.2024).

2. Знаменитые теплицы Воля // URL: https://www.teplitsi-volya.ru (дата обращения 08.02.2025).

3. Фермерские теплицы из поликарбоната под ключ // URL: https://volga-teplica.ru/teplitsy-i-komplektuyushchie/fermerskie-teplicy-iz-polikarbonata/ (дата обращения 08.02.2025).

4. Фермерские теплицы – Агрисовгаз. URL: http// www.agrisovgaz.ru. (дата обращения 12.02.2025).

5. Блажнов А.А. Сравнительная оценка типов зимних теплиц для фермерских хозяйств // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 3(711). С. 71-78.

6. Блажнов А.А., Андрианов Н.Н. Многофункциональное производственное сооружение для фермерских хозяйств // Сельское строительство. 2007. № 3-4. С. 26.

7. Блажнов А.А. Статический расчёт плёночной кровли культивационного сооружения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2020. № 11. С. 41-47.

8. Блажнов А.А. О снеговой нагрузке на малопролётные арочные сооружения с полимерной кровлей // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 3. С. 23-25.

Научный журнал молодых ученых
№1(41), 2025

Подписано в печать 14.03.2025 г. Формат 60×84/8.
Печать ризография. Бумага офсетная. Гарнитура Arial.
Периодичность выхода: пять раз в год.
Тираж 300 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета в Издательстве ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.
Отпечатано на полиграфической базе ФГБОУ ВО Орловский ГАУ:
302028, г. Орел, бульвар Победы, 19.