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(31), Март 2023



Научный журнал молодых ученых №1(31)

март 2023

Теоретический и научно-практический журнал. Основан в 2013 году.
Реестровая запись СМИ серия ПИ № ФС77-70704 от 15 августа 2017 года.
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:
Комоликов А.С.

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.
Коношин И.В., к.т.н.
Лобков В.Т., д.с.-х.н.
Ляшук Р.Н., д.с.-х.н.
Мысишин И.С., к.п.н.
Петрова С.Н., д.с.-х.н.
Пименов Н.В., д.б.н.
Полухин А.А., д.э.н.
Родимцев С.А., д.т.н.
Сахно Н.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, 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:
30.03.2023 г.

Бесплатно.

Редакция не несет ответственности за содержание материалов.

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

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

ОБРАЩЕНИЕ К ЧИТАТЕЛЯМ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Н.А. БЕРЕЗИНОЙ 2

Сельскохозяйственные науки

Будаева А.Ю., Мукомел Н.А., Щекина К.Н.
АГРОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3

Дё В.Е.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА СЕМЕННЫХ ПОСЕВАХ СОИ В УЗСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ 8

Икусов Р.А., Шарипов М.Л.
ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 11

Кванин А.В., Фазилов С.К.
ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ У РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ КОРМОВЫХ БОБОВ 15

Ковалец А.А., Мозгова М.Г., Иванушкина Т.С.
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ 21

Коротков А.Г., Коротков В.Г.
ВЛИЯНИЕ ОПРЫСКИВАНИЯ ПОСЕВОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ВО ВРЕМЯ ВЕГЕТАЦИИ БИС-300 НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ..... 26

Митюхина Е.В.
ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ СОИ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ИХ С УРОЖАЙНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ЦЧР..... 29

Улитин Д.А.
ЯДОВИТЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ..... 34

Шишкин А.С., Танрибергенова М.В.
ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 39

Технические науки

Багрова Д.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА СУХОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СМЕСИ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ 44

Брянцева А.А., Логанов А.В.
РЕЗЕРВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАЛЬНЫХ БАЛОК 52

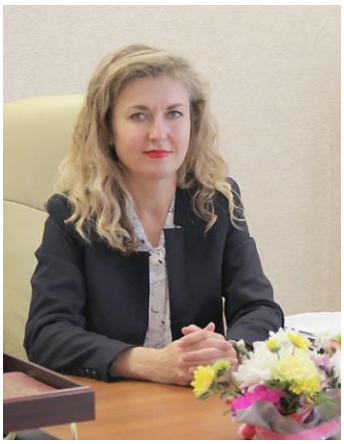
Голиков И.О., Лансберг А.А.
ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ 0,4 КВ СРЕДСТВАМИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 55

Коваливнич В.Д., Аносова А.И., Доржиев А.С.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ИСПЫТАНИЯ РАДИАТОРОВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ 65

Лобанов Ю.В., Моргунова Е.С.
ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ СТАЛЬНОГО ГНУТОГО ШВЕЛЛЕРА 69

16+ ©ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2023.

ОБРАЩЕНИЕ К ЧИТАТЕЛЯМ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Н.А. БЕРЕЗИНОЙ



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 культур».

Символично, что данное мероприятие проводится накануне дня памяти незаурядного, талантливого человека, академика РАН – Николая Васильевича Парахина, так много сделавшего для становления и развития Орловского государственного аграрного университета, который по праву носит его имя. В Десятилетие науки и технологии в России это еще один повод оценить научное наследие Николая Васильевича, его вклад в аграрную науку. И наш долг – достойно продолжить те направления, которыми занимался этот выдающийся ученый, не потерять и приумножить его достижения.

Н.В. Парахин приложил немало усилий, чтобы сделать Орловщину одним из самых главных аграрных регионов страны. Ежегодно орловскими аграриями производится свыше 4 млн тонн зерна. Область по объемам производства гречихи продолжает занимать первое место в ЦФО и третье в России. В 2022 году получен рекордный валовой сбор рапса и соевых бобов. Площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет более 80 % от общей территории региона.

В 2023 году посевная площадь сельскохозяйственных культур в Орловской области ожидается на уровне 1 млн 333 тыс. гектаров. Под урожай этого года уже посеяно более 340,5 тыс. гектаров озимых культур, в том числе свыше 291 тыс. гектаров озимых зерновых и почти 49 тыс. гектаров озимого рапса. Яровой сев предстоит провести на площади более 940 тыс. гектаров. Планируется увеличение посевных площадей под такими культурами, как гречиха, яровая пшеница и ячмень, техническими и масличными культурами.

Своевременно и качественно организованные мероприятия по подготовке и проведению весенних полевых работ положительно повлияют на увеличение производства растениеводческой продукции и как следствие позволят обеспечить продовольственную безопасность страны и выполнение обязательств по импортозамещению и экспорту продукции агропромышленного комплекса.

«Научный журнал молодых ученых» как часть российской научно-информационной системы участвует в решении самых важных задач. Издание является трибуной научно-исследовательской деятельности молодых ученых, научных, научно-педагогических и практических работников, что определяет его важность и актуальность в обеспечении информации о передовом отечественном опыте, способствует формированию открытой научной полемики, внедрению новых научных и прикладных разработок, обеспечивает научную коммуникацию, обмен идеями и результатами исследований.

Проведение Круглого стола является важным событием для всего аграрного сообщества и, несомненно, внесёт достойный вклад в улучшение процесса организации и проведения весенних полевых работ, создаст стимулы для дальнейшей плодотворной работы. Уверена, насыщенная деловая программа позволит обсудить актуальные задачи, стоящие перед агропромышленным комплексом и выработать эффективные механизмы их решения. Желаю всем участникам мероприятия успехов в решении поставленных профессиональных задач и реализации перспективных планов, благополучия и крепкого здоровья!

С уважением,
главный редактор «Научного журнала молодых ученых»,
доктор технических наук, доцент Н.А. Березина

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.421

АГРОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Будаева А.Ю., Мукомел Н.А., Щекина К.Н., бакалавры 3 курса
направления подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».
Научный руководитель: д.с-х.н., профессор Степанова Л.П.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Хозяйственная деятельность человека влияет на состав и свойства почв земель сельскохозяйственного назначения с образованием огромных пространств или крошечных земельных участков, улучшенных по сравнению с природными, или напротив, техногенно-загрязненных и опасных для здоровья человека. Таким образом, деградационные изменения почв, как средства сельскохозяйственного производства, обусловливают утрату плодородия почв и их производительности. Негативные деградационные процессы проявляются в разной степени на землях сельскохозяйственного назначения, что требует необходимости исследования и оценки уровней воздействия факторов, вызывающих их деградацию, степень изменения показателей плодородия почв и возможность их восстановления, а также разработки путей оптимизации и создания экологически устойчивой системы землепользования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Бенз(а)пирен, токсиканты, тяжелые металлы, коммунальные отходы, пахотный слой, подвижные формы металлов, интенсивность накопления почвы, подвижный цинк.

ABSTRACT
Human economic activity affects the composition and properties of soils of agricultural lands with the formation of huge spaces or tiny plots of land, improved in comparison with natural, or on the contrary, technogenically polluted and dangerous to human health. Thus, soil degradation changes, as a means of agricultural production, cause the loss of soil fertility and productivity. Negative degradation processes manifest themselves to varying degrees on agricultural lands, which requires the need to study and assess the levels of impact of factors causing their degradation, the degree of changes in soil fertility indicators and the possibility of their restoration, as well as the development of ways to optimize and create an environmentally sustainable land use system.

KEYWORDS
Benz(a)pyrene, toxicants, heavy metals, municipal waste, arable layer, mobile forms of metals, intensity of soil accumulation, mobile zinc.

Введение. В разной степени на землях сельскохозяйственного назначения проявляются негативные деградационные процессы, что требует необходимости исследования и оценки уровней воздействия факторов, вызывающих их деградацию, степень изменения показателей плодородия почв и возможность их восстановления.

В настоящее время в условиях интенсивных агрогенных изменений на почву происходит уничтожение почвенного покрова на значительных территориях, загрязнение почв, ухудшение их свойств, а продолжающееся сокращение

сельскохозяйственных земель в результате деградационных процессов создаёт опасную экологическую ситуацию.

Одним из главных направлений улучшения сложившейся ситуации является создание экологически устойчивой системы землепользования, так как почвы являются фильтром для поступающих в экологическую систему соединений, токсикантов, местом их аккумуляции и важнейшим фактором их трансформации. Это вызывает необходимость детального изучения агроэкологической оценки систем землепользования и разработки дифференцированных мероприятий, обеспечивающих воспроизводство плодородия почв, рост урожаев и экологическую устойчивость пахотных земель

Цель исследований: установить влияние агрогенных изменений на состав и свойства черноземных почв земель сельскохозяйственного назначения.

При этом решению подлежат следующие **задачи:**

1. Оценить степень вреда, причинённого черноземным почвам сельскохозяйственных земель.

2. Установить степень изменения показателей плодородия пахотного слоя черноземных почв земель сельскохозяйственного назначения и степени обеспеченности доступными формами бенз(а)пирена, подвижных форм Zn, Pb, Cu.

3. Показать характер изменения количества подвижных форм тяжёлых металлов в пахотном слое черноземных почв и степень их накопления, подвижности под действием агрогенного изменения свойств почв.

4. Определить экономический ущерб, нанесенный черноземным почвам земель сельскохозяйственного назначения размещением коммунальных отходов в пахотном слое почвы.

Результаты исследований и их обсуждение. Воздействие отходов производства и быта различного происхождения и состава проявляется в изменении химического состава и свойств черноземных почв на глубине пахотного 0-20 см слоя. Исследованиями доказано изменение интенсивности накопления токсикантов как в зависимости от состава и свойств загрязняющего вещества, так и от особенностей поглотительной способности пахотного слоя черноземных почв в самом при поверхностном слое 0-5 см, в слое почвы 5-20 см и интенсивности распределения тяжелых металлов на всей глубине пахотного слоя 0-20 см.

Результаты исследования степени накопления тяжелых металлов и бенз(а)пирена в пахотном 0-20 см слое черноземных почв и особенностей их перераспределения по всей толще- глубине пахотного слоя показали, что в самом приповерхностном слое черноземных почв 0-5 см количество бенз(а)пирена достигает 0,12 мг/кг с колебаниями в содержании от 0,044 мг/кг до 0,174 мг/кг. Исследованиями выявлено количественное изменение в содержании бенз(а)пирена на всей глубине пахотного слоя почвы 0-20 см. Так, изменения в количественном содержании бенз(а)пирена достигали величины от 0,02 мг/кг до 0,168 мг/кг, при средней взвешенной концентрации бенз(а)пирена на исследуемой глубине почвы 0-20 см, достигающий 0,10 мг/кг. Интерес представляют данные, отражающие характер количественные изменения бенз(а)пирена в пахотном слое 5-20 см почвы. Нашими исследованиями доказано, что средняя концентрация бенз(а)пирена во всей глубине пахотного слоя 5-20 см составила 0,096 мг/кг с колебаниями в количественном содержании от 0,050 мг/кг до 0,147 мг/кг. При этом нами установлена наибольшая концентрация бенз(а)пирена в самом при поверхностном слое почвы 0,12 мг/кг.

При этом нами установлена наибольшая концентрация бенз(а)пирена в самом приповерхностном слое почвы 0-5 см, которая составила в среднем 0,12 мг/кг с колебаниями от 0,049+0,012 мг/кг до 0,174+-0,044 мг/кг. Среднее взвешенное количество бенз(а)пирена в чернозёмной почве составило 0,079 мг/кг. Для исследуемых почв установлены разные уровни накопления и загрязнения подвижными формами тяжёлых металлов под действием отходов производства различного происхождения.

Исследованиями определены разные уровни накопления подвижной Cu, Pb и Zn на разных глубинах пахотного горизонта чернозёмной почвы. Так в самом поверхностном слое почвы 0-5 см количество подвижных форм меди изменяется в пределах от 0,22 мг/кг до 0,97 мг/кг при этом средневзвешенное количество подвижной меди в поверхностном слое почвы составляет 0,61 мг/кг.

С изменением глубины взятия пробы почвы изменяется интенсивность накопления подвижной формы меди. Так в слое почвы на глубине 5-20 см в средневзвешенное количество подвижной Cu составляет 0,56 мг на килограмм с колебаниями от 0,22 мг/кг до 0,96 мг/кг. При этом следует отметить, что степень накопления подвижной Cu в слое почвы 5-20 см совпадает с интенсивностью накопления Cu в самом поверхностном 0-5 см слое почвы. Особый интерес представляет интенсивность загрязнения почвы подвижной формы Cu во всей глубине пахотного 0-20 см слоя почвы. Исследованиями установлено средневзвешенное количество накопления подвиды в почве на исследуемой глубине 0,49 мг на килограмм с изменением концентрации подвижной Cu во всей глубине пахотного слоя от 0,25 мг/кг до 0,73 мг/кг.

Исследованиями выявлено различная степень влияния отходов производства на накопление в почвах тяжёлых металлов и степень их подвижности. Так нами установлено интенсивность накопления подвижного свинца на разных глубинах пахотного горизонта чернозема-типичного. При поверхностном слое пахотного горизонта 0-5 см средневзвешенное количество подвижного свинца изменялась от 0,54 мг на килограмм до 0,69 мг/кг при среднем взвешенном загрязнении почвы 0,59 мг/кг подвижными формами свинца.

Интерес представляет исследование в степени изменения подвижности свинца в пахотном слое 5-20 см чернозёмной почвы. Исследованиями установлена степень загрязнения подвижным свинцом почвы на глубине 5-20 см, так средняя взвешенное количество подвижного свинца на исследуемой глубине пахотного горизонта изменялась в пределах от 0,53 до 0,69 мг/кг при среднем взвешенном количестве 0,67 мг/кг подвижного свинца.

Следует отметить что количество подвижного свинца в слое 5-20 см снижается в сравнении с его количеством в слое почвы 0-5 см с 0,59 мг/кг в поверхности слое почвы до 0,67 мг/кг в пахотном слое почвы на глубине 5-20 см (рис. 1).

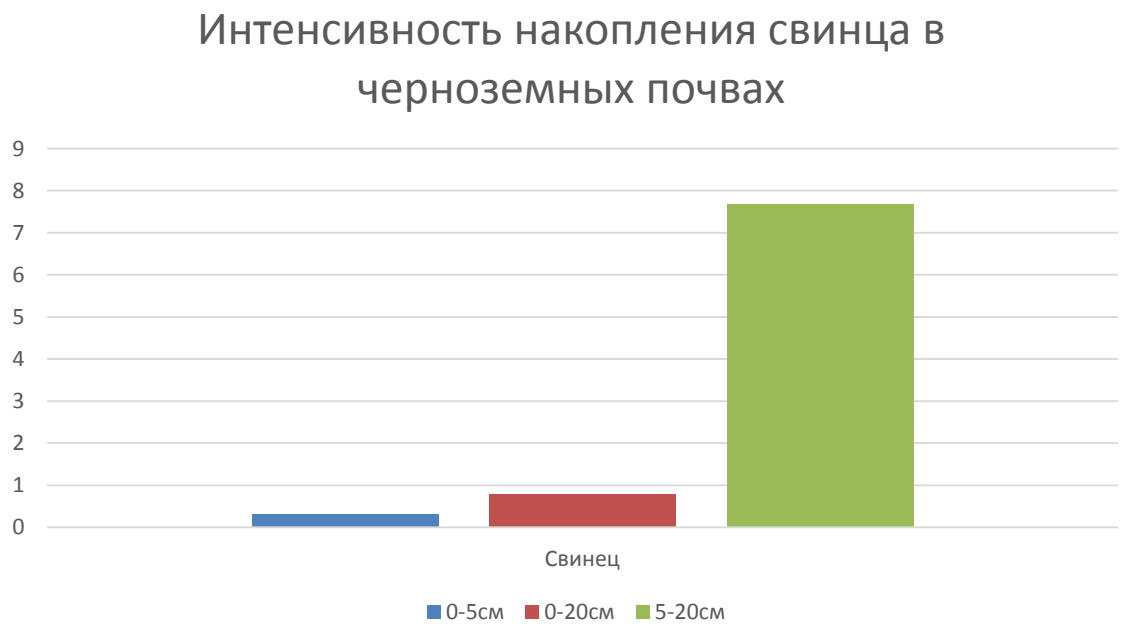


Рисунок 1 – Интенсивность накопления свинца в черноземных почвах

Исследованиями доказана неоднородность в интенсивности загрязнения почвы подвижными формами свинца на разных глубинах пахотного слоя почвы 0-5 см и 5-20 см. Особого внимания требуют результата степени накопления бенз(а)пирена и тяжёлых металлов в пахотном слое почвы нарушенного складированием коммунальных отходов сравнение с их содержанием в контрольной, не нарушенный антропогенными воздействиями почвы.

Нами выявлено превышение контрольного уровня содержания < 0,005 мг/кг бенз(а)пирена в пахотном слое почвы под действием складированных коммунальных отходов различного происхождения, которое составило 0,79 мг/кг и превышала контрольный количественный уровень бензопиле на в почве в 14,8 раза. Особого внимания требуют результаты интенсивности накопления подвижных форм тяжёлых металлов в почве на глубине 0-20 см под действием коммунальных отходов в сравнении с исходным уровнем их содержания в пробах почвы не нарушенного контрольного варианта (рис. 2).

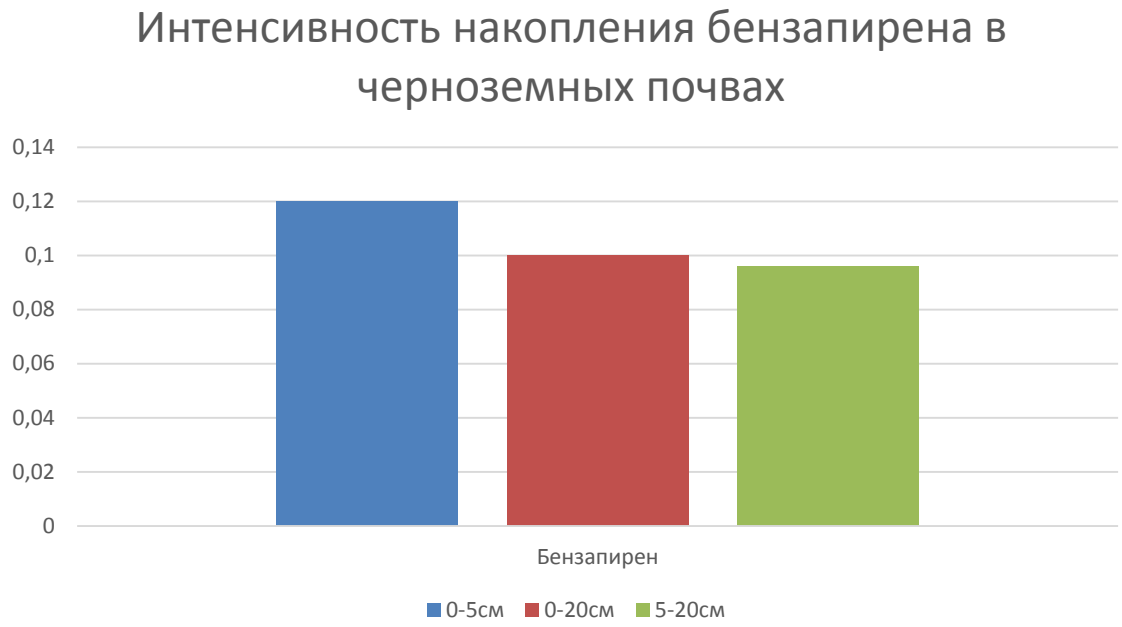


Рисунок 2 – Интенсивность накопления бенз(а)пирена в черноземных почвах

Так на глубине контрольной пробы почвы 0,20 см количество подвижной меди составила 0,13 + - 0,02 мг/кг, а в пробах почвы отобранных с той же глубины почвы, загрязнённые коммунальными отходами, количество подвижной меди увеличилась до 0,49 мг, что превышала исходный контрольный уровень 0,13 мг на килограмм в 3,7 раза.

Нами выявлена степень загрязнения пахотного горизонта чернозёмной почвы подвижными формами свинца на земельной территории, заняты коммунальными отходами, так количество подвижного свинца возросло в 1,2 раза, или с 0,51 + - 0,12 мг/кг в контрольной контрольные пробе почвы до 0,61 мг/кг в пробах почвы, загрязнённых отходами производства.

Особый интерес представляют результаты исследования интенсивности загрязнения пахотного слоя чернозёмной почвы подвижными формами цинка, так средневзвешенное количество подвижного цинка возросло в слое почвы 0,20 см и составила, 576,7 мг/кг что превышало контрольный уровень в 64,8 раза, что свидетельствует о высокой степени загрязнения почвы подвижного соединения цинка, что требует необходимости организации проведения почвозащитных мероприятий.

Результаты исследования степени накопления подвижных форм Zn в пахотном слое чернозёма и особенностей его перераспределения по всей глубине пахотного

слоя показали, что в самом поверхностном 0-5 см слое почвы количество подвижного Zn достигает величины от 436,28 мг/кг до 608,59 мг/кг, что в среднем составляет: 522,435 мг/кг, что в 22,7 раза превышает предельно-допустимый уровень накопления подвижного Zn в почвах сельскохозяйственного назначения. Особого внимания требуют результаты исследования количественного содержания подвижного Zn в пахотном слое как на глубине 5-20 см, так и на глубине 0-20 см. Проведенными лабораторными исследованиями доказана высокая степень накопления подвижного Zn как на глубине почвы 5-20 см, так и на глубине 0-20 см. Аналитическими данными выявлена высокая степень концентрации подвижного Zn, установленная на глубине 5-20 см, которая достигала величины 578,85 мг/кг, превышающей предельно допустимый уровень его количества в почвах – 23,0 мг/кг в 25,2 раза. Проведенными исследованиями доказано, что превышение уровня накопления подвижного Zn в загрязненных почвах в сравнении с уровнем его содержания в контрольной ненарушенной почве достигало величины в 65 раз.

Особый интерес представляет характер количественного изменения подвижного Zn в слове почвы 0-20 см, в котором количество подвижного Zn достигало величины 577,05 мг/кг, превышающей допустимый уровень содержания подвижного Zn в почве в 25 раз, а уровень превышения контрольного содержания подвижного Zn достигал величины в 64,9 раза.

Именно это обстоятельство обусловливает высокий уровень значительных экономических затрат на реабилитацию и оздоровление почв и окружающей среды.

Выводы. Доказаны изменения в интенсивности накопления токсикантов в зависимости от состава и свойств токсиканта и поглотительных способностей пахотного слоя почвы.

Выявлен и установлен характер накопления и перераспределения бенз(а)пирена в пахотном слое чернозёмной почвы.

Дана оценка интенсивности накопления тяжёлых металлов (меди, свинца, цинка) в пахотном слое чернозёма оподзоленного, нарушенного складированием отходов производства.

Показаны и определены особенности накопления и перераспределения тяжёлых металлов в пахотном слое чернозёмной почвы в зависимости от особенностей его поглотительной способности.

Доказана интенсивность концентрации и накопления тяжёлых металлов пахотном слое почвы в зависимости от свойств металла-загрязнителя.

Библиография:

1. Ладонин Д.В. Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах: Монография. М. : МГУ им. М.В. Ломоносова, 2019. 312 с.

2. Мамонтов В.Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум: Учебное пособие для вузов. СПб. : Лань, 2021. 328 с.

3. Степанова Л.П., Коренькова Е.А., Степанова Е.И., Таракин А.В. Организация и особенности проектирования экологически безопасных агроландшафтов: Учебное пособие. Орел: ОрелГАУ, 2015. 425 с.

4. Семендяева Н.В.,Мармулев А.Н., Добротворская Н.И. Методы исследования почв и почвенного покрова: Учебное пособие. Новосибирск: НГАУ, 2011. 202 с.

5. Степанова Л.П., Коренькова Е.А., Степанова Е.И. Почвоведение: Учебное пособие / Л.П. Степанова, Е.А. Коренькова, Е.И. Степанова. Орел: ОрелГАУ, 2013. 213 с.

6. Чурагулова З.С. Почвоведение: Учебник для вузов. СПб.: Лань, 2022. 284 с.

УДК 633.11:631.53.02.631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА СЕМЕННЫХ ПОСЕВАХ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Дё В.Е., бакалавр 2 курса
направления подготовки 35.03.04 «Агрономия».
Научный руководитель: к.с.-х.н., доцент Кирсанова Е.В.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Соя – одно из важнейших культурных растений в мире. Семена сои содержат в среднем 37-42% белка, 19-22% масла и до 30% углеводов; вегетативная масса, убранная в фазу налива бобов, богата белками (16-18%), углеводами и витаминами. По аминокислотному составу протеин сои близок к белку куриных яиц, а масло относится к легкоусвояемым и содержит жирные кислоты, не вырабатываемые организмом животных и человека. Обработка семян и опрыскивание растений во время вегетации необходимы при возделывании сои. Прогрессивным приемом является применение вместо токсичных ядохимикатов экологически безопасных регуляторов роста растений. Полученные данные показывают эффективность применения регуляторов роста в семеноводстве сои. Они положительно влияют на продуктивность и урожайность сои, достоверно повышая последний показатель до 0,24 т/га или 9,9%, способствуют улучшению качества получаемых семян. Опрыскивание посевов обеспечивает рост урожайности при повышении качества семян сои.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Биологические особенности, агротехника, сорта, регуляторы роста растений.

ABSTRACT
Soy is one of the most important protein–oil crops of our whole world. Soybean seeds contain an average of 37-42% protein, 19-22% oil and up to 30% carbohydrates; the vegetative mass removed during the bean filling phase is rich in proteins (16-18%), carbohydrates and vitamins. In terms of amino acid composition, soy protein is close to the protein of chicken eggs, and butter is easily digestible and contains fatty acids that are not produced by the body of animals and humans. Seed treatment and spraying of plants during the growing season are necessary in the cultivation of soybeans. A progressive technique is the use of environmentally friendly plant growth regulators instead of toxic pesticides. The data obtained show the effectiveness of the use of growth regulators in soybean seed production. They have a positive effect on the productivity and yield of soybeans, significantly increasing the latter figure to 0.24 t/ha or 9.9%, and improve the quality of the seeds obtained. Spraying crops provides increased yields while improving the quality of soybean seeds.

KEYWORDS
Biological features, agrotechnics, varietie, plant growth regulators.

Введение. Основным источником белка для сельскохозяйственных животных являются растения. Поэтому одной из самых важнейших проблем сельского хозяйства, является проблема растительного белка для потребления в пищу человеком и для корма животным. Вот почему необходимо увеличить посевные площади под растениями, наиболее богатыми белками, а также повысить их урожайность. К подобным растениям относится – соя. Соя – уникальная белково-масличная культура мирового значения. Белок сои считается как наиболее высокого качества и дешевого решение белковой нехватки в мире. Во всемирном производстве пищевого

растительного масла, соя является на 1 месте, на ее долю приходится 40%, а на долю подсолнечника – всего 17%. Соя довольно многофункциональна, она имеет огромное пищевое, лечебное, кормовое, техническое и агротехническое значение. В мировой практике соевое зерно в большей мере используется для переработки на масло, а шрот и жмых для кормовых целей, как ценные высокобелковые добавки к комбикормам. В пищевом производстве широко применяется обезжиренная соевая мука для приготовления хлебобулочных, а также кондитерских изделий. На корм скоту может использоваться и зеленная масса сои, как для непосредственного скармливания, так и для заготовок силоса, сена, сенажа травяной муки, гранул. Соевая солома, содержащая в 1 ц. примерно 3% белка и 30 кормовых единиц, является также отличным кормом [1, 2, 4, 7].

Высокая урожайность сои зависит также от плодородия, механического состава почвы влагообеспеченности, содержания в почве подвижных форм элементов питания, активности биологической азотфиксации и других факторов. Высокие урожаи сои можно получать только при возделывании её на основе использования принципов зонального земледелия, т.е. когда оптимально решены вопросы подбора сортов, места в севообороте, разработана сортовая агротехника, система удобрений в сочетании с комплексом мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками [5, 6].

Условия и методика проведения исследований. Место проведение опытов-опытное поле лаборатории семеноведения и первичного семеноводства ФГБНУ ФНЦ ЗБК (в 7 км от г. Орел).

Опытное поле лаборатории семеноведения и первичного семеноводства, где проводились опыты, имеет среднесуглинистые темно-серые лесные почвы с мощностью гумусового горизонта 25-30 см. Содержание гумуса в пахотном слое 4,2-4,6%, подвижного фосфора 9,6-11,0 и обменного калия 5,4-5,7 мг/100г абсолютно сухой почвы. Значение pH 5,2. Характеристики почвы (кроме кислотности) достаточно благоприятны для роста и развития изучаемой культуры.

Обработка почвы общепринятая, предшественник – озимая пшеница Осенью проводили лущение стерни, вспашка в начале сентября на 25 см. Ранневесеннее боронование в третьей декаде апреля, культивация в первой декаде мая и непосредственно перед посевом (на 5-6 см). Посев селекционной сеялкой СКС-6-10. Норма высева сои – 0,5 млн. шт./га. Внесение минеральных удобрений в дозе N30P45K45 по действующему веществу.

Технология выращивания – общепринятая в условиях Орловской области. Обработка посевов велась при помощи серийно выпускаемых опрыскивателей с расходом раствора препарата 300 л/га. Учетная площадь опытной делянки 10 м², повторность четырехкратная. В процессе вегетации растений проводили наблюдения и учёты в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Перед уборкой отбирали пробы растений для анализа структуры урожая. Уборку урожая осуществляли поделяночно прямым комбайнированием. Урожай учитывали поделяночно. Для этого зерно приводили к стандартной влажности и 100% чистоте. Результаты лабораторных и полевых опытов, кроме тех, для которых достоверность определялась соответствующим стандартам, подвергли математической обработке методом диспетчерского анализа для выявления степени достоверности полученных между вариантами отличий [3].

Результаты исследований. Регуляторы роста позволяют активизировать физиологические процессы и повышают продуктивность растений.

Для обработки посевов сои использовались препараты Альбит и Этамон. Опрыскивание посевов сои регулятором роста Этамон (500 г/л диметил фосфорнокислый (2-гидроксиэтил) аммония) проводилось при норме расхода препарата 100 мл/га.

Опрыскивание посевов сои комплексным биопрепаратом, регулятором роста растений Альбит (6,2 г/кг поли-бета-гидроксимасляная кислота, 91,2 г/кг калий

азотнокислый, 91,1 г/кг калий фосфорнокислый двухзамещенный,181,5 г/кг карбамид, 29,8 г/кг магний сернокислый) проводилось при норме расхода препарата 50 мл/га.

Приведённая ниже диаграмма демонстрирует сравнительную эффективность рассматриваемой обработки посевов сои препаратами Альбит и Этамоном (рис. 1).

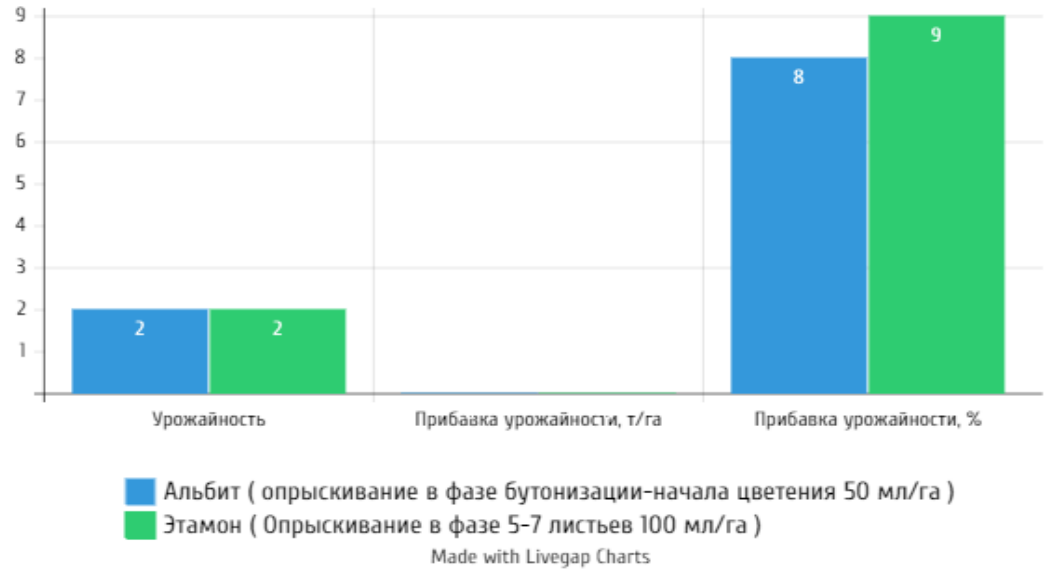


Рисунок 1 – Влияние обработки сои регуляторами роста на урожайность

Экспериментальные данные демонстрируют положительный эффект от обработки посевов сои препаратом Этамон. Урожайность сои за счет этого агроприема возрастает до 0,24 т/га или на 9,9%. Эффективность применения Альбита по урожайности находится практически на том же уровне.

В этих 2 вариантах с применением регуляторов роста растений Альбит и Этамон отмечено увеличению количества семян с растения на 11-16 %, числа бобов с растения на 10-14 %, увеличение массы семян с растения на 11-17 %, что обусловило повышение продуктивности растений сои и явилось основной причиной роста урожайности. По массе 1000 семян существенных отклонений от контрольного варианта (без обработки посевов) не отмечается.

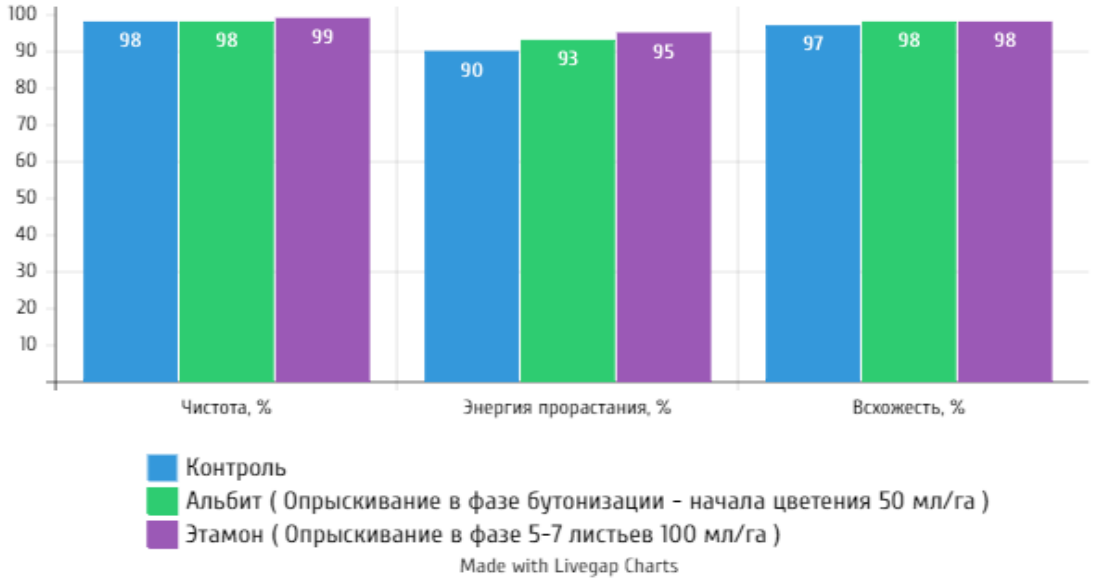


Рисунок 2 – Влияние обработки посевов сои на чистоту и посевные качества семян

За счет изучаемых методов обработки происходит улучшение посевных качеств семян сои, что выражается повышением чистоты семян (до 98 %) и энергии их прорастания как показателя, характеризующего дружность прорастания. Превышения над контрольным вариантом по энергии прорастания достигают 3% при опрыскивании Альбитом и 5 % при обработке посевов сои Этамоном (рис. 2). Разница по такому показателю как лабораторная всхожесть, недостоверна.

Выводы. Полученные данные показывают эффективность применения регуляторов роста в семеноводстве сои. Они положительно влияют на продуктивность и урожайность сои, достоверно повышая последний показатель до 0,24 т/га или 9,9%, способствуют улучшению качества получаемых семян. Опрыскивание посевов обеспечивает рост урожайности, при снижении себестоимости продукции и повышении качества семян сои.

Библиография:

1. Васильчиков А.Г. Влияние ризоторфина и минерального азота на симбиотическую активность и урожайность сои // Повышение устойчивости сельскохозяйственных культур в современных условиях. Орёл, 2008. С. 453-459.
2. Головина Е.В., Гурьев Г.П. Влияние фотосинтетической и азотфиксирующей деятельности растений на продуктивность новых скороспелых сортов сои // Повышение устойчивости сельскохозяйственных культур в современных условиях. Орёл, 2008. С. 440-448.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 353 с.
4. Енкен В.Б. Соя. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. 620 с.
5. Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Васильчиков А.Г. Экзогенная регуляция роста и развития растений сои сорта Ланцетная в условиях Орловской области // Вестник ОрёлГАУ. 2008. Т. 12. С. 21-23.
6. Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Зеленов О.И. Применение регуляторов роста растений как фактор интенсификации возделывания сои в Орловской области // Защита растений в современных условиях развития АПК: сб. материалов Национал. науч.-практ. конф., приуроч. к открытию ООО «Байер» современной IT- аудитории на факультете агробизнеса и экологии. 2019. С. 157-162.
7. Посыпанов Г.С., Кобозева Т.П., Гуреева М.П. Интродукции сои в центральном Нечерноземье // Растениеводство, луговодство: сб. тр. МСХА. Москва: МСХА, 1999. С. 55-59.

УДК 633.111.1:[577.11+631.559]

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Икусов Р.А., к.с.-х.н., младший научный сотрудник, старший преподаватель,
Шарипов М.Л., магистрант 2 курса
направления подготовки 35.04.04 «Агрономия».
Научный руководитель: д.с.-х.н., руководитель ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование», профессор Амелин А.В.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты многолетней сравнительной оценки 20 новых и перспективных сортов яровой пшеницы из ведущих селекционных центров России.

Показано, что сортообразцы культуры характеризуются широким полиморфизмом хозяйственно-полезных и морфофизиологических признаков растений. В годы исследований сухая масса варьировала у изученных генотипов от 1,33 до 4,36 г/растение; масса семян – от 0,59 до 2,05 г/растение; масса 1000 зерен – от 23,6 до 54,1 г.; количество зерен в колосе – от 14,0 до 49,9 шт.; уборочный индекс – от 30,8 до 52,8 %; содержание белка в зерне – от 10,9 до 18,2 %, клейковины – от 13,4 до 33,8 %; продолжительность периода вегетации - от 65 до 110 дней; длина главного стебля – от 73,4 до 115,9 см, линейная плотность стебля – от 7,9 до 17,3 мг/см, площадь всех листьев – от 36,1 до 130,8 см^2/растение; площадь флагового листа – от 9,0 до 32,7 см^2; УППЛ – от 0,184 до 0,610 г/дм^2. Сделано заключение, что по всем данным признакам можно проводить целенаправленную эффективную работу по отбору перспективных форм для селекции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Яровая пшеница, селекция, сорт, полиморфизм, хозяйственно-полезные признаки, морфофизиологические признаки

ABSTRACT
The article presents the results of a long-term comparative evaluation of 20 new and promising varieties of spring wheat from the leading breeding centers of Russia. It is shown that variety samples of the crop are characterized by a wide polymorphism of economically useful and morphological and physiological parameters. During the years of research, dry weight varied in the studied genotypes from 1,33 to 4,36 g/plant; seed weight – from 0,59 to 2,05 g/plant; weight of 1000 grains – from 23,6 to 54,1 g; the number of grains in an ear – from 14,0 to 49,9 pieces; harvesting index – from 30.8 to 52.8%; protein content in grain – from 10.9 to 18.2%, gluten – from 13,4 to 33,8%; the duration of the growing season – from 65 to 110 days; the length of the main stem is from 73,4 to 115,9 cm, the linear density of the stem is from 7,9 to 17,3 mg/cm, the area of all leaves is from 36.1 to 130.8 cm^2/plant; flag leaf area – from 9,0 to 32,7 cm^2; ULPL – from 0,184 to 0,610 g/dm^2. It is concluded that, according to all these traits, it is possible to carry out purposeful effective work on the selection of promising forms for breeding.

KEYWORDS
Spring wheat, breeding, variety, polymorphism, economically useful features, morphological and physiological parameters

Введение. Хозяйственно-полезные и морфологических признаки растений в настоящее время, по-прежнему, остаются основными критериями в создании новых сортов [2, 4]. Для эффективного их использования в практической работе весьма актуально знать интервал генотипического варьирования, а также их ценные источники. С этой целью важно регулярно проводить скрининг генетических ресурсов культуры и выявлять перспективные формы по тем или иным признакам значимым для селекции [5, 6].

С учетом этого, нами были проведены специальные полевые и лабораторные исследования по изучению хозяйственно-полезных и морфофизиологических признаков у современных сортов яровой пшеницы. В данной статье представлены основные результаты данных исследований.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в рамках темплана НИР ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» и кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Объектом исследований являлись 20 сортообразцов яровой пшеницы из ведущих селекционных центров России (Бурлак, Воронежская 13, Воронежская 18, Донэла М, Мелодия Дона, РИМА, Ульяновская 105, Черноземноуральская 2, Безенчукская 210, Воронежская 20, Донская Элегия, Лиза, Тулайковская Надежда,

Хуторянка, Юбилейная 80, Арсея, Аль Варис, Безенчукская Нива, Злата, Радмира).

Испытание опытного материала осуществлялось на Шатиловской СХОС по общепринятым методикам в селекции [9, 10]. Площадь делянки составляла 10 и 25 м^2, размещение – систематическое со смещением, повторность 4-х кратная.

Элементы структуры урожая определялись общепринятыми в селекции методами:

пробы для анализа отбирались с каждой делянки сорта в количестве 20 шт., элементы структуры учитывались прямым подсчетом и замерами.

Биохимические показатели зерна учитывали с помощью инфракрасного анализатора зерна марки Infratek 1241 швейцарской фирмы *FOS*.

Интенсивность фотосинтеза (ИФ) и транспирации (ИТ) листьев оценивались с использованием переносного газоанализатора марки GFS-3000 FL по оригинальной методике немецкой фирмы Heinz Walz GmbH.

Математическую обработку полученных экспериментальных данных осуществляли методами корреляционного, дисперсионного и вариационного анализов по Б.А. Доспехову (1985), с использованием современных компьютерных программ [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты скрининга современных сортов яровой пшеницы показали, что хозяйственно-полезные и морфофизиологических признаки растений культуры имеют широкий диапазон генотипической изменчивости. В годы исследований (2017-2020 гг.) сухая масса растения варьировала у изученных сортов от 1,33 - 4,36 г; масса семян – от 0,59 до 2,05 г/растение; масса 1000 зерен – от 23,6 до 54,1 г.; количество зерен в колосе – от 14,0 до 49,9 шт.; уборочный индекс – от 30,8 до 52,8 %; содержание белка в зерне - от 10,9 до 18,2 %, клейковины – от 13,4 до 33,8 %; продолжительность периода вегетации - от 65 до 110 дней (табл. 1).

Таблица 1 – Диапазон генотипической изменчивости хозяйственно-полезных признаков растений у современных сортов яровой пшеницы

Признак							
Сухая масса, г/раст.	**Масса семян, г/раст.**	**Масса 1000 зерен, г**	**Число зерен с раст.**	**Убороч-ный индекс, %**	**Содержание,%**		**Продолжи-тельность: всходы-уборка, дней**
					белка	клейкови ны	
1,33-4,36	0,59-2,05	23,6-54,1	14,0-49,9	30,8-52,8	10,9-18,2	13,4-33,8	65-110

Коэффициент корреляции между массой зерен на растение и их количеством в колосе составлял в среднем +0,62, а с массой 1000 зерен он был равен +0,47. Среди изученных современных сортов яровой пшеницы наибольшей величиной признака характеризовались: сухой массой – Бурлак, Ульяновская 105, РИМА; массой семян – Бурлак, РИМА, Воронежская 18; массой 1000 зерен – Мелодия Дона, Донэла М, Воронежская 13; числом зерен с растения – Бурлак, Воронежская 13, Воронежская 18; уборочным индексом – Воронежская 13, РИМА, Воронежская 18; содержанием белка и клейковины – Черноземноуральская 2, Ульяновская 105, РИМА и оптимальной продолжительностью вегетацией для региона: Черноземноуральская 2, Мелодия Дона и Донэла М, которые могут быть использованы в качестве ценного исходного материала при создании новых сортов.

Результаты наших и других исследований [8, 12] показывают, что наиболее продуктивные сорта обладают более сбалансированным развитием признаков структуры урожая. В данном случае особую ценность для селекции яровой пшеницы представляют сорта Бурлак, Воронежская 13, Донэла М и Мелодия Дона.

Для получения высокого, стабильного и качественного урожая на современном этапе селекции весьма важно учитывать и показатели фотосинтетической деятельности растений, за счет которой создаётся свыше 95% сухого вещества

урожаев [11]. У изученных сортов яровой пшеницы выявлена положительная связь урожайности с УППЛ (r=0,08…0,50) и ИФ (r=0,50), но отрицательная с шириной (r=-0,51…-0,56) и площадью (r= -0,50…-0,56) флагового листа.

В годы исследований диапазон генотипического варьирования интенсивности фотосинтеза листьев в среднем за вегетацию находился у изученных сортов в пределах от 9,42 до 22,55 мкмоль $CO_2/м^2с$, интенсивности транспирации – от 1,30 до 10,20 ммоль $H_2O/м^2с$. Длина главного стебля варьировала от 73,4 до 115,9 см, линейная плотность стебля – от 7,9 до 17,3 мг/см, площадь всех листьев – от 36,1 до 130,8 $см^2$/растение, флагового листа – от 9,0 до 32,7, а УППЛ – от 0,184 до 0,610 $г/дм^2$ (табл. 2).

Таблица 2 – Диапазон генотипической изменчивости морфофизиологических признаков растений у современных сортов яровой пшеницы

Признак							
Длина стебля, см	**ЛПС, мг/см**	**Площадь, $см^2$/растение**		**УППЛ, $г/дм^2$**	**ИФ, мкмоль $CO_2/м^2с$**	**ИТ, ммоль $H_2O/м^2с$**	**ЭИВ, мкмоль CO_2/ ммоль H_2O**
		всех листьев	флаго-вого листа				
73,4-115,9	7,9-17,3	36,1-130,8	9,0-32,7	0,184-0,610	9,42-22,55	1,30-10,20	1,2-4,7

Исходя из этого сделан вывод, что использование и данных признаков в селекции культуры также может быть эффективным. Среди изученных современных сортов яровой пшеницы оптимальной длиной стебля характеризовались сорта: Бурлак, Ульяновская 105, Донэла М; ЛПС: Ульяновская 105, Мелодтия Дона, Воронежская 18, а оптимальной площадью листьев Донэла М, РИМА, Воронежская 13; УППЛ: Мелодия Дона, Донэла М, Бурлак; ИФ и ИТ: Донэла М, Черноземноуральская 2 и ЭИВ: Донэла М, Черноземноуральская, которые рекомендуются для использования в селекции как перспективный исходный материал. Отбор перспективных генотипов по фотоактивности следует проводить по флаговому листу, на который ложится основная нагрузка в обеспечении зерновок фотоассимилятами.

При выделении перспективных генотипов культуры по показателям фотосинтетической деятельности так же целесообразно контролировать активность транспирации, в силу ее тесной связи с интенсивностью фотосинтеза (r= 0,14 … 0,66). Создание сортов с высокой ИФ и умеренной транспирационной активностью листьев позволит не только повысить эффективность использования воды растениями, но и адаптивные их возможности, которые в процессе селекции имеют тенденцию к ухудшению. Современные сорта яровой пшеницы имеют низкие адаптивные способности как продукционного, так и репродуктивного процесса не только на поздних, но и ранних этапах развития [1, 7].

Заключение. Таким образом, генофонд культуры располагает необходимым полиморфизмом хозяйственно-полезных и морфофизиологических признаков, чтобы проводить целенаправленную эффективную работу по созданию новых сортов. В этом плане рекомендуются для использования в селекции следующие сорта: по сухой массе – Бурлак, Ульяновская 105, РИМА; массе семян – Бурлак, РИМА, Воронежская 18; массе 1000 зерен – Мелодия Дона, Донэла М, Воронежская 13; числу зерен с растения – Бурлак, Воронежская 13, Воронежская 18; уборочному индексу – Воронежская 13, РИМА, Воронежская 18; содержанию белка и клековины – Черноземноуральская 2, Ульяновская 105, РИМА, оптимальной продолжительности вегетации - Чернозесноуральская 2, Мелодия Дона и Донэла М, длине стебля – Бурлак, Ульяновская 105, Донэла М; ЛПС – Ульяновская 105, Мелодтия Дона, Воронежская 18; площади листьев – Донэла М, РИМА, Воронежская 13; УППЛ – Мелодия Дона, Донэла М, Бурлак; ИФ и ИТ – Донэла М, Черноземноуральская 2 и ЭИВ – Донэла М, Черноземноуральская 2.

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» Е.И. Чекалину и В.В Заикину за помощь в проведении данных исследований.

Библиография:

1. Адаптивные возможности современных сортов яровой пшеницы / А.В. Амелин [и др.] // Вестник аграрной науки. 2022. № 4 (97). С. 3-8.
2. Бляхерова Р.М., Забазный П.А., Пруцкова М.Г. Пшеница: Альбом. М.: Колос, 1966. 224 с
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
4. Пшеница / Л.А. Животков [и др.]. Урожай, 1989. 320 с.
5. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. Т. II. М.: Изд-во Агрорус, 2009. 1104 с.
6. Икусов Р.А., Амелин А.В., Мазалов В.И. Особенности формирования структуры урожая у современных сортов яровой пшеницы в условиях экологического испытания // В сб.: Современные научно-практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф.,2019. С. 16-23.
7. Икусов Р.А. Морфофизиологические параметры перспективного сорта яровой пшеницы для селекции в условиях Центрально-Черноземного региона России : автореф. дис… канд. с.-х. наук. Орел, 2022. 23 с.
8. Продукционный процесс в посевах пшеницы / В.А. Кумаков [и др.]. Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1994. 204 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. первый. Общая часть / Под общ. ред. председателя государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР, доктора с.-х. наук М.А. Федина. М., 1985. 269 с.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.
11. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений. Пущино: НЦ БИ АН СССР, 1979. Т. 3. 37 с.
12. Прянишников А.И. Научные основы адаптивной селекции в Поволжье. М.: РАН, 2018. 96 с.

УДК 633.33+631.52+631.54

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ У РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ КОРМОВЫХ БОБОВ

Кванин А.В., аспирант 2 года обучения
направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство»,
Фазилов С.К., магистрант 2 курса
направления подготовки 35.04.04 «Агрономия».
Научный руководитель: д.с.-х.н., руководитель ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование», профессор Амелин А.В.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ экспериментальных данных полученных при изучении влияния гербицидов на урожайность и функциональную активность листьев 3-х районированных сортов кормовых бобов. Сделано заключение, что применение

гербицидов на сортовых посевах культуры оказывает не только положительное, но, в ряде случаев, и отрицательное влияние на формирование урожайности сухой массы и семян, что в известной степени связано с токсическим их действием на фотосинтетическую активность листьев.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Бобы кормовые, гербициды, сорняки, урожайность, сухая масса, фотосинтез листьев, фитотоксичность.

ABSTRACT
The article analyzes the experimental data obtained in the study of the effect of herbicides on the yield and functional activity of leaves of 3 zoned varieties of fodder beans. It is concluded that the use of herbicides on varietal crops of the crop has not only a positive, but, in some cases, a negative effect on the formation of the yield of dry mass and seeds, which is associated with their toxic effect on the photosynthetic activity of the leaves.

KEYWORDS
Fodder beans, herbicides, weeds, yield, dry mass, leaf photosynthesis, phytotoxicity.

Введение. В настоящее время нельзя получить высокий, стабильный и качественный урожай без глубокой интегрированной защиты растений, в том числе от сорняков, которые является одним из лимитирующих факторов формирования культурными растениями урожайности. По данным Лысенко Н.Н. [1], по наносимому ущербу культурным полям они находятся в Орловской области на третьем месте, после болезней и вредителей. Однако посредством использования различных видов гербицидов эта задача в той или иной степени успешно решается. Проблема в данном случае состоит в том, что об их эффективности судят в основном по количеству погибших сорных растений, а негативное влияние на сами культурные виды растений не оценивается. Особенно важно знать действие гербицидов на фотосинтетическую деятельность растений, за счет которой создается до 95% сухого вещества урожаев [2].

Поэтому всестороннее изучение влияния различных видов гербицидов на фотосинтетическую деятельность районированных сортов кормовых бобов в условиях ЦЧР России, имеет важное теоретическое и практическое значение. Результатам этих исследований и посвящена данная научная статья.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на базе ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» в рамках тематического научного плана кафедры растениеводства, селекции и семеноводства.

Объектом исследования являлись 3 районированных сорта кормовых бобов Красный богатырь, Стрелецкие и Янтарные, которые выращивались на опытных полях Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный научный центр зернобобовые и крупяные культуры (ФГБНУ ФНЦ ЗБК).

На сортовых посевах испытывались 5 гербицидов, которые были подобраны из Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [3]. Изучение их хозяйственной эффективности выполнялось по схеме: 1) прополка делянок вручную; 2) опрыскивание гербицидом Шансгард* (прометрин, 500 г/л) в дозе 3,0 л/га до появления всходов культуры (гербицид Шансгард является аналогом гербицида Гезагард, допущенного в Российской Федерации к использованию в посевах бобов кормовых для контроля численности малолетних двудольных и злаковых сорняков); 3) опрыскивание гербицидом Наношанс* (бентазон, 480 г/л) в дозе 1,8 л/га в фазе 3-4 листьев культуры (гербицид Наношанс является аналогом гербицида Basagran, допущенного в Канаде к применению в посевах бобов кормовых для контроля численности малолетних двудольных сорняков); 4) опрыскивание гербицидом Наношанс* (бентазон, 480 г/л) в

дозе 2,2 л/га в фазе 3-4 листьев культуры (гербицид Наношанс является аналогом гербицида Basagran, допущенного в Канаде к применению в посевах бобов кормовых для контроля численности малолетних двудольных сорняков); 5) опрыскивание гербицидом Корум** (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22 г/л) в дозе 1,0 л / га в фазе 3-4 листьев культуры (гербицид Корум допущен в Республике Беларусь к применению в посевах бобов кормовых для контроля численности малолетних двудольных и злаковых сорняков); 6) опрыскивание гербицидом Корум** (бентазон, 480 г/л + имазамокс, 22 г/л) в дозе 1,5 л / га в фазе 3-4 листьев культуры (гербицид допущен к применению в Республике Беларусь); 7) опрыскивание смесью гербицидов Тапирошанс* (имазетапир, 100 г/л) + + Имазошанс* (имазамокс, 40 г/л) в дозах, соответственно, 0,14869 л/га и 0,37175 л/га в фазе 3-4 листьев культуры.

Гербициды вносили с помощью малогабаритного опрыскивателя «Шмель» до появления всходов и в фазе 3-4 листьев при норме расхода рабочего раствора 300 л/га. Контролем служили делянки, на которых растения выращивались без использования гербицидов (ручная прополка).

Опыт закладывался по двухфакторной модели (3×7 = 21) в четырех рендомизированных повторениях (21× 4 = 84) на темно-серой лесной почве с содержанием гумуса 4,4 %, подвижного фосфора (P_2O_5) 11,0 мг/100 г почвы и обменного калия (K_2O) 7,5 мг/100 г почвы, с pH солевой вытяжки равной 5,5.

Посев производился сеялкой СКС-6-10 обычным рядовым способом с нормой высева 65 всхожих семян/м^2 на делянках площадью 4,5 м^2.

Флористический состав и численность сорняков определили по состоянию на 10 июня путем сплошного обследования опытного участка.

Урожай с делянок убирали селекционно-семеноводческим комбайном Sampo – 130 в фазе полного созревания семян при влажности 14 %.

Математическая обработка данных проводилась с использованием современных компьютерных программ и методических рекомендаций [4].

Результаты и их обсуждение. Исследования подтвердили, что сорт в настоящее время является одним из главных факторов формирования урожая [5, 6]. В наших опытах наибольшую урожайность семян имел Красный богатырь, который превосходил сорта Стрелецкие и Янтарные по массе семян на единицу площади на 1,47 и 2.02 ц/га, соответственно (рис. 1).

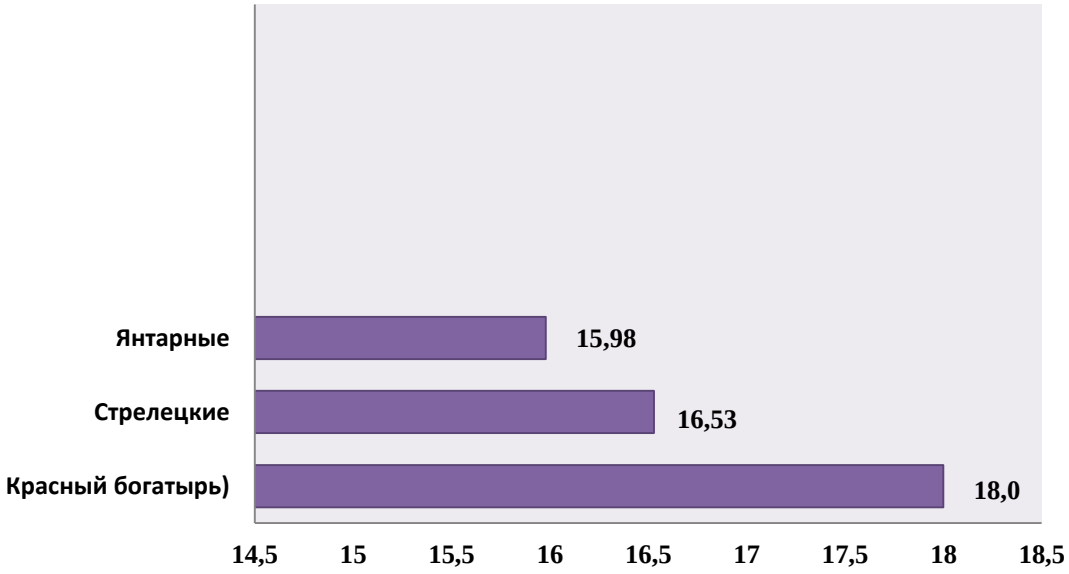


Рисунок 1 – Урожайность(ц/га) семян районированных сортов кормовых бобов в среднем за 2019-2020 гг. в условиях Орловской области (различия достоверны при $НСР_{05}$ = 0,53 ц/га)

Данные сортовые различия по урожайности семян не случайны, так как в определенной степени отражают прогресс селекции культуры за последние 30 лет: сорт Янтарные районирован в 1983 году; Стрелецкие - в 1993 году; Красный богатырь – в 2010 году.

Как было показано ранее [7], довсходовое применение почвенных гербицидов приводит к существенному снижению их урожайности, за исключением гербицида Шансгард. Разница в 0,89 ц/га между средними арифметическими по вариантам с ручной прополкой делянок и применением данного гербицида не превысила расчетного значения $НСР_{05}$ равного для фактора Б 1,64 ц/га. Тогда как опрыскивание растений бобов кормовых в фазе 5-6 листьев гербицидами Наношанс (в обеих дозах), Корум (в дозе 1,0 л/га) и баковой смесью гербицидов Тапирошанс + Имазошанс снизило урожайность зерна на 1,34-1,65 ц/га (при $НСР_{05}$ = 1,64 ц/га), по сравнению с уровнем продуктивности, достигнутым при механическом способе контроля численности сорняков. Использование же гербицида Корум в дозе 1,5 л/га, несмотря на близкую к 100% степени подавления сорняков, приводило к еще более существенному падению урожайности зерна – до 14,86 ц/га (разница с другими вариантами гербицидной обработки составила 1,84-2,60 ц/га, превысив $НСР_{05}$ на 0,20-0,96 ц/га) [7].

Применение гербицидов в ряде случаев негативно влияет и на образования сухого вещества в органах растений. В вариантах опыта 2, 6, 7 общая сухая масса растений кормовых бобов была снижена в среднем на 16,0%, а сухая масса бобов – на 22,7 % (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние гербицидов на образование сухого вещества в органах растений кормовых бобов

№ ва-ри-анта	Гербицид	Сухая масса бобов, г/раст.	Сухая масса стебля, г/раст.	Сухая масса листьев ген.ч., г	Сухая масса листьв вег.ч., г	Сухая масса всех листьев, г	Общая сухая масса, г
1	Прополка в ручную -контроль	96,69	50,78	35,61	13,35	48,96	245,39
2	Шансгард (3л/га)	73,88	49.08	33,86	11,89	45,75	214,46
3	Наношанс (1,8л/га)	101,39	43,65	36,06	10.76	46,83	238,69
4	Наношанс (2,2л/га)	94,69	47,26	32,82	13,29	46,12	234,18
5	Корум (1,0л/га)	98,90	45,82	27,92	12,43	40,35	225,42
6	Корум (1,5л/га)	76,96	45,27	25,92	12,28	38,20	198,63
7	Тапирошанс (0,149л/га) + Имазошанс (0,372л/га)	73,40	44.80	32,98	12.71	41.70	205,59
НСР05		1,12	1,05				1,23

Во многом схожее влияние оказывали гербициды и на формирование репродуктивных органов растений кормовых бобов. К примеру, в варианте 7 при внесении баковой смеси гербицидов Тапирошанс + Имазошанс число бобов, семян, семян в бобе и их масса уменьшились у растений по сравнению с контролем (ручная прополка) в среднем на 7,7 …20,8…25,5 и 15,7% соответственно [7].

Резкое снижение урожайности сухой массы и семян при использовании некоторых гербицидов, в известной степени, вызвано токсическим их влиянием на функциональную активность листьев растений. Важно отметить, что это те гербициды, которые вносились в основном в повышенных дозах и по вегетации растений. В вариантах опыта 3, 4 и 6, при опрыскивании посевов кормовых бобов в фазе 3-4

настоящих листьев гербицидами Наношанс в дозе 1,8 и 2,2л/га и Корум в дозе 1,5 л/га, значения ИФ, ИТ и $УП_{co2}$ после их действия было меньше, чем на контроле в среднем на 37,9…23,2 и 39,0 %, соответственно (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние гербицидов на функциональную активность листьев растений кормовых бобов в фазу 8 листьев, по данным.2021 года

№ п/п	Вариант	ИФ, μmol CO_2/m^2s	ИТ, mmol H_2O/m^2s	ЭИВ	УП, mol H_2O/m^2s	УП, mol CO_2/m^2s
1	Прополка в ручную - контроль	10,62	1,77	6,00	0,076	0.041
2	Шансгард (3л/га)	10,29	2,01	5,12	0,022	0.014
3	Наношанс (1,8л/га)	8,83	1,05	8.41	0,033	0.021
4	Наношанс (2,2л/га)	3,31	1,67	1.98	0,055	0.035
5	Корум (1,0 л/га)	11,12	2,38	4.67	0,078	0.050
6	Корум (1,5 л/га)	7,63	1,36	5.61	0,045	0.029
7	Тапирошанс (0,149л/га) +Имазошанс (0,372л/га)	12,06	2,07	5.83	0,067	0.043
НСР05		0.63	0.34	0.26	0.009	0.010

Влияние гербицидов на функциональную активность листьев растений было характерно для всех 3-х изученных районированных сортов кормовых бобов. Однако, норма ответной реакции их растений существенно отличалась. Наиболее выражена она была у сорта Стрелецкие, в то время как у сортов Красный богатырь и Янтарные она проявлялась менее заметно, что необходимо учитывать при их возделывании (табл. 3).

Таблица 3 –Значения интенсивности фотосинтеза (ИФ), интенсивности транспирации (ИТ) и эффективности использования воды ЭИВ у районированных сортов кормовых бобов в зависимости от применяемого гербицида, по данным 2021 года в фазу 8 листьев

№п/п	Вариант	ИФ, μmol CO_2/m^2s	ИТ, μmol H_2O/m^2s	ЭИВ
1	2	3	4	5
Красный богатырь				
1	Прополка в ручную -контроль	10,78	1,08	9.98
2	Шансгард (3л/га)	9,43	1,46	6.46
3	Наношанс (1,8л/га)	9,05	1,69	5.36
4	Наношанс (2,2л/га)	10,54	1,75	6.02
5	Корум (1,0л/га)	9,04	1,76	5.14
6	Корум (1,5л/га)	10,63	2,09	5.09
7	Тапирошанс (0,149л/га) + Имазошанс (0,372л/га)	11,76	1,94	6.06
Стрелецкие				
8	Прополка в ручную -контроль	11,04	2,19	5.04
9	Шансгард (3л/га)	10,89	2,17	5.02
10	Наношанс (1,8л/га)	11,28	2,03	5.56
11	Наношанс (2,2л/га)	10,51	2,02	5.20
12	Корум (1,0л/га)	11,47	1,95	5.88
13	Корум (1,5л/га)	10,56	2,23	4.74

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
14	Тапирошанс (0,149л/га) + Имазошанс (0,372л/га)	10,54	2,36	4.47
Янтарные				
15	Прополка в ручную -контроль	10,03	2,05	4.89
16	Шансгард (3л/га)	10,57	2,40	4.40
17	Наношанс (1,8л/га)	10,75	1,98	5.43
18	Наношанс (2,2л/га)	9,41	2,01	4.68
19	Корум (1,0л/га)	10,18	1,42	7.17
20	Корум (1,5л/га)	9,19	1,52	6.05
21	Тапирошанс (0,149л/га) + Имазошанс (0,372л/га)	8,81	1,66	5.31
НСР05		0.63	0.34	0.26

Таким образом, использование гербицидов на сортовых посевах кормовых бобов является не только положительным фактором достижения более высокой урожайности, вследствие уничтожения сорняков – главных конкурентов за элементы питания, но некоторые из них могут оказывать и негативное влияние на репродукционный процесс культурных растений, что следует учитывать при их возделывании. Необходимо также учитывать и генотипические особенности используемых сортов в производстве, так как они могут существенно отличаться ответной реакцией на применение тех или иных гербицидов.

Авторы выражают искреннюю благодарность кандидату сельскохозяйственнх наук, ведущему научному сотруднику ФГБНУ ФНЦ ЗБК Вороничеву Б.А. за помощь в проведении данных исследований.

Библиография:

1. Лысенко Н.Н., Вороничев Б.А. Возделывание кормовых бобов в Орловской области: Монография. Орёл: Изд-во Орёл ГАУ, 2015. 101 с.

2. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений. М.: Наука, 1979. 37 с.

3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Минсельхоз России, 2021. 818 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985.

5. Амелин А.В. Роль сорта в формировании урожая // Земледелие. 2002. № 1. С. 42.

6. Амелин А.В. Морфологические достоинства и недостатки современных сортов. Дальнейшие пути их совершенствования у зернобобовых и крупяных культур // Вестник аграрной науки. 2012. № 3 (36). С. 10-15.

7. Вороничев Б.А., Толкачева М.А., Кванин А.В., Амелин А.В. Влияние гербицидов на элементы структуры урожая у районированных сортов кормовых бобов // Научный журнал молодых учёных. 2022. № 2 (27). С. 20-25.

УДК 631.445.25:631.41:631.459.2

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЁМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

Ковалец А.А., Мозгова М.Г., Иванушкина Т.С., бакалавры 2 курса
направления подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».
Научный руководитель: д.с-х.н., профессор Степанова Л.П.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Почва представляет собой один из наиболее консервативных частей ландшафта, она эволюционирует под влиянием изменения природной среды, хотя почва – настолько поликомпонентное и полифункциональное образование, что может быть и динамичным компонентом природной среды [4]. Это обусловлено наличием как устойчивых, так и быстро меняющихся почвенных свойств и режимов. Самые разнообразные негативные последствия сельскохозяйственной деятельности обусловлены тем, что почва очень быстро реагирует на меняющиеся условия внешней среды, что в дальнейшем может самым радикальным образом отразиться на остальных компонентах ландшафта. Деградация почв или потеря ими своих экологических функций влечет за собой неблагоприятные последствия для всей биосферы. Поэтому в условиях все возрастающей антропогенной нагрузки на природную среду все большее значение приобретают вопросы устойчивости биосферы. В решении этих вопросов важнейшую роль играет почвенный покров, поскольку стабильность биосферы во многом обусловлена его устойчивостью [5, 6].

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Почва, почвенный покров, гранулометрический состав, агрегатный состав, фракции, механические элементы.

ABSTRACT
The soil is one of the most conservative parts of the landscape, it evolves under the influence of changes in the natural environment, although the soil is such a multicomponent and multifunctional formation that it can also be a dynamic component of the natural environment. This is due to the presence of both stable and rapidly changing soil properties and regimes. The most diverse negative consequences of agricultural activity are due to the fact that the soil reacts very quickly to changing environmental conditions, which in the future can have the most radical effect on the other components of the landscape. Soil degradation or loss of their ecological functions entails adverse consequences for the entire biosphere. Therefore, in the conditions of increasing anthropogenic pressure on the natural environment, the issues of biosphere stability are becoming increasingly important. Soil cover plays an important role in solving these issues, since the stability of the biosphere is largely due to its stability.

KEYWORDS
Soil, soil cover, granulometric composition, aggregate composition, fractions, mechanical elements.

Введение. Интенсификации земледелия должна сопутствовать интенсификация защиты почв от эрозии, загрязнения, разрушения и необходимости повышения их плодородия. Для действенной работы по борьбе с эрозией, дегумификацией, загрязнением, разрушением почв в новых условиях необходимо прежде всего ориентироваться на правильное понимание смысла почвозащитного земледелия, так как во многих литературных источниках оно трактуется шире общепринятых понятий земледельческой науки. Например, к почвозащитному

земледелию относят агролесомелиоративные, лугомелиоративные, гидротехнические и организационно-хозяйственные мероприятия, служащие как средство повышения противоэрозионного действия почвозащитного земледелия. При этом, почвозащитное земледелие – это научно обоснованная система агротехнических противоэрозионных мероприятий, предупреждающих и прекращающих ускоренную эрозию, способствующих сохранению и повышению плодородия почв при интенсивном и рациональном использовании земельных ресурсов, обеспечивающих увеличение и стабильность урожаев сельскохозяйственных культур, которые дают возможность компенсации энерго-денежных затрат и обеспечение рентабельности производства [1, 2, 3].

Цель исследования заключалась в определении и установлении особенностей распределения в профиле темно-серых лесных почв механических элементов гранулометрического состава почвы, характера распределения частиц менее 0,001 мм, степени ее агрегатированнности, оструктуренности и насыщенности почвенно-поглощающего комплекса основаниями.

В **задачи исследования** входило:

1. выявление характера изменения степени агрегетированности почвы на исследуемой глубине в зависимости от выраженности элементарных почвенных процессов;
2. определение гранулометрического состава и особенностей распределения илистой фракции (менее 0,001мм) на исследуемой глубине почвы;
3. установление особенностей изменения физико-химических свойств иллювиального горизонта темно-серой лесной почвы и характера распределения частиц ила, органического вещества, обменных оснований и гидролитической кислотности.

Агрегатный состав. Исследованиями характера изменений агрегатного состава почв земель сельскохозяйственного назначения показано достоверное преобразование агрегатированности и количественного содержания фракций структурных агрегатов почвы, которые оказывают достоверное влияние на изменения водного, воздушного, теплового режимов почвы, ее биологической активности. Проведенными нами исследованиями характера антропогенной преобразованности агрегатного состава в гумусово-аккумулятивном слое тёмно-серой лесной почвы доказано достоверное изменение агрегатированности гумусового слоя исследуемых почв, определяющих особенности водно-воздушного, теплового, питательного и биохимического режимов почвы.

Таблица 1 – Изменение агрегатного состава тёмно-серой лесной почвы

Размер фракций, мм	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Содержание, %	56,91	17,31	8,11	8,91	4,21	2,98	0,67	0,5	0,4
Σ >10+<0,25, %	57,31								
Σ 10-0,25, %	42,68								
Кстр	0,74								

Так, нами выявлено, что в гумусовом слое тёмно-серой лесной почвы наибольшее количественное содержание установлено для агрегатов размером >10 мм (56,91%), количество которых в 3,3 раза превышает количественное содержание агрегатов размером 10-7 мм (17,31%). Доказано качественное и количественное изменение структурных агрегатов почвы размером менее 7 мм. Так, наибольшую долю составляют структурные отдельности размером от 7 до 5 мм и от 5 до 3 мм, суммарное количество которых достигает 17,02%. При этом количественная доля структурных агрегатов размером менее 3 мм, достигающая 8,76%, включает в себя количество агрегатов размером 3-2 мм 4,21%, а количество агрегатов размером 2-1 мм – 2,98%. Особый интерес представляет количественное содержание агрегатированных частиц

размером менее 1 мм, которые в сумме составляют 1,57%, при почти равном их количественном содержании между собой (табл. 1).

Установленные изменения в количественном соотношении структурных отдельностей, входящих в состав тёмно-серых лесных почв, обусловливают изменение соотношения структурных агрегатов, влияющих на характерные особенности структурного состояния гумусового слоя тёмно-серой лесной почвы. Доказано, что агрегатированность исследуемой почвы в пределах 60-75 см обусловлена суммой структурных отдельностей размерами более 10 мм и менее 0,25 мм, количество которых достигает 57,31%. По результатам проведённого агрегатного анализа количество агрегатов от 0,25 мм до 10 мм составляет 42,68% и их отношение к суммарному содержанию агрегатов меньше 0,25 мм и больше 10 мм достигает величины 0,74, которое характеризует удовлетворительное структурное состояние исследуемого генетического горизонта почвы (рис. 1).

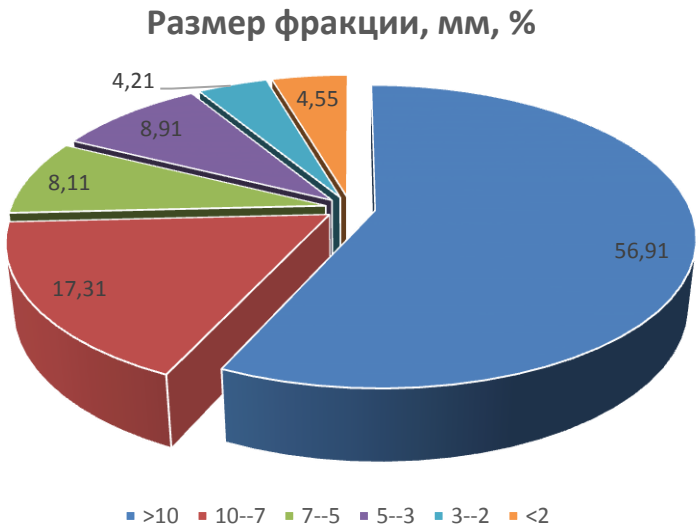


Рисунок 1 – Оценка влияния антропогенного воздействия на изменение агрегатного состава гумусового слоя тёмно-серой лесной почвы

Поскольку структурное состояние почвы во многом определяется наличием и водопрочностью структурных агрегатов разных размеров, то можно сделать вывод, что в исследуемой почве коэффициент оструктуренности имеет самое низкое значение, так как преобладающими структурными агрегатами являются агрегаты размером более 10 мм и менее 0,25 мм, количество которых составляет 57,31%, именно агрегаты указанного размера обусловливают ухудшение агрегатированности и оструктуренности почвы на исследуемой глубине. При этом, количественное содержание агрегатов агрономически ценного размера 10 мм – 0,25 мм на 14,63% меньше количественного содержания агрегатов крупнее 10 мм и 0,25 мм, что обусловливает низкое значение коэффициента оструктуренности 0,74, что подтверждает ухудшение агрофизических свойств почвы и условий произрастания корневых систем растений и обитания почвенных организмов.

Гранулометрический состав. Твердая фаза минеральных почв и почвообразующих пород состоит из элементарных частиц различного размера, которые называют механическими элементами. Под элементарной почвенной частицей, или гранулой, понимают обособленную минеральную, органоминеральную или органическую частицу кристаллического или аморфного строения, все молекулы которой находятся в химической взаимосвязи. По происхождению механические элементы бывают минеральные, органические и органоминеральные. Они представляют собой обломки горных пород, отдельные первичные и вторичные минералы, гумусовые вещества и продукты их взаимодействия с минеральными

компонентами почвы.

В почве механические элементы находятся в раздельно-частичном состоянии в виде совокупности индивидуальных зерен или гранул, как в песках и супесях. В суглинках и глинах под действием различных факторов природной среды механические элементы соединены в агрегаты. Чтобы перевести их в раздельно-частичное состояние, почву подвергают механическому разрушению для перехода агрегатов в раздельно частичное состояние.

Таблица 2 – Содержание фракций механических элементов в гумусовом слое тёмно-серой лесной почвы

Размер механических элементов, мм, их название, содержание, %						
1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
Крупный и средний песок	Мелкий песок	Крупная пыль	Средняя пыль	Мелкая пыль	Ил	Физическая глина
1,98	17,12	42,22	8,18	4,36	26,14	38,68

Количественное определение содержания в почве элементарных частиц – главная задача механического или гранулометрического анализа. Результаты механического анализа используют для установления гранулометрического состава почвы – важной генетической и агрономической характеристики. При генетической классификации почв их разновидности определяют по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород. От гранулометрического состава в значительной степени зависят уровень почвенного плодородия и особенности использования почв.

Результатами выполненного анализа (табл. 1) установлено изменение количественного содержания фракций механических элементов в гумусовом слое тёмно-серой лесной почвы. Выполненными исследованиями показан характер количественного распределения механических элементов в исследуемом генетическом горизонте почвы. Так, доказано, что в составе механических элементов преобладает фракция частиц крупной пыли (0,05-0,01 мм), достигающая 42,22 %, которая в 1,6 раза превышает массовое содержание илистой фракции (<0,001 мм), количество которой составляет 26,14%. Интерес представляют особенности массового содержания фракции песка в эродированной почве, количество которой достигает 19,1% при значительном преобладании в нём частиц мелкого песка (0,25-0,05 мм) до 17,12%. Количественное содержание механических элементов фракций средней и мелкой пыли составляет 8,18% и 4,36% соответственно. Характер количественного распределения фракций механических элементов исследуемой почвы определяет ее гранулометрический состав. Так, по данным количественного содержания элементарных почвенных частиц нами установлен следующий характер и название гранулометрического состава исследуемой почвы на глубине ее профиля 60-75 см – среднесуглинистый мелкопесчано-иловато-крупнопылеватый.

Таким образом, в условиях тёмно-серых лесных почв и их сельскохозяйственного использования происходит закономерное изменение в распределении частиц различных фракций механических элементов.

Физико-химические свойства. Уровень плодородия любой почвы земель сельскохозяйственного значения зависит от ее физико-химических свойств, а именно от количества катионов обменных оснований Ca^{2+}, Mg^{2+} и величины гидролитической кислотности (Нг, мг-экв/100г H^{+} + Al^{3+}), определяющих величину емкости катионного обмена и степень насыщенности основаниями.

Таблица 3 – Физико-химические свойства тёмно-серой лесной почвы (иллювиальный горизонт В)

Генетический горизонт и глубина взятия	Сумма обменных оснований, мг-экв/100г почвы ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$)	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100г почвы ($H^{+} + Al^{3+}$)	Ёмкость катионного обмена, мг-экв/100г почвы	Степень насыщенности основаниями, %
В (60-75 см)	12,86	1,63	14,49	88,78

На основании проведенных лабораторных исследований нами доказано, что количество обменных оснований в исследуемом генетическом горизонте почв достигает величины 12,86 мг-экв/100 г. При этом величина гидролитической кислотности составляет 1,63 мг-экв/100 г почвы, а величина емкости катионного обмена возрастает до 14,49 мг-экв/100г почвы. Степень насыщенности основаниями исследуемой почвы в иллювиальном горизонте В на глубине 60-75 см составляет 88,78%, что подтверждает подкисление нижних горизонтов почвы. Профиль почвы отличается ясной элювиально-иллювиальной дифференциацией по распределению ила, обменных оснований, полуторных окислов железа и алюминия.

Таким образом, нами установлено, что в темно-серых лесных почвах создаются благоприятные условия для роста и развития растений, активности почвенной биоты, оструктуривания почвы, что приводит к увеличению мощности гумусового слоя с возрастанием количественного содержания гумусовых соединений органических веществ почвы, накоплению гуминовых соединений в составе гумуса, увеличению водопрочности структурных агрегатов.

Выводы.

1. Исследованиями доказано самое низкое значение коэффициента оструктуренности 0,74 ед. в слое почвы 60-75 см, обусловленное преобладанием в составе почвы суммарного количества агрегатов размером более 10 мм и менее 0,25 мм (57,31%).
2. Выявлено влияние генетических особенностей тёмно-серых лесных почв в проявлении процессов элювиирования и иллювиирования, оказывающих влияние на изменение количественного содержания фракций механических элементов и гранулометрический состав почвы.
3. Доказано преобладание катионов обменных оснований в составе почвенно-поглощающего комплекса тёмно-серых лесных почв на глубине 60-75 см, достигающего 88,78% и обусловливающего благоприятные условия реакций среды, водно-воздушного режима для роста и развития растений и почвенной биоты.

Почвозащитное земледелие осуществимо только на основе проектов внутрихозяйственного землеустройства, предусматривающих правильную организацию территории хозяйств, в сочетании с агролесомелиоративными и гидротехническими почвозащитными мероприятиями при использовании специальной техники, учете особенностей рельефа, всех почвенно-климатических и хозяйственных факторов, обусловливающих ускоренную эрозию.

Библиография:

1. Agroecological assessment of the effectiveness of different systems of soil protection measures in the reproduction of fertility of slope gray forest soils / L.P. Stepanova and etc/ // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 723(3), 032104.
2. Stepanova L.P., Pisareva A.V., Bolmat T.N. Environmental Impact Assessment of Technogenesis on Genetic Features, Composition and Properties of Light Gray Forest Soils. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 666(2), 022051.
3. Stepanova L.P., Pisareva A.V., Raskatov V.A. Assessment of the State of Soil's Microbial Community in Condition of Intensive Influence of Pollutant. // Ekologia Bratislava, 2021, 40(1), c. 8-15.

4. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: Географический ф-т МГУ, 2007. 350 с.
5. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2009 году. Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля». М., 2010. 249 с.
6. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 100 с.

УДК 633.11:632.952

ВЛИЯНИЕ ОПРЫСКИВАНИЯ ПОСЕВОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ВО ВРЕМЯ ВЕГЕТАЦИИ БИС -300 НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Коротков А.Г. [1], бакалавр 4 курса
направления подготовки 35.03.04 «Агрономия»,
Коротков В.Г. [2], главный агроном.
[1] ФГБОУ ВО Орловский ГАУ
[2] ООО «Авангард-Агро-Орел» СХП Клеймёново 1

АННОТАЦИЯ
Изучаемый в наших исследованиях препарат Бис-300 (ВР) производства ООО «АГРУСХИМ» предназначен против сорных растений таких как осот, латук дикий, гречишка вьюнковая и видов ромашек. «Бис-300» содержит в качестве активного вещества клопиралид, которого в литре препарата содержится 300 г. В целом варианты с обработкой посевов ярового ячменя препаратом Бис-300 обеспечивают лучшие результаты, чем в контрольном варианте (без обработки). Опрыскивание посевов препаратом Бис-300 в фазу кущения при расходе препарата 0,5-0,35 л/га повышает урожайность ярового ячменя на 0,22 т/га или 7,8 %, в сравнении с вариантом без обработки
Таким образом, по итогам проведенных исследований можно констатировать, что обработка посевов ярового ячменя препаратом Бис-300 в условиях 2022 года оказалась

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Яровой ячмень, клопиралид, защита растиений, гербицид.

ABSTRACT
The drug Bis-300 (BP), produced by AGRUSHIM OOO, studied in our studies, is designed against weeds such as sow thistle, wild lettuce, buckwheat, bindweed and chamomile species. «Bis-300» contains clopyralid as an active substance, which contains 300 g per liter of the drug. In general, options with the treatment of spring barley crops with Bis-300 provide better results than in the control variant (without treatment). Spraying crops with Bis-300 in the tillering phase at a drug consumption of 0.5-0.35 l/ha increases the yield of spring barley by 0.22 t/ha or 7.8%, in comparison with the variant without treatment.
Thus, based on the results of the studies, it can be stated that the treatment of spring barley crops with Bis-300 in the conditions of 2022 turned out to be an effective agricultural method.

KEYWORDS
Spring barley, clopyralide, plant protection, herbicide.

Введение. Яровой ячмень (Hordeum sativum L.) – наиболее скороспелая и пластичная культура. сельскохозяйственных растений.

Он имеет широкий спектр использования для выращивания, но его зерно в основном используется в нашей стране на корм. А защита ярового ячменя – одна из важнейших задач [2].

Ячмень является важной продовольственной и стратегической культурой не только в Российской Федерации, но и во всем мире. В мировом производстве среди зерновых культур ячмень занимает четвёртое место, уступая позиции только пшенице, кукурузе и рису. Причем как по площадям посева, так и по объёмам производства.

Лидером по валовому производству ячменя является Россия, опережая Францию, Германию, Австралию и другие страны [1, 3, 4].

Материалы и методы исследований. Производственные полевые опыты закладывали по общепринятой методике на полях ООО «Авангард-Агро» «СХП Клеймёново 1» Орловского района Орловской области.

Для проведения исследований берется яровой ячмень сорта Травелер. Родословная: (Pewter x (Pasadena x Viscosa)) x Marnie. Включен в Национальный реестр по Центрально-Черноземному (5) региону. Высаживать рекомендуется в Белгородской и Орловской областях. Агротехника возделывания ячменя широко распространена в Орловской области. Посев - Оптимальная норма высева 4,5 млн единиц. Всхожих семян на гектар.

Изучаемый в наших исследованиях препарат Бис-300 (ВР) производства ООО «АГРУСХИМ» предназначен против сорных растений таких как осот, латук дикий, гречишка вьюнковая и видов ромашек. «Бис-300» содержит в качестве активного вещества клопиралид, которого в литре препарата содержится 300 г. Производитель – ООО «Агрусхим», выпускает этот гербицид в форме водного раствора. Это системный пестицид по способу проникновения, по характеру действия – средство с избирательным действием. Гербицид выпускается в канистрах из пластика, которые вмещают по 5 л вещества.

Приготовление рабочего раствора Бис-300 заключается в растворении нужного количества препарата в 10 л воды, затем полученный раствор заливают в опрыскиватель из расчета 0,5 к опрыскивателю, смешивают с водой и добавляют в бак до нужного объема, раствор и снова перемешать. Расход рабочего раствора 300л/га. Для проведения обработок применяются стандартные опрыскиватели, используемые для защиты растений.

Во время роста растений наблюдения проводились в соответствии с Национальным методом испытаний сортов сельскохозяйственных культур (1971 г.). Расчеты полевой всхожести проводились при полных всходах с фенологическими наблюдениями в течение всего вегетационного периода. Начало этой фазы соответствует времени выхода на участок 10-15 % растений, полная фаза – 75 %

Фенологические наблюдения велись в течение всего периода вегетации. В эксперименте изучали влияние обработки препарата исследуемого растения на динамику его роста, восприимчивость и продуктивные силы болезней, болезни и продуктивные силы.

После уборки и очистки отбирали пробы семян для анализа в соответствии со стандартом ГОСТ 12036-85, который устанавливает методы отбора проб и массу средней пробы семян для определения качества семян сельскохозяйственных растений. Целью отбора проб является получение достаточной пробы для проведения анализа, в которой каждая составная часть содержится в том же соотношении, что и во всей партии семян.

Результаты и обсуждение.

Опрыскивание посевов ярового ячменя Бис-300 в фазу кущения из расчета 0,5-0,35 л/га. Расход рабочего раствора 300 л/га.

В день проведения обработки отмечались такие погодные условия:

1. Температура воздуха 17,3 °С.

2. Относительная влажность воздуха 75 %

3. Скорость ветра 4 м/сек

4. Время выпадения осадков после проведения обработки – через 8 дней после проведения обработки.

Влияние препарата Бис-300 на сорные растения ярового ячменя оценивалось в баллах (табл. 1). Разница по этому показателю была выражена достаточно сильно, что связано с погодными условиями 2022 года.

Таблица 1 – Влияние опрыскивания посевов ярового ячменя во время вегетации БИС -300 на густоту стояния растений, (2022)

Варианты опыта	**Количество растений на 1 кв. м в фазу полных всходов, шт**	**Густота стояния в фазу кущения, шт**	**Густота стояния перед уборкой, шт.**
1. Контроль (без обработки)	396	360	344
2. Бис-300. Опрыскивание растений в фазу кущения, расход препарата 0,5 л/га. Расход рабочего раствора 300 л/га.	396	376	360
3. Бис-300 Опрыскивание растений в фазу кущения, расход препарата 0,20 л/га. Расход рабочего раствора 300л/га.	396	380	360
4. Бис-300 Опрыскивание растений в фазу кущения, расход препарата 0,35 л/га. Расход рабочего раствора 300л/га.	396	386	375

Таблица 2 – Видовой состав сорной растительности в посевах ярового ячменя во время вегетации, (2022)

Варианты опыта	**Виды сорняков**			
	Фаза всходов	**Фаза кущения**	**Фаза колошения**	**Восковой спелости**
1	2	3	4	5
1. Контроль (без обработки)	Дикая редька, осот полевой, хвощ.	Дикая редька просянка, полевой хвощ.	Полевой хвощ, просянка.	Полевой, хвощ.
2.Бис-300. Опрыскивание растений в фазу кущения, расход препарата 0,5 л/га. Расход рабочего раствора 300 л/га.	Дикая редька, осот полевой, хвощ, просянка.	Дикая редька, осот полевой.	Полевой, хвощ, просянка.	Полевой, хвощ.
3.Бис-300 Опрыскивание растений в фазу кущения, расход препарата 0,35 л/га. Расход рабочего раствора 300л/га.	Дикая редька, осот полевой, хвощ, просянка.	Дикая редька, осот, полевой хвощ.	Полевой, хвощ, просянка.	Полевой, хвощ.

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
Бис-300 Опрыскивание растений в фазу кущения, расход препарата 0,20 л/га. Расход рабочего раствора 300л/га.	Дикая редька, осот полевой, хвощ, просянка.	Дикая редька, осот полевой.	Полевой, хвощ, просянка.	Полевой хвощ.

В целом варианты с обработкой посевов ярового ячменя препаратом Бис-300 обеспечивают лучшие результаты, чем в контрольном варианте (без обработки). Опрыскивание посевов препаратом Бис-300 в фазу кущения при расходе препарата 0,5-0,35 л/га повышает урожайность ярового ячменя на 0,22 т/га или 7,8 %, в сравнении с вариантом без обработки.

Заключение. Таким образом, по итогам проведенных исследований можно констатировать, что обработка посевов ярового ячменя препаратом Бис-300 в условиях 2022 года оказалась эффективным агроприемом.

Библиография:

1. Сахибгареев А.А., Гарипова М.А. Роль удобрений и пестицидов в повышении урожайности ячменя // Земледелие. № 2. 2007. С. 23.
2. Тарасова А.М. Комплексное применение удобрений и средств защиты при выращивании ячменя // Защита и карантин растений. 2007. № 9. С.43.
3. Народнохозяйственное значение ярового ячменя // URL: https://rosng.ru/post/content-narodnohozyaystvennoe-znachenie-yarovogo-yachmenya (дата обращения 07.07.2022).
4. Агротехнические особенности возделывания ярового ячменя. Ч. 1. // URL: https://glavagronom.ru/articles/agrotehnicheskie-osobennosti-vozdelyvaniya-yarovogo-yachmenya (дата обращения 21.09.2022).

УДК 635.655

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ СОИ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ИХ С УРОЖАЙНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

Митюхина Е.В., магистрант 2 курса
направления подготовки 35.04.04 «Агрономия»[1],
младший научный сотрудник[2]
[1]ФГБОУ ВО Орловский ГАУ
[2]ФГБНУ ФНЦ ЗБК

АННОТАЦИЯ
В научной работе проведено сопряжение урожайности с ее основными составляющими элементами отечественных новых сортов сои, различающиеся по типу роста и развития, в контрастных условиях гидротермических показателей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Соя, сорта, элементы продуктивности, урожайность, масса 1000 семян.

ABSTRACT
In scientific work, the yield is paired with its main constituent elements of domestic new soybean varieties, differing in the type of growth and development, in contrasting conditions of hydrothermal indicators.

KEYWORDS
Soybeans, varieties, elements of productivity, yield, weight of 1000 seeds.

Введение. Во всем мире имеет место недостаток фуражного и продовольственного белка, который еще больше обострился в сложившейся сложной политической и экономической ситуациях. В нашей стране предпринимаются активные усилия по нивелированию дефицита пищевого белка посредством увеличения в сфере сельского хозяйства производства животного и растительного белка [1].

Соя является уникальным источником полноценного белка (а также масла), который в полной мере имеет возможность заменить белки животного происхождения [2]. Постоянно растущая востребованность сои, как высокобелковой и масличной высокомаржинальной (а также азотфиксирующей) сельскохозяйственной культуры, в том числе обусловлена и ее многосторонним продовольственным, кормовым, техническим, агротехническим, лечебным, лечебно-профилактическим, диетическим и экономическим значением [3, 4].

Многие ученые достаточно давно активно и успешно занимаются изучением биологических особенностей сои разных сортов в различных почвенно-климатических условиях, накапливая определенный опыт для науки и производства.

Во всем мире и в России селекция сои ведется очень активно. Количество сортов сои как селекционных достижений, допущенных к производству госсорткомиссией в РФ, с каждым годом увеличивается, только в 2022 году зарегистрировано 51 новых сортов [5]. В современных условиях импортозамещения отечественные новые перспективные сорта сои селекции ФНЦ ЗБК занимают достойное место в ЦЧР и успешно возделываются сельхозпроизводителями [6].

Целью исследований являлась оценка продуктивности новых сортов сои в конкретных почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона (на примере Орловской области).

Методика и методы исследований. Полевые исследования проводились на опытном поле Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в полевом севообороте в 2021-2022 г. (рис. 1).



Рисунок 1 – Опытный участок ФНЦ ЗБК в 2022 году.

Почва участка – темно-серая лесная среднесуглинистая, среднегумусовая, слабокислая, со средним содержанием обменного калия и подвижного фосфора. Микрорельеф участка выровненный.

Объектом полевых исследований являлась соя новых перспективных и районированных отечественных сортов:

- ранний сорт Осмонь индетерминантного типа роста и развития (в Госреестре РФ с 2018 г.);
- среднеранний одностебельный сорт Зуша полудетерминантного типа роста и развития (в Госреестре РФ с 2015 г.);
- ранний сорт Мезенка индетерминантного типа роста и развития (в Госреестре РФ с 2016 г.);
- ранний сорт Шатиловская 17 индетерминантного типа роста и развития (в Госреестре РФ с 2020 г.);
- ранний сорт Ланцетная детерминантного типа роста и развития промежуточной формы (в Госреестре РФ с 2005 г.).

Закладка полевых опытов проводилась согласно Методики полевого опыта по Доспехову Б.А [7], фенологические наблюдения – согласно Методики проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [8], оценка морфологических и хозяйственных признаков - согласно Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [9].

Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Посевная площадь делянки – 11,25 м^2, учетная площадь – 10 м^2. Применялось рендомизированное расположение вариантов. Норма высева всхожих семян на 1 га – общепринятая для зоны районирования и в количественном выражении составляет для сои – 600 тыс. всхожих семян на га. Способ посева сои широкорядный с шириной междурядий 45 см. Посев проводили селекционной сеялкой СКС – 6 – 10, уборку сои – прямым комбайнированием «Sampo-130» при полном созревании зерна (влажность 14- 16 %). Учет урожая – поделяночный [10].

Метеорологические условия в месте проведения полевого опыта были контрастными по годам исследований и различались по количеству осадков и температуре воздуха, которые имели значительные отклонения от показателей среднемноголетней нормы (рис. 2, табл. 1).

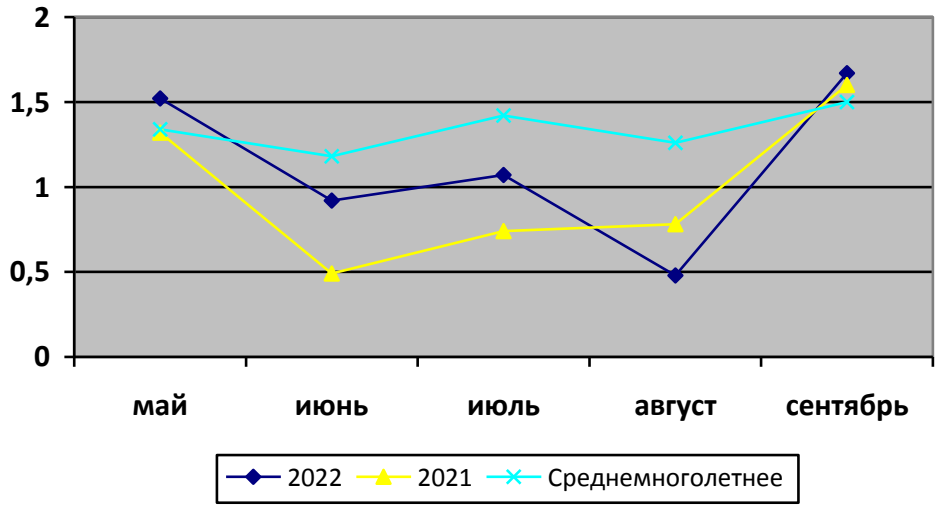


Рисунок 2 – Гидротермические коэффициенты (ГТК) весенне-летнего периода Орловского района Орловской области 2021-2022 гг (по данным ЦГМС, г. Орёл)

2021 год характеризовался в мае повышенным увлажнением, когда количество осадков превышало среднемноголетнюю норму на 41,4 %. Период посев-всходы сельскохозяйственных культур сопровождался пониженным температурным режимом в среднем на 0,8°С к норме (третья декада мая и первая декада июня). Среднесуточная температура воздуха в период июнь-август была выше среднемноголетней нормы в среднем на 3,6°С. Водный режим был избыточным в третьей декаде июля и в третьей декаде августа, где превышение нормы составило в среднем на 62,5 и 23,6 % соответственно, тогда как в среднем июнь-август отличились как сухие периоды (ГТК=0,49; 0,74 и 0,78 соответственно по месяцам).

Таблица 1 – Агрометеорологические условия весенне-летнего периода Орловского района Орловской области 2021-2022 гг (по данным ЦГМС, г. Орёл)

Период вегетации	**Сумма осадков, мм**	**Среднесуточная температура воздуха, °С**	**ГТК (гидротермический коэффициент)**
2021 год			
Май	72,1	13,9	1,32 (достаточное увлажнение)
Июнь	40,7	19,8	0,49(сильная засушливость)
Июль	51,1	22,2	0,74(засушливость)
Август	49,8	20,5	0,78 (засушливость)
Сентябрь	129,5	10,4	> 1,60 (избыточное увлажнение)
2022 год			
Май	17,0	11,5	1,52 (достаточное увлажнение)
Июнь	17,5	19,0	0,92 (засушливость)
Июль	21,2	19,1	1,07(слабая засушливость)
Август	10,7	21,7	0,48 (сильная засушливость)
Сентябрь	36,8	9,9	1,67 (избыточное увлажнение)

Метеорологические условия весенне-полевого сезона 2022 года для сои можно охарактеризовать следующим образом: холодный с обильными осадками май, который отодвинул сроки сева на 24 мая. В целом гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации растений сои в 2022 году составил 0,86. Также сентябрь 2022 г. проявил себя достаточно экстремально: среднесуточная температура воздуха была ниже среднемноголетней нормы в среднем на 1,7 ºС, осадков выпало 213,5 % к среднемноголетней норме, что отодвинуло сроки уборки на октябрь.

Результаты и обсуждения. К сортам сои зернового направления для возделывания предъявляют, как правило, основные требования в виде стабильной урожайности на уровне 2,5-3,0 т/га, содержании белка не менее 39 %, суммарном исчислении белка и масла в зерне – не менее 58 %, устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим условиям произрастания, высокой технологичностью (высотой прикрепления нижнего яруса бобов не менее 12 см, неполегающим стеблем, нерастрескивающимися бобами).

Наши исследования показали, что продуктивность зерна сои зависит от соответствия биологических особенностей сорта условиям гидротермического режима и почвенного плодородия.

Изучив пять районированных сортов сои (табл. 2), установили, что в среднем за 2 года исследований они обеспечили урожайность 3,06 (от 2,61 до 3,29) т/га. Более высокоурожайные оказались сорта Зуша, Мезенка и Шатиловская 17 со средней урожайностью 3,2, 3,23 и 3,29 т/га соответственно. Несколько менее урожайной соя была в 2022 году, хотя для сорта Ланцетная этот год оказался благоприятным (прибавка урожая по отношению к 2021 г составила 0,27 т/га или 10,9 %).

Таблица 2 – Урожайность (т/га) разных сортов сои по годам исследований

Сорта	2021	2022	Средняя за 2 года по сортам
Зуша	3,57	2,82	3,2
Мезенка	3,59	2,87	3,23
Осмонь	3,24	2,7	2,97
Шатиловская 17	3,52	3,05	3,29
Ланцетная	2,47	2,74	2,61
Средняя по годам	3,28	2,84	3,06
$НСР_{05}$	0,11	0,16	0,24

Структурный анализ снопового материала свидетельствует о том, что количественные признаки элементов продуктивности изменялись в зависимости от года и подтверждают результаты, полученные при учете урожайности (рис. 3 и 4).

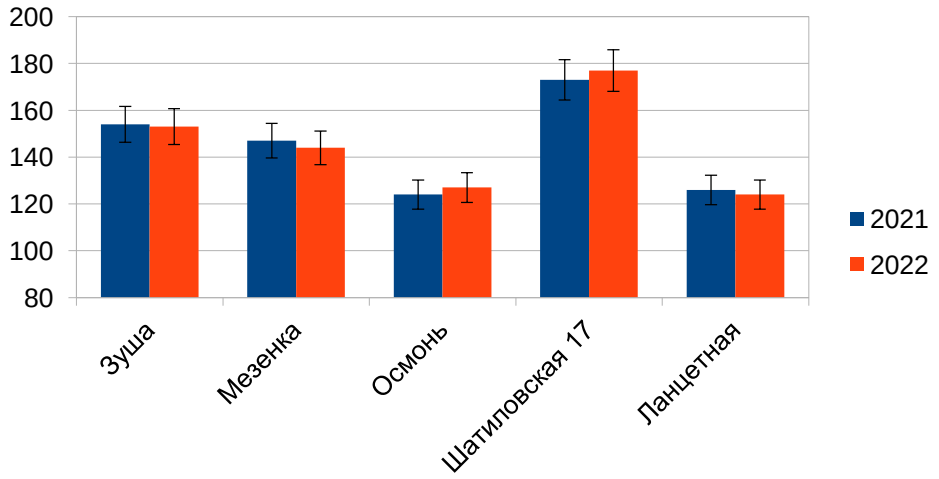


Рисунок 3 – Масса 1000 семян (г) у разных сортов сои по годам исследований

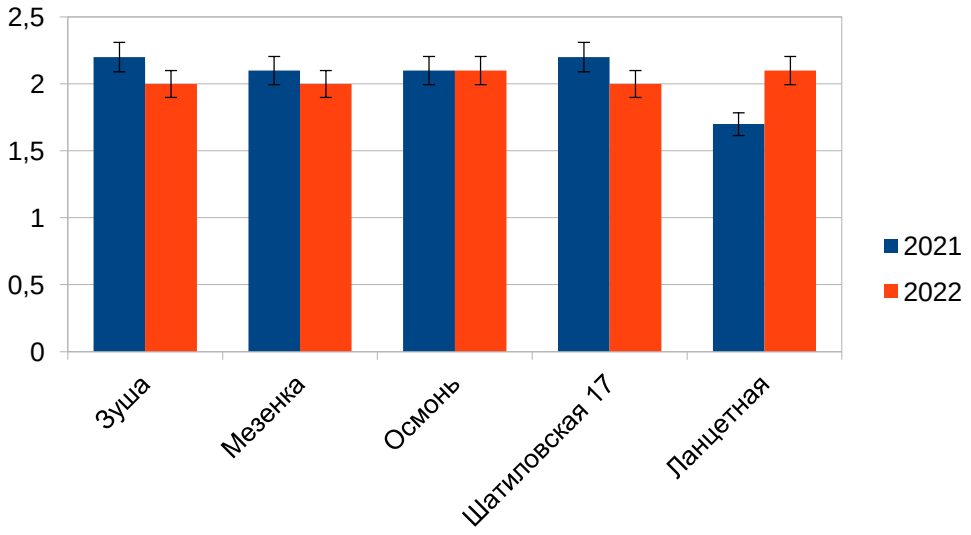


Рисунок 4 – Количество семян в бобе (шт) у разных сортов сои по годам исследований

Четко прослеживается тенденция формирования в 2021 году более крупного зерна (массы 1000 семян, г) у сортов Зуша, Мезенка и Ланцетная в среднем на 0,65, 2,04 и 1,59 % соответственно и большего количества семян в 1 бобе у сортов Зуша, Мезенка, Осмонь и Шатиловская 17 в среднем по сортам на 0,5 шт или 5,81 % в абсолютном исчислении. Можно отметить, что эти характеристики изменчивы по годам. Причина колебаний – резкие изменения значений гидротермического показателя (ГТК) в период формирования-налива зерна (рис. 2).

Для сорта Ланцетная более высокая урожайность в 2022 г. обусловлена большим количеством формирования количества бобов на 1 растении (41,7 шт).

Выводы. Таким образом, в центральной переходной лесостепной зоне ЦЧР, к которой относится Орловская область, целесообразно возделывать районированные сорта, различающиеся по типу роста и развития, чтобы получать стабильные урожаи зерна сои при разных контрастных метеорологических условиях.

Библиография:

1. Чекмарев П.А., Артюхов А.И. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России // Достижения науки и техники АПК. 2011. №. 6. С. 5-8.

2. Зотиков В.И., Зубарева К.Ю., Варламов Н.В. Отзывчивость различных сортов сои на применение органоминеральных микроудобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (41). С. 5-15. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-5-15.

3. Petibskaya V.S., Baranov V.F., Kochegura A.V., Zelentsov S.V. Soya: kachestvo, ispol'zovanie, proizvodstvo [Soya: quality, use, production]. Moscow, Agrarnaya nauka, 2001, 64 p. (In Russian).

4. Варламов Н.В., Зубарева К.Ю. Обоснование экономических преимуществ сортов сои и технологий их возделывания // Земледелие. 2022. №4. С.31-34.

5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 645 с.

6. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобоаых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). С. 12-19.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.

8. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В. М. Лукомца, чл.-кор. РАСХН, д-ра с.-х. наук Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур им. В. С. Пустовойта Рос. акад. с.-х. наук. - 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 327 с.

9. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Н.И. Корсаков, О.А. Адамова, В.И. Будакова [и др.] Л.: ВИР, 1975. 59 с.

10. Методика ВИР: Изучение мировой коллекции / ВИР. Л.: ВИР, 1988. 30 с.

УДК 57.022

ЯДОВИТЫЕ РАСТЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Улитин Д.А., студент 1 курса
специальности 36.05.01 «Ветеринария».
Научный руководитель: к.т.н., доцент Никитенко О.С.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ

Актуальной проблемой в настоящее время стало накопление нитратов и нитритов в растениях. При высокой концентрации этих веществ может случиться отравление

организма. Наука вырабатывает методы лечения и профилактики интоксикации нитритами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Нитриты, нитраты, отравление, растения, профилактика, интоксикация, лечебная помощь.

ABSTRACT
The accumulation of nitrates and nitrites in plants has become an urgent problem at present. With a high concentration of these substances, poisoning of the body can occur. Science develops methods of treatment and prevention of intoxication with nitrites.

KEYWORDS
Nitrites, nitrates, poisoning, plants, prevention, intoxication, medical care.

Введение. Проблема накопления нитратов и нитритов в растениях активно обсуждается учёными и общественностью. Нитраты являются продуктами обмена веществ, содержащих азот. При их излишнем накоплении в организме, они начинают восстанавливаться в пищеварительном тракте до нитритов, которые являются более токсичными соединениями, оказывающими негативное действие на функционирование органов и обмен веществ. В этой статье привел примеры отрицательных последствий для организма в результате отравлениями нитратами, а также признаки отравления и порядок оказания первой помощи при проявлении клинических симптомов интоксикации.

Цель работы: выяснение негативного влияния нитратов и нитритов на организм сельскохозяйственных животных с помощью анализа научной литературы, изучение клинического проявления интоксикации и методам первой помощи.

1. Нитраты и нитриты в ядовитых растениях. Факторы, которые повышают содержание нитратов и нитритов в растениях.

Степень ядовитости растений зависит от того, как много содержится в них химических веществ, относящихся к различным классам химических соединений. В растениях преимущественно находят алкалоиды, гликозиды, эфирные масла, смолистые вещества, органические кислоты и их соли, минеральные соли, нитраты и нитриты. Существует несколько классификаций ядовитых растений (рис. 1).



Рисунок 1 – Классификации ядовитых растений

Рассмотрим более детально процесс отравления сельскохозяйственных животных растениями, которые имеют свойство накапливать нитраты и нитриты.

Нитраты – так называются соли азотной кислоты, нитриты – соли азотистой кислоты или простые эфиры. Сельское хозяйство использует азотные удобрения такие, как натриевая, кальциевая, калиевая, а также аммиачная селитры, кроме того используется сульфат аммония. Все эти удобрения являются источником нитратов. Внесение селитр в начальном периоде вегетации растений, или незадолго до уборки, приводит к тому, что в растениях задерживаются нитраты. Период, когда в растениях происходит наиболее интенсивное накопление нитратов, – это вторая половина лета. Однако, нитриты хоть и являются более токсичными веществами, в свежих растениях содержатся обычно в небольших количествах.

Нитраты, как и прочие вещества, всасываются растениями из почвы посредством корневой системы. Этому процессу способствуют такие благоприятные условия внешней среды, как умеренная температура почвы и воздуха, оптимальная влажность. Не последнюю роль играет степень инсоляции, а также содержание и концентрация макро- и микроэлементов в почве. После того, как нитраты попали из почвы в растение, при участии ферментов редуктазы, происходит восстановление солей азотной кислоты до аммиака. Он же в свою очередь используется растением для синтеза аминокислот, которые являются строительным материалом для растительного белка.

На практике очень часто имеют место случаи чрезмерного загрязнения окружающей среды нитратным азотом. Это происходит, как правило, при производстве, транспортировке, хранении и применении удобрений. Таким образом, избыточное количество нитратов поступает в грунтовые и дренажные воды, которые используются для орошения посевов, затем в почву и, наконец, – в вегетативные части тела растений. Увеличенная концентрация солей азотной кислоты может привести к массовым отравлениям сельскохозяйственных животных при их выпасе.

Не все растения одинаково способны накапливать нитраты и нитриты. Наиболее склонны к активному накоплению этих веществ клевер, донники, крапива жгучая, лебеда, молочай, кукуруза, горох, капуста кормовая, свекла, турнепс, картофель, кабачки (ботва), овес, пшеница, рожь, подсолнечник, горчица белая, листья дуба, клена, щавель большой, якорцы, люцерна [1].

Вышеперечисленные растения способны накопить до 15 г нитратов на 1 кг массы кормового продукта, полученного из них.

Помимо загрязнения почвы и воды азотными удобрениями, избыточная аккумуляция нитратов в растениях происходит под влиянием следующих факторов:

- несбалансированное внесение минеральных удобрений;
- недостаток в почве макроэлементов (фосфора, калия, кальция, марганца, серы, магния, меди, железа);
- недостаток в почве микроэлементов (меди, бора, молибдена, марганца, кобальта, цинка);
- неблагоприятные климатические условия (длительная засуха, низкие температуры при пасмурной погоде, заморозки и др.);
- обработка растений гербицидами.

Наряду с проблемами чрезмерного поступления в растения нитратов извне, существуют факторы, способствующие превращению нитратов в нитриты в растительных кормах. Среди таких факторов можно выделить следующие:

- самопроизвольное согревание зеленой массы;
- запаривание, варка кормов и их последующее замедленное остывание;
- добавление молочнокислых продуктов после оттаивания замороженных кормов;
- неправильное хранение овощей, при котором на растительную массу начинают действовать ферменты денитрифицирующих гнилостных бактерий, что приводит к порче овощей (загнивание) и последующему накоплению в них нитритов.

Воздействие всех этих факторов на растительные корма приводит к отравлению сельскохозяйственных животных, которых ими откармливают.

Отдельно стоит отметить, что зачастую повышенное содержание нитратов и нитритов в почве и тканях растений может стать причиной образования нитрозосоединений. Они обладают высокой токсичностью, мутагенной и канцерогенной активностью, что также приводит к различным видам отравлений сельскохозяйственных животных.

2. Токсическое влияние кормов и воды с высокой концентрацией нитратов и нитритов на организм сельскохозяйственных животных.

Степень токсического воздействия кормов и воды с повышенным содержанием нитратов и нитритов на организм сельскохозяйственных животных зависит от следующих факторов: физиологическое состояние организма животного, концентрация попавших в организм нитратов и нитритов, сбалансированности рациона кормления, введение лекарственных препаратов в организм животного и прочее.

Для разных видов сельскохозяйственных животных летальные концентрации нитратов и нитритов сильно различаются. В случае попадания в организм нитратов, значение смертельной дозы для крупного рогатого скота находится в диапазоне 300-500 мг/кг, для овец – 600-800 мг/кг, для свиней – 800-1000 мг/кг, для птицы – 2000-3000 мг/кг. Летальные концентрации нитритов, как более токсичных веществ, существенно меньшие. Так, для крупного рогатого скота смертельная доза 100-150 мг/кг, для овец – 130-160 мг/кг, для лошадей – 30-59 мг/кг, для свиней – 50-70 мг/кг и для птицы – 100-150 мг/кг [2].

Следует отметить, что на чувствительность сельскохозяйственных животных к повышенной концентрации нитратов и нитритов влияют и другие факторы: недостаточное питание животных; нехватка воды; различные заболевания, в том числе инфекционной природы; применение ряда лекарственных препаратов, таких как производные нитрофурана и нитроимидазола и другие.

Под влиянием ферментов: нитритредуктазы и гидроксиламинредуктазы нитраты превращаются в рубце жвачных животных в нитриты, гидроксиламин, окислы азота и аммиак. Свиньи, кролики и домашняя птица, по сравнению с жвачными животными могут переносить большие концентрации нитратов. Это связано с тем, что уже в желудке происходит всасывание токсинов в кровь с последующим выведением их из организма без изменения.

3. Клинические признаки отравления сельскохозяйственных животных ядовитыми растениями с содержанием высокой концентрации нитратов и нитритов. Профилактика отравлений.

По времени наступления отравления подразделяют на молниеносные, острые и хронические.

В первом случае смерть животного от асфиксии наступает в течении 30 минут. При наступлении острого отравления у жвачных животных первые признаки интоксикации начинают проявляться только через 2-3 часа после попадания корма в организм. В данном случае отмечается беспокойство особи, общее угнетенное состояние. При остром отравлении у животного отсутствует аппетит, его мучает жажда. Также характерным признаком является учащение мочеотделения с окраской мочи в коричнево-черный цвет, и обильные выделения изо рта и ноздрей. Слизистые оболочки, которые можно наблюдать, обретают синевато-коричневую окраску. Дальнейшее развитие интоксикации приводит к учащению пульса, снижению кровяного давления, учащенному дыханию. При анализе крови обнаруживаются тельца Гейнца. Летальный исход при остром отравлении наступает от остановки дыхания через 6-8 часов. При этом у животного наблюдаются приступы судорог [3].

У свиней, кроликов, лошадей в случае острого отравления также отмечается беспокойство, изменяется частота и глубина дыхания, увеличивается объём выделяемой мочи, отмечается рвота и диарея. Брюшная стенка при пальпации болезненная. Из носовых ходов происходят обильные выделения. Спустя некоторое время наступает прогрессирующая депрессия, проявляется цианоз слизистых оболочек, расстройство координации движений, ослабляется сердечная и

дыхательная деятельности. Перед смертью, как правило, наблюдается одышка и судороги.

Для случаев хронического отравления, как правило, характерными являются частые случаи мертворождаемости и, как следствие, снижение прироста молодняка. Отмечается матовость шерсти, запаздывание линьки, усиление диуреза. Также нередки случаи гематурии, сильная жажда и повышенная отёчность.

Отдельно стоит отметить случаи отравлений растениями, которые само по себе являются ядовитыми. Чтобы снизить и предотвратить случаи отравления сельскохозяйственных животных ядовитыми растениями и полученными из них кормами, необходимо принять ряд мер. Первоочередной задачей является уничтожение ядовитых растений на лугах, пастбищах, полях. Для этого проводятся агротехнические и мелиоративные мероприятия, такие как севообороты, глубокая вспашка почвы, борьба с сорняками и ядовитыми растениями на всех сельскохозяйственных землях, в том числе и по обочинам дорог [4]. Также значительную роль в защите животных от отравлений играет выбор сроков сенокоса. Чем раньше будет скошены кормовые растения, тем меньше вероятность того, что в них не накопились нитраты и другие токсичные вещества [5].

При перегоне животных в новые кормовые районы возможны случаи отравления незнакомыми ядовитыми растениями. В данном случае профилактике отравлений стоит уделять отдельное внимание. Знание состава растительности на маршруте перегонов, исключение недокорма, чтобы голодные животные без разбора не ели все растения подряд – вот основные меры профилактики интоксикаций при смене кормовых площадей.

Также перед раздачей корма животным для предупреждения отравлений следует внимательно осматривать корма, а также владеть информацией о ядовитых растениях, встречающихся в каждой конкретной местности.

4. Оказание первой медицинской помощи сельскохозяйственным животным при отравлении.

Чтобы эффективно оказать лечебную помощь необходимо в определённом порядке и как можно быстро выполнить пять основных действий:

1) необходимо остановить поступление ядовитых веществ в организм;
2) принять меры по прекращению дальнейшего всасывания токсинов в кровь;
3) провести действия по нейтрализации уже всосавшихся ядов;
4) как можно быстрее обеспечить выведение токсинов из организма;
5) компенсировать и восстановить функционирование жизненно важных органов, ослабленных отравлением [2, 6].

Первый этап доврачебной помощи может быть выполнен работниками животноводческого хозяйства или хозяевами животных. Для этого необходимо исключить дальнейшее проникновение яда в организм. Подозрительные корма изымаются из рациона, также устраняется любой другой возможный контакт с токсинами (перевод животных на другие пастбища, уборка мест содержания и т.д.). Также необходимо обеспечить неограниченный доступ животных к чистой воде.

На втором этапе лечебной помощи производят промывание желудка теплой водой, содержащей растворы танина, натрия гипохлорита. Также для промывания можно использовать водную взвесь активированного угля. Обязательно устраивают проветривание помещения и прекращают все процедуры ингаляции, если они проводились на момент отравления. Эти меры необходимы для замедления всасывания токсинов из легких.

Нейтрализация уже всосавшихся ядовитых веществ производится посредством введения организм животного разбавленных кислот (соляной, уксусной, фосфорной). Кислоты обладают свойством переводить алкалоиды растений в нерастворимое состояние, что будет препятствовать дальнейшее их всасывание в кровь. В качестве химического противоядия, например, крупным животным можно вводить 0,5%-ного

водного раствора уксусной кислоты. Также для ускорения распада алкалоидов внутрь назначается 0,1-0,2%-ный раствор перманганата калия. Во всех случаях дозировка вводимых противоядий рассчитывается исходя из массы тела животного.

Выведение ядовитых веществ из организма используют слабительные и мочегонные препараты. Одним из вариантов слабительного средства может быть касторовое масло. Для ускорения процесса выведения токсинов через почки обычно внутривенно вводят 10%-ный раствор уротропина с 30%-ным содержанием глюкозы. Обеспечивают приём внутрь диуретина.

Для поддержания жизненных функций организма животного при отравлении можно применять сердечные тонизирующие средства.

Лечение животных при отравлениях будет зависеть от каждого конкретного случая, а также целесообразности этого лечения.

Таким образом, нашему обществу и учёным ещё предстоит много работы по изобретению новых методов упреждения случаев отравления нитратами и их производными, а также более эффективных способах первой помощи при интоксикации и лечения последствий воздействия этих соединений на организм сельскохозяйственных животных.

Библиография:

1. Богачев В.В., В.Е. Середняков. Высшие ядовитые растения Верхневолжья. Ярославль: Изд-во ЯГУ, 2000. 179 с.

2. Ветеринарная токсикология: Учебник для вузов / Л.Ю. Ананьев [и др.]; под ред. Л.А. Смирновой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2022. 299 с.

3. Иргашев Т.А., Каримов А.И. Влияния нитратов на организм человека и животных. «Нодир», 2009. 58 с.

4. Каримов А.И. Влияние нитратов на гематологические показатели // Вестн.Тадаснац. ун-та. Естеств. науки. 2005. № 3. С.147-150.

5. Донченко. Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. В 2 ч. Ч. 1: Учебник для вузов. 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2022. 264 с.

6. Полоз Д.Д. Методические указания по диагностике, профилактике и лечению отравлений сельскохозяйственных животных нитратами и нитритами. М.: Колос, 1979. С. 5-29.

УДК 633.111.1

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Шишкин А.С., аспирант 3 года обучения
направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство»,
Танрибергенова М. М., магистрант 1 курса
направления подготовки 35.04.04 «Агрономия».
Научный руководитель: д. с.-х. н., руководитель ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование», профессор Амелин А.В.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ экспериментальных исследований, проведённых в полевых условиях на 10 современных сортах яровой пшеницы. Показано формирование ими урожайности зерна в условиях интенсивного и органического земледелия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Яровая пшеница, урожайность, засоренность, органическое земледелие, интенсивное земледелие.

ABSTRACT
The article analyzes experimental studies conducted in the field on 10 modern varieties of spring wheat. It is shown that they form grain yields in conditions of intensive and organic farming.

KEYWORDS
Spring wheat, productivity, weediness, organic farming, intensive farming.

Введение. Современное растениеводство по своей сути является химико-техногенным [1]. Мировая тенденция использования химических средств защиты растений и минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве не снижается, а только усиливается [2]. В настоящее время нельзя получить высокий и стабильный урожай без применения высоких доз минеральных удобрений и большого количества химических средств защиты растений [2].

Однако, массивная химизация растениеводства, ведет к загрязнению окружающей среды (почв, воды, растений, продуктов питания) остаточными количествами пестицидов и тяжелыми металлами, которые могут приводить к образованию злокачественных опухолей у животных и человека. Для областей Центрального и Центрально-Черноземного региона России ситуация имеет особое значение в связи с аварией на Чернобыльской АЭС [3].

Очевидно, что назрела острая необходимость в разработке качественно новых подходов к производству, в котором центральное место должна занять гармонизация отношений человека с природой, экономикой и экологией. В связи с этим, специалистами разных сфер деятельности, в том числе с участием представителей органов государственной власти и бизнеса, активно обсуждается задача о переходе интенсивного земледелия к органическому, в котором основу формирования урожая составляли бы биологические факторы, а использование химических средств отсутствовало [4]. Эта задача возведена до государственного уровня не случайно, так как ее решение напрямую связано с улучшением экологии среды обитания, сельскохозяйственного производства и получением экологически безопасной продукции, спрос на которую во всем мире, и прежде всего в развитых странах, растет в последнее время в геометрической прогрессии [4].

С учетом этого, нами были проведены исследования на яровой пшенице, которая являются в нашей стране важной не только кормовой, но и продовольственной культурой [5]. Результатам этих исследований и посвящена данная научная статья.

Материал и методы. Исследования проводились на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием «Генетические ресурсы растений и их использование» в рамках тематического плана кафедры растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Объектом исследований служили 10 современных сортов яровой пшеницы из ведущих селекционных центров России (Арсея, Злата, Триада, Черноземноуральская 2, Ульяновская 105, Тулайковская Надежда, РИМА, Радмира, Воронежская 18, Юбилейная 80), которые выращивались на опытном поле Научно-образовательного производственного центра «Интеграция» Орловского ГАУ. Площадь делянки составляла 10 м^2, размещение систематическое со смещением, повторность 4-х кратная. Почва опытного участка характеризуется как темно-серая лесная.

Сорта возделывались по системе интенсивного (с использованием минеральных удобрений, химических средств защиты растений и стимуляторов роста) и органического (без применения химии) земледелия. В опытах с использованием интенсивной технологии выращивания, перед посевом вносили диаммофоску

($N_{10}P_{26}K_{26}$), а семена обрабатывали фунгицидным протравителем Бенефис (МЭ, 0,6 л/т). Защиту посевов от сорняков осуществляли с помощью гербицида Гранат (ВДГ, 0,015 кг/га), который вносили по вегетации в фазу начала кущения.

Математическая обработка полученных результатов исследований осуществлялась с использованием современных компьютерных программ и методических рекомендаций Б.А. Доспехова [6].

Метеорологические условия в годы исследований (2021-2022 гг.) были разными, что проявлялось в неравномерном распределении осадков и температуры воздуха.

К примеру, май 2021 года характеризовался повышенным количеством осадков, а температура воздуха находилась в пределах среднемноголетнего значения. Однако последующие месяцы (июнь-август) отличались тем, что за этот период осадков выпало 141,6 мм, что было на 34,7% меньше среднемноголетнего количества, а среднемесячная температура составила 20,9^{0}С, что на 3,6^{0}С выше среднемноголетнего значения.

Погодные условия вегетации растений в 2022 году так же были напряженными по влагообеспеченности и температурному режиму. В мае они были близки к экстремальным по температуре воздуха. В июне отмечалась сухая и жаркая погода, а вторая половина июля вегетации, наоборот, оказалась более дождливой.

Результаты исследования. Результаты проведенных исследований подтвердили, что урожайность яровой пшеницы в Орловской области может существенно варьировать в зависимости от метеоусловий вегетации растений [5, 7].

По нашим экспериментальным данным, урожайность яровой пшеницы в 2022 году была в 2 раза выше, чем в 2021 году (рис. 1).

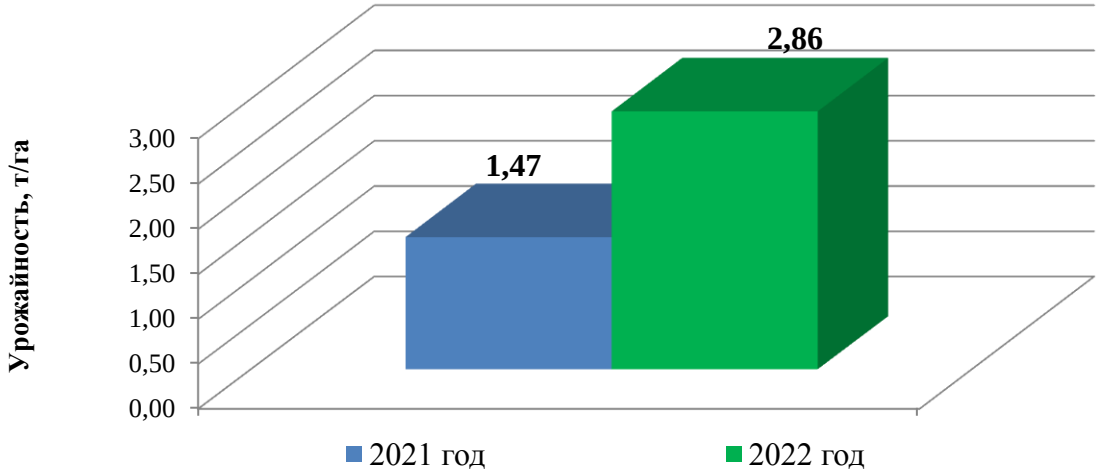


Рисунок 1 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от метеоусловий года вегетации растений, в среднем по изученным сортам

Это было связанно с тем, что погодные условия вегетации 2021 года были менее благоприятны для формирования урожая, чем в 2022 году. В 2021 году, во время цветения, формирования, налива и созревания зерновок (июнь-август), осадков выпало на 34,7% меньше, а среднемесячная температура была на 3,6^{0}С выше среднемноголетнего значения, тогда как в 2022 году метеоусловия в период налива и созревания зерновок были менее напряженными по влагообеспеченности и температурному режиму.

На формирование урожайности культуры существенное влияние оказывали и агротехнические условия возделывания. В частности, в системе органического земледелия урожайность зерна в среднем за годы исследования была в 1.67 раза или на 40,2 % меньше, чем при использовании интенсивной технологии выращивания (рис. 2).

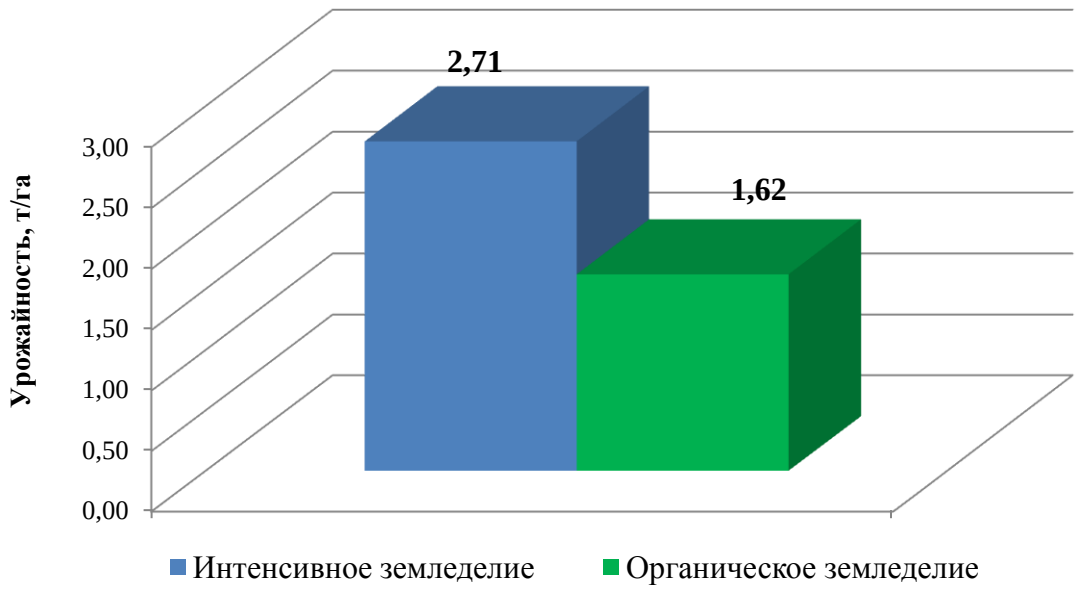


Рисунок 2 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от агротехнических условий вегетации растений, в среднем по изученным сортам за 2021-2022 гг.

Причем, данная закономерность прослеживалась во все годы исследований независимо от условий вегетации. К примеру, в 2021 году на опытном участке, где использовалась органическая система земледелия, было получено у культуры лишь 1,34 т зерна на га, тогда как при интенсивной технологии выращивания ее величина составила 1,60 т/га, то есть на 16,3 % больше (рис. 3).

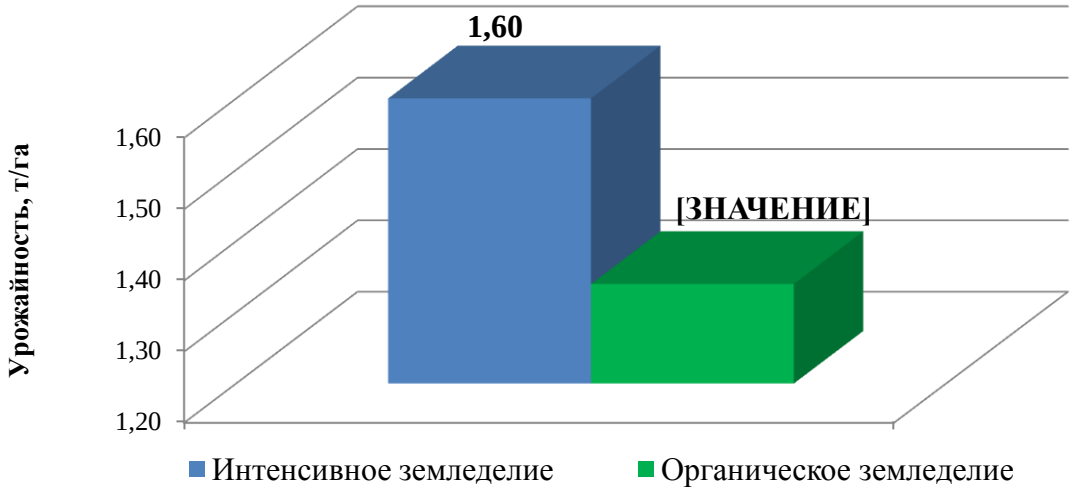


Рисунок 3 – Урожайность яровой пшеницы, сформированная в 2021 году в условиях интенсивного и органического земледелия, в среднем по изученным сортам

Следует отметить, что сорта яровой пшеницы этот год не смогли в полной мере реализовать потенциальные возможности по урожайности, не только из-за экстремальных погодных условий во время формирования зерновок, но и по причине несвоевременного (позднего) посева.

В погодных условиях вегетации 2022 года различия были более выраженными: при органической системе возделывания урожайность зерна составляла 1,90 т/га, а при интенсивной ее величина была больше более чем в 2 раза (рис. 4).

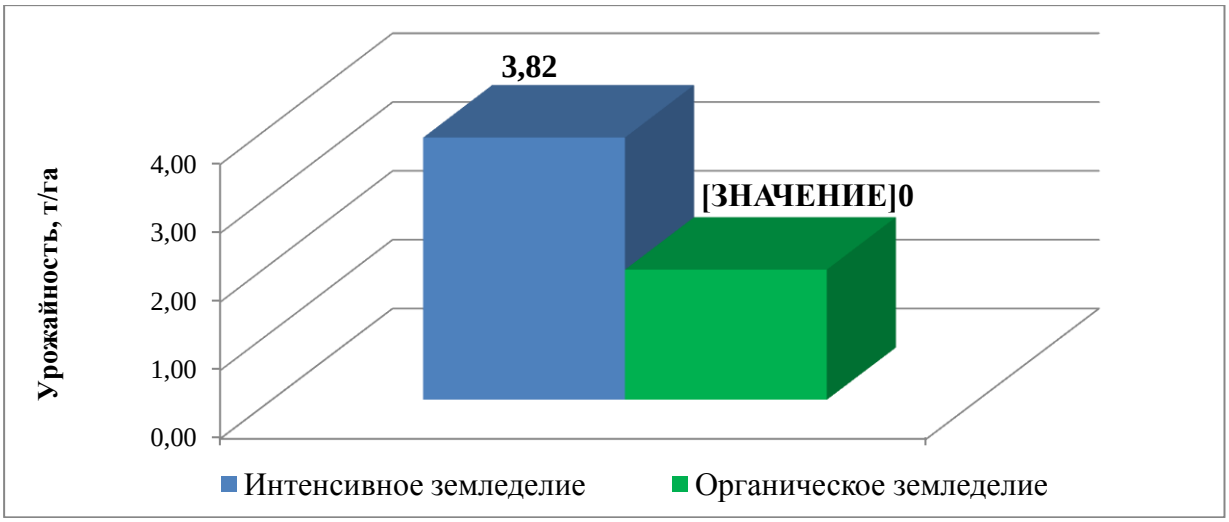


Рисунок 4 – Урожайность яровой пшеницы, сформированная в 2022 году в условиях интенсивного и органического земледелия, в среднем по изученным сортам

Одна из причин резкого снижения урожайности при органической системе земледелия – это выраженное повышение засоренности полей сорной растительностью. Не применение гербицидов на посевах яровой пшеницы приводило к росту численности сорняков в 2021 году в 30 раз, а в 2022 году – в 6,5 раза, по сравнению с интенсивной системой земледелия.

Заключение. Итак, переход от интенсивной к органической системе земледелия приводит к резкому снижению урожайности яровой пшеницы и не позволяет в полной мере реализовать потенциальные возможности культуры, в частности из-за возрастания засорённости посева. Интенсификация же растениеводства, наоборот, способствует повышению ее урожайности более чем в 2 раза и, как следствие, экономической эффективности производства. Погодные условия вегетации хотя и вносят существенную корректировку в конечный результат, но установленную закономерность не меняют.

Библиография:

1. Жученко А.А. Пути инновационно-адаптивного развития АПК России в XXI столетии. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2011. 143 с.

2. Статистический отдел FAOSTAT // URL: https://www.fao.org/faostat/ru/#home (дата обращения 20.11.2021 г.).

3. Казмин В.М. Агроэкологическая оптимизация плодородия почв, загрязненных радионуклидами в Центральной лесостепи: дис. ... д-ра с.-х. наук. К., 2006. 339 с.

4. Амелин А.В. Сортовые резервы // URL: https://agbz.ru/articles/sortovye-rezervy/ (дата обращения 22.01.2023 г.).

5. Икусов Р.А., Морфофизиологические параметры перспективного сорта яровой пшеницы для селекции в условиях центрально-черноземного региона России: автореф. дис. … канд. с.х. наук. Орел, 2022. 23 с.

6. Доспехов. Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Икусов Р.А., Амелин А.В., Мазалов В.И. Особенности формирования структуры урожая у современных сортов яровой пшеницы в условиях экологического испытания // в сб.: Современные научно- практические основы агротехнологий в сельскохозяйственном производстве. материалы междунар. науч.-практ.конф., 2019. С. 16-23.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 637.181

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА СУХОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СМЕСИ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Багрова Д.А., аспирант 2 года обучения
направления подготовки 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнология».
Научный руководитель: к.т.н., доцент Демина Е.Н.
ФГБОУ ВО ОГУ имени И.С. Тургенева

АННОТАЦИЯ
Перспективным направлением в рационе питания является использование молочно-растительных продуктов. Комбинирование сырья растительного и животного происхождения позволяет повысить пищевую и биологическую ценность продукта, придать ему заданные свойства. С этой целью используют методы математического моделирования. Одной из распространенных методик проведения оптимизации многокомпонентных рецептур является линейное программирование в приложении Excel. В представленной работе приведена методика оптимизации состава сухой функциональной смеси, основными компонентами которой являются сухое обезжиренное молоко, сывороточный белок, порошки клубники и малины сублимационной сушки, сухой яичный белок, стевия. При формировании балансовых уравнений учитывали данные о химическом составе сырьевых компоненетов, а также физиологические нормы потребления витаминов и минеральных веществ для взрослых. В результате оптимизации рассчитана рецептура молочной смеси, которая имеет полноценных химический состав и может служить основой для получения молочных напитков функционального назначения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Оптимизация, сухая функциональная смесь, сухое обезжиренное молоко, порошок клубники, порошок малины, молочные напитки.

ABSTRACT
A promising direction in the diet is the use of dairy and vegetable products. The combination of raw materials of plant and animal origin allows you to increase the nutritional and biological value of the product, to give it the desired properties. For this purpose, methods of mathematical modeling are used. One common technique for optimizing multicomponent recipes is linear programming in Excel. The presented work presents a method for optimizing the composition of a dry functional mixture, the main components of which are skimmed milk powder, whey protein, freeze-dried strawberry and raspberry powders, dry egg white, and stevia. When forming balance equations, data on the chemical composition of raw materials, as well as physiological norms for the consumption of vitamins and minerals for adults, were taken into account. As a result of optimization, a formula for a milk mixture was calculated, which has a complete chemical composition and can serve as the basis for obtaining functional dairy drinks.

KEYWORDS
Optimization, dry functional mixture, skimmed milk powder, strawberry powder, raspberry powder, milk drinks.

Введение. В последние годы все большее внимание уделяется разработке

функциональных продуктов питания, способных оказывать определенное регулирующее действие на организм. Функциональные сухие смеси, обогащенные растительными компонентами – современная перспективная форма продукта для восстановления из них напитков здоровья с многовекторной биологической активностью и высокими вкусовыми качествами. В состав функциональных сухих смесей входит натуральное сырье, которое восполняет дефицит жизненно необходимых пищевых веществ, выступает в качестве эффективного инструмента профилактики распространенных алиментарно-зависимых заболеваний [1].

Обогащенные продукты содержат витамины, микроэлементы, пищевые волокна, белки и другие природные вещества и решают задачу обеспечения организма человека микронутриентами [2, 3]. Источником обогащающих компонентов в составе разрабатываемых смесей могут служить растительные порошки полученных методом сублимационной сушки. Ягодные порошки имеют хорошие органолептические характеристики, значительную концентрацию физиологически активных веществ, высокий уровень сохранности термолабильных компонентов – витаминов, макро- и микроэлементов, ферментов, аминокислот, обладают способностью к быстрой регидратации, полной растворимостью в составе мелкодисперсных и порошковых материалов [4, 5].

Особый интерес при производстве функциональных сухих смесей представляют белковые препараты животного происхождения – сывороточные белки. Функциональные сухие смеси, обогащенные сывороточным белком, способствуют повышению содержания в тканях организма человека глутатиона – наиболее важного природного антиокислителя, стимулирующего иммунную активность организма [6]. Одним из перспективных белоксодержащим продуктом является сухой яичный белок. Использование его в функциональной сухой смеси позволит снизить существующий дефицит белка, увеличить объем выпускаемой продукции [7]. Дополнительно сухой яичный белок может использоваться в качестве пенообразующего компонента в рецептуре молочных коктейлей. Порошок стевии целесообразно применять в качестве натурального подсластителя, снижая тем самым общую калорийность разработанного продукта.

Основой для создания обогащенных смесей может являться сухое обезжиренное молоко, так как оно имеет длительный срок хранения, удобство употребления и обладает высокой пищевой и биологической ценностью. В связи с тем, что сухое обезжиренное молоко в процессе производства подвергается интенсивной тепловой обработке, количество витаминов в нем невелико, но вместе с тем нельзя не подчеркнуть их важность в составе сухого молока. Витамин А необходим для образования зрительного пурпура, роста клеток молодого организма; витамин Е выполняет функцию биологических антиоксидантов [8].

Целью работы является оптимизация рецептуры сухой функциональной смеси с помощью методов математического моделирования.

Материалы и методы.

Объектом исследования является сухая функциональная смесь, в состав которой входят следующие компоненты: сухое обезжиренное молоко, сывороточный белок, порошки клубники и малины сублимационной сушки, сухой яичный белок, стевия. Для получения основы функциональной сухой смеси с заданными характеристиками проведена оптимизация рецептуры для определения содержания различных компонентов в рецептуре.

Оптимизация рецептуры многокомпонентных пищевых продуктов является объектом научных исследований. Разработаны научно-практические предпосылки создания многокомпонентных пищевых продуктов с желательными качественными характеристиками и потребительскими свойствами [9]. В Южно-уральском государственном университете разработана методика оптимизации состава молочно-растительных батончиков, которую также можно применить для оптимизации рецептуры разрабатываемой функциональной смеси. Для расчета введены

обозначения: j – индекс различного наименования компонента (j = 1, 2…, n); i – индекс питательного вещества (i = 1, 2…, m); x_j – искомая часть содержания j-го компонента в составе единицы продукта, b_i – требуемое количество i-го питательного вещества в рецептуре; a_{ij} – содержание i-го питательного вещества в единице j- го вида компонента [10].

Обозначим через x_1 – содержание в рецептуре сухого обезжиренного молока, x_2 – сывороточный белок, x_3 – содержание порошка клубники, x_4 – содержание порошка малины, x_5 – содержание сухого яичного белка, x_6 – содержание стевии, x_{1-6} – искомый удельный вес включения в состав продукта каждого вида сырья.

Для каждого питательного вещества было рассчитано его количество в рецептуре сухой молочной функциональной смеси по формуле:

$$b = \sum_{j=1}^{n} x_j a_{ij} \quad (1)$$

при условиях:

1) наличия в рецептуре требуемых ингредиентов:

а) по максимальной границе

$$\sum_{j=1}^{n} x_j a_{ij} \le b_i; \quad (2)$$

б) по минимальной границе

$$\sum_{j=1}^{n} x_j a_{ij} \ge b_i; \quad (3)$$

2) формирования единицы смеси

$$\sum_{j=1}^{n} x_j = 1; \quad (4)$$

3) не отрицательности переменных

$$x_j \ge 0,\ j = 1,2,...,n. \quad (5)$$

4) получение единицы продукта:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = 1; \quad (6)$$

5) условие получения неотрицательных переменных для всех видов компонентов в смеси:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \ge 0; \quad (7)$$

б) функцией цели выбрана себестоимость, которая стремится к минимальному значению [10].

Результаты исследований и их обсуждение.

При формировании исходной матрицы использовали данные о химическом составе сырья, представленные в таблицах 1-3. В соответствии с ГОСТ 33933-2016 «Продукты диетического лечебного и диетического профилактического питания. Смеси белковые композитные сухие. Общие технические условия. Технические условия», разрабатываемая сухая функциональная смесь должна содержать не менее 5 % жира и не более 8 % влаги. При проведении оптимизации учитывали содержание витаминов и минеральных веществ с применением средних суточных физиологических норм потребления для отдельных пищевых компонентов (табл. 4) [11].

Таблица 1 – Содержание питательных веществ в используемом сырье

Наименование компонента	**Массовая доля, %**			
	белка	**жира**	**пищевых волокон**	**влаги**
Сухое обезжиренное молоко	35,1	1,0	-	4,0
Сывороточный белок	80,0	7,0	-	3,0
Порошок клубники	4,9	15,0	12,6	-
Порошок малины	5,1	9,6	19,3	-
Сухой яичный белок	82,4	1,8	-	9,0
Стевия (порошок)	0,1	0,3	-	-

Таблица 2 – Содержание витаминов в используемом сырье

Наименование компонента	**Наименование витаминов, мг**					
	A	**B_2**	**B_6**	**E**	**PP**	C
Сухое обезжиренное молоко	0,004	0,5	0,3	-	6,5	4,0
Сывороточный белок	-	-	-	-	-	-
Порошок клубники	0,071	0,121	0,35	3,5	-	9,6
Порошок малины	0,073	0,05	0,07	0,6	0,7	2,4
Сухой яичный белок	-	0,2	-	-	2,7	-
Стевия (порошок)	-	-	-	-	-	-

Таблица 3 – Содержание минеральных веществ в используемом сырье

Наименование компонента	**Наименование минеральных веществ, мг**					
	Кальций	**Магний**	**Фосфор**	**Марганец**	**Медь**	**Железо**
Сухое обезжиренное молоко	280	160	920	0,055	0,122	1
Сывороточный белок	365	52	-	-	-	-
Порошок клубники	88	71,5	132	0,703	0,264	2,255
Порошок малины	40	74,63	37	0,21	0,17	1,2
Сухой яичный белок	75	29	194	0,03	0,18	1,8
Стевия (порошок)	-	-	-	-	-	-

Таблица 4 – Суточная норма потребления витаминов и минеральных веществ

Минеральные вещества	**Суточная норма потребления, мг/сут**	**Витамины**	**Суточная норма потребления, мг/сут**
Кальций	1100	A	0,9
Магний	400	B_2	1,8
Фосфор	800	B_6	2,0
Медь	1,0	E	15
Железо	14	PP	20
Марганец	2,0	C	90

С целью проведения оптимизации рецептуры функциональных смесей были сформированы следующие балансовые уравнения:

1. Содержание в вырабатываемом продукте жира в пересчете на сухое

вещество не менее 5 %, д.ед.

$$(0{,}01x_1 + 0{,}07x_2 + 0{,}15x_3 + 0{,}096x_4 + 0{,}018x_5 + 0{,}003x_6) \times \\ \times 100/(100 - (0{,}04x_1 + 0{,}03x_2 + 0{,}09x_3)) \geq 0{,}05, \quad (8)$$

2. Содержание в молочной смеси продукте не более 8 % влаги, д.ед.

$$0{,}04x_1 + 0{,}03x_2 + 0{,}09x_3 \leq 0{,}08. \quad (9)$$

3. Содержание в продукте суточной нормы потребления следующих витаминов, д.ед.:

а) витамина А

$$0{,}004x_1 + 0{,}071x_2 + 0{,}0073x_3 \geq 0{,}135,$$
$$0{,}004x_1 + 0{,}071x_2 + 0{,}073x_3 \leq 0{,}45,$$

б) витамина B_2

$$0{,}5x_1 + 0{,}121x_2 + 0{,}05x_3 + 0{,}2x_4 \geq 0{,}27,$$
$$0{,}5x_1 + 0{,}121x_2 + 0{,}05x_3 + 0{,}2x_4 \leq 0{,}9,$$

в) витамина B_6

$$0{,}3x_1 + 0{,}35x_2 + 0{,}07x_3 \geq 0{,}2,$$
$$0{,}3x_1 + 0{,}35x_2 + 0{,}07x_3 \leq 1{,}0,$$

г) витамина Е

$$3{,}5x_1 + 0{,}6x_2 \geq 2{,}25,$$
$$3{,}5x_1 + 0{,}6x_2 \leq 7{,}5,$$

д) витамина РР

$$6{,}5x_1 + 0{,}7x_2 + 2{,}7x_3 \geq 3,$$
$$6{,}5x_1 + 0{,}7x_2 + 2{,}7x_3 \leq 10,$$

е) витамина С

$$4{,}0x_1 + 9{,}6x_2 + 2{,}4x_3 \geq 13{,}5,$$
$$4{,}0x_1 + 9{,}6x_2 + 2{,}4x_3 \leq 45,$$

4. Содержание в сухой смеси суточной нормы потребления минеральных веществ, д.ед.:

а) кальция

$$280x_1 + 365x_2 + 88x_3 + 40x_4 + 75x_5 \geq 165,$$
$$280x_1 + 365x_2 + 88x_3 + 40x_4 + 75x_5 \leq 550,$$

б) магния

$$160x_1 + 52x_2 + 71{,}5x_3 + 74{,}63x_4 + 29x_5 \geq 60,$$
$$160x_1 + 52x_2 + 71{,}5x_3 + 74{,}63x_4 + 29x_5 \leq 200,$$

в) фосфора

$$920x_1 + 132x_2 + 37x_3 + 194x_4 \geq 120,$$
$$920x_1 + 132x_2 + 37x_3 + 194x_4 \leq 400,$$

г) марганец

$$0{,}055x_1 + 0{,}703x_2 + 0{,}21x_3 + 0{,}03x_4 \geq 0{,}3,$$
$$0{,}055x_1 + 0{,}703x_2 + 0{,}21x_3 + 0{,}03x_4 \leq 1{,}0,$$

д) медь

$$0{,}122x_1 + 0{,}264x_2 + 0{,}17x_3 + 0{,}18x_4 \geq 0{,}15,$$
$$0{,}122x_1 + 0{,}264x_2 + 0{,}17x_3 + 0{,}18x_4 \leq 0{,}5,$$

е) железо

$$1,,0x_1 + 2,255x_2 + 1,2x_3 + 1,8x_4 \geq 2,1,$$

$$1,0x_1 + 2,255x_2 + 1,2x_3 + 1,8x_4 \leq 7,0,$$

5. Функцией цели выбрана себестоимость, для которой введено условие получения минимального значения. Себестоимость рассчитывали следующим образом:

$$225x_1 + 160x_2 + 229x_3 + 292x_4 + 213x_5 + 271x_6 \rightarrow \min.7$$

С учетом всех условий и данных был проведен поиск решений в приложении программы Excel, в результате которого получена рецептура смеси, представленная в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептура функциональной молочной смеси

Наименование компонента	**Количество, %**
Сухое обезжиренное молоко	44,5
Сывороточный белок	23,5
Порошок клубники	15,0
Порошок малины	7,5
Сухой яичный белок	6,5
Стевия	3,0
Всего	100

По результатам расчета получена рецептура сухой функциональной смеси для молочных коктейлей. Количество основных пищевых компонентов в рецептуре разработанной смеси соответствует ГОСТ 33933-2016 «Продукты диетического лечебного и диетического профилактического питания. Смеси белковые композитные сухие. Технические условия». Содержание в рецептуре жира в пересчете на сухое вещество составляет 5,1 % , влаги – 3,07 8 %, содержание белка – 40,8 %.

В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» содержание данных эссенциальных нутриентов в продукте должно составлять от 15 до 50 % от суточной нормы [12]. В таблице 6 представлены результаты расчета питательных веществ в сухой молочной смеси, витаминов и минеральных веществ – в таблице 7.

Таблица 6 – Содержание пищевых веществ в продукте

Наименование показателей	**Массовая доля, %**	
	по ГОСТ 33933-2016	**результаты расчета**
Содержание белка	От 40 до 75	40,8
Содержание жира	Не менее 5	5,1
Содержание влаги	Не более 8	3,07

Таблица 7 – Результаты расчета содержания витаминов и минеральных веществ

Наименование витаминов и минеральных веществ	**Норма суточного потребления для населения, мг/сут**	**Результаты расчета, мг**	**% от суточной нормы**
1	2	3	4
Витамины, мг			
A	0,9	0,02	2,2
B_2	1,8	0,25	13,8
B_6	2,0	0,19	9,5
E	15	0,57	3,8
PP	20	4,86	24,3
C	90	3,4	3,7

Окончание таблицы 7

1	2	3	4
Минеральные вещества, мг			
Кальций	1100	231,45	21,0
Магний	400	101,62	25,4
Марганец	2,0	0,15	7,5
Фосфор	800	444,58	55,5
Медь	1,0	0,19	19,0
Железо	14	0,80	5,7

В составе смеси содержание нескольких элементов входят в данный диапазон: витамины B_2 и РР содержатся в количестве 13,8 % и 24,3 % соответственно; минеральные вещества – кальций (21,0 %), магний (25,4 %) и медь (19,0 %). Это позволяет рекомендовать разработанные смеси как источник функциональных ингредиентов - минеральных веществ и витаминов.

Анализ полученных данных свидетельствует о высокой пищевой ценности разработанных сухих смесей, поэтому целесообразности их использования для получения молочных напитков функционального назначения. В соответствии с ГОСТ ГОСТ 33933-2016, сухие смеси являются компонентом для приготовления готовых блюд. Следовательно, целесообразно использовать полученные смеси для приготовления молочных напитков, в том числе коктейлей. Основой для получения напитков может являться питьевая вода, обезжиренное и цельное молоко, количество внесения смеси – 30 % к общей массе продукта. Результаты расчета пищевой ценности молочных напитков представлены в таблице 8. Уровень удовлетворения в основных пищевых компонентах рассчитывали с учетом средней физиологической суточной нормы [10] при употреблении 200 г молочного напитка.

Таблица 8 – Варианты получения молочных напитков функционального назначения (на 200 мл)

Показатели	**Напиток на основе питьевой воды**	**Уровень удовлет-ворения суточной нормы, %**	**Напиток на основе обезжирен ного молока**	**Уровень удовлет-ворения суточной нормы, %**	**Напиток на основе цельного молока**	**Уровень удовлетво рения суточной нормы, %**
Содержание белка, %	12,2	16,1	17,9	23,5	17,6	23,1
Содержание жира, %	1,5	2,7	1,8	3,2	7,6	13,5
Содержание углеводов, %	13,2	6,0	21,5	9,8	21,3	9,7
Витамины, мг						
А	0,006	0,6	0,009	0,8	0,057	6,3
B_2	0,07	4,1	0,38	21,1	0,33	18,3
B_6	0,05	2,8	0,12	6,0	0,14	7.0
Е	0,17	1,1	0,18	1,2	0,32	2,1
РР	1,4	7,2	1,6	8,0	3,5	17,5
С	1,02	1,1	1,02	1,1	3,57	3,9
Минеральные вещества, мг						
Кальций	77,1	7,01	276,8	25,1	273,4	24,8
Магний	32,1	8,04	49,1	12,2	54,2	13,5
Марганец	0,04	2,3	0,05	2,5	0,05	2,5
Фосфор	133,3	16,6	305,07	38,1	286,3	35,7
Медь	0,05	5,7	0,07	7,0	0,07	7,0
Железо	0,24	1,7	0,29	2,07	0,35	2,5

Полученные данные свидетельствуют о высокой пищевой ценности молочных напитков с использованием разработанных функциональных молочных смесей. Необходимо отметить высокое содержание белка в напитках – от 12,2 до 17, 6 % в 100 г продукта. Содержание жира в разработанных напитках составляет от 1,5 до 7,6 %. Количество углеводов варьируется от 13,2 % до 21,5 %, большее их количество в составе напитков на молочной основе обусловлено высоким содержанием лактозы в молочном сырье. Уровень удовлетворения в витаминах составляет от 0,6 до 21,1 %. Максимальное значение отмечено по содержанию витамина B_2 в напитках на основе обезжиренного и цельного молока 18,3 и 21,1 % соответственно, а также витамина РР – 17,5 %. Употребление 200 мл молочных напитков позволяет удовлетворить потребность в минеральных веществах от 2,3 %(марганец) до 38,1 % (фосфор). Напитки на основе обезжиренного и цельного молока являются источником кальция, уровень удовлетворения которого составляет 24,8 - 25,1 % и магния (12,2 – 13,5 %). Таким образом, напитки на основе цельного молока и обезжиренного молока имеют большее количество пищевых компонентов по сравнению с напитком на основе питьевой воды.

Выводы. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности применения математического моделирования при оптимизации рецептуры сухих функциональных смесей с заданными свойствами. Сочетание в рецептуре продуктов животного происхождения и растительных компонентов сублимационной сушки позволяет получить молочные напитки с высокой пищевой ценностью. Использование растительных добавок при производстве молочных продуктов открывает новые возможности для создания продуктов функционального назначения, повышенной пищевой и биологической ценностью, обладающих улучшенными органолептическими показателями.

Библиография:

1. Тутельян В.Н., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: Колос, 2002. 424 с.

2. Гладкова И.А., Успенская М.Е., Антипова Л.В. Молочно-растительная основа для напитков функционального назначения // Пищевая промышленность. 2010. № 1. С. 54-56.

3. Жукова Э.Г., Жукова Л.П. Обоснование использования растительных добавок при разработке молочных пищевых продуктов функционального назначения на основе вторичного молочного сырья // Агропродовольственная экономика. 2016. №7. С. 28-39.

4. Способ вакуумной сублимационной сушки с конвективным подводом тепловой энергии и установка сублимационной сушки / С.А. Ермаков: патент РФ №2420215. №2010102742/13; заяв. 27.01.2010; опубл. 20.06.2011, Бюл. №16.

5. Симоненкова А.П., Демина Е.Н., Багрова Д.А. Применение растительных порошков сублимационной сушки для обогащения молочных коктейлей эссенциальными микронутриентам // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № 6. С. 32-38.

6. Коденцова В.М. Обогащение пищевых продуктов массового потребления витаминами и минеральными веществами как способ повышения их пищевой ценности // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 14-15.

7. Токаев Э.С., Баженова Е.Н., Мироедов Р.Ю. Сывороточные белки для функциональных напитков // Молочная промышленность. 2007. № 10. С.55-56.

8. Ткаченкова Н.А., Мосолова Н.И., Федотова Г.В., Воронцова Е.С. Новое в технологии сухих молочных продуктов функциональной направленности // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. №1(65). С.300-309.

9. Демина Е.Н., Березина Н.А., Казаков А.В. Оптимизация рецептуры мороженого методом симплекс-решетчатого планирования // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 1. С. 104-116.

10. Зинина О.В., Роготовская В.Ю., Брызгалова А.Д. Оптимизация состава молочно-растительных творожных батончиков для детей // Пищевые биотехнологии. 2020. № 3. С. 47-55.

11. Нормы физиологических потребностей в энергии пищевых веществах для различных групп населения. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 38 с.

12. Михалева Е.В. Изучение качественных показателей рецептурных смесей // Агропромышленные технологии Центральной России. 2020. № 1. С.16-21.

УДК 69.059.35

РЕЗЕРВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАЛЬНЫХ БАЛОК

Брянцева А.А., Логанов А.В., бакалавры 4 курса
направления подготовки 08.03.01 Строительство.
Научный руководитель: к.т.н., доцент Блажнов А.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Приведены данные о применении балок в строительных конструкциях. Показаны достоинства и недостатки разрезных и неразрезных балок. Рассмотрены способы повышения несущей способности балок,

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Балка, повышение несущей способности балок.

ABSTRACT
Data on the use of beams in building structures are given. The advantages and disadvantages of split and non-split beams are shown. Methods of increasing the load-bearing capacity of beams are considered,

KEYWORDS
Steel beam, increase the load-bearing capacity of the beams.

Введение. Балки в качестве несущих конструкций применяются в течение многих столетий. Широкое распространение балок обусловлено простотой конструкции, изготовления и монтажа, а также надёжностью при эксплуатации. В гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданиях балки применяются в качестве несущих элементов перекрытий и покрытий. Также применяются балочные конструкции в сооружениях химической и газовой промышленности, гидротехнических сооружениях (затворы шлюзов) и некоторых других областях. Наименее материалоёмкими являются балки двутаврового сечения. Рациональные значения пролётов для перекрытия стальными балками – до 20 м. При пролётах более 20м экономически целесообразно применение стропильных ферм, характеризующихся меньшим расходом стали по сравнению с балками.

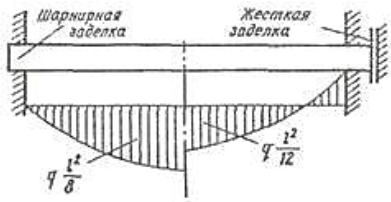
В строительстве используются два вида балок: однопролётные (разрезные) на один шаг колонн и многопролётные. Наибольшее применение в практике получили разрезные балки. Оба вида балок имеют преимущества и недостатки. По сравнению с многопролётными балками разрезные балки менее трудоёмки при изготовлении и удобны для установки в проектное положение, но более материалоёмки при одной и той же полезной нагрузке.

В процессе эксплуатации сооружения может возникнуть необходимость усиления балок, вызванная увеличением действующих на них нагрузок.

Целью работы является установление способов повышения несущей способности однопролётных балок как наименее трудоёмких в процессе изготовления и монтажа.

Результаты исследования. Применяется ряд способов повышения несущей способности однопролётных балок, к которым относятся жёсткое закрепление их опорных частей и изменение статической схемы балки в процессе её эксплуатации [1, 2]. Так, при проектировании целесообразно предусматривать не шарнирную (рис. 1, а, в), а жёсткую заделку балок (рис. 1, б, г) в стене и при опирании их на стальные колонны. Жёсткая заделка позволяет в полтора раза уменьшить изгибающий момент в середине пролёта и повысить полезную нагрузку на конструкцию не увеличивая материалоёмкость балки.

а) б)



в) г)

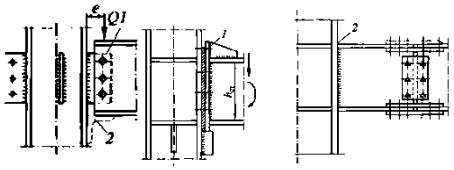
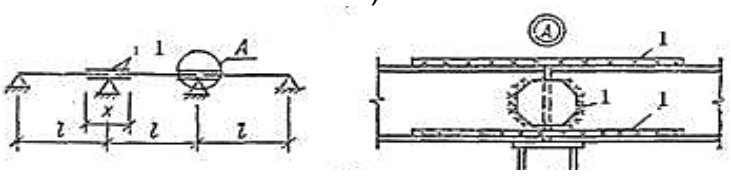


Рисунок 1 – Шарнирное (а, в: 1 – вертикальное ребро,2 – монтажный столик) и жёсткое (б, г: 1 – прокладка, 2- заводской сварной шов) закрепление балок

Преобразование разрезных балок в неразрезные многопролетные (рис. 2, а) также позволяет повысить их несущую способность. Такое преобразование не требует увеличения строительной высоты балочной конструкции, но для его осуществления необходимо достаточное свободное пространство у опорных узлов балок для проведения сварочных работ. Изменение разрезных балок в неразрезную многопролётную конструкцию осуществляется путем жесткого крепления (сваркой) внутренней и наружной стороны полок металлическими пластинами. Металлические накладки должны заходить на каждый элемент не менее чем на 100 мм от стыка. При этом способе в балках возникает изгибающий момент меньшей величины (рис.2,б), что способствует повышению несущей способности усиливаемых конструкций [3].

а)



б)

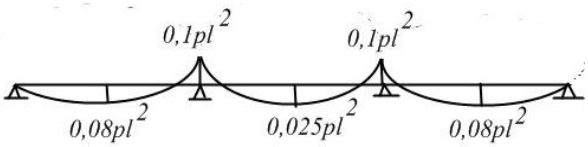


Рисунок 2 – Схема усиления трёхпролётной металлической балки путем замены шарнирной заделки на жесткую (а) и эпюра моментов в балке (б): 1- элемент усиления

Более эффективным способом повышения несущей способности металлических балок (прогонов) является изменение их конструктивной схемы за счет установки в пролете балки дополнительной опоры (рис. 3, а) или дополнительных усиливающих элементов в виде подкосов (рис. 3, б). В этих случаях уменьшается величина пролета балок с превращением их в многократно статически неопределимые системы и значительно увеличивается несущая способность усиливаемых конструкций вследствие уменьшения изгибающих моментов.

Усиление по схеме (рис. 3, а) связано с постановкой в пролете балки дополнительной опоры, но применять такой способ не всегда допустимо по технологическим причинам. Установка подкосов более целесообразно, так как не загораживает центр пролета и не нуждается в устройстве дополнительного фундамента (рис. 3, б) [4].

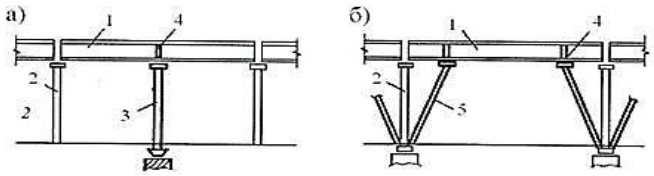


Рисунок 3 – Усиление балок установкой дополнительных опор (а) или подкосов (б):
1 – усиливаемая балка; 2 – колонна; 3 – дополнительная опора; 4 – элемент усиления; 5 – подкос

Наряду с дополнительными опорами и длинными подкосами для усиления металлических балок применяют подвески, короткие подкосы и кронштейны, за счет установки которых также уменьшается величина пролета балок (рис. 4).

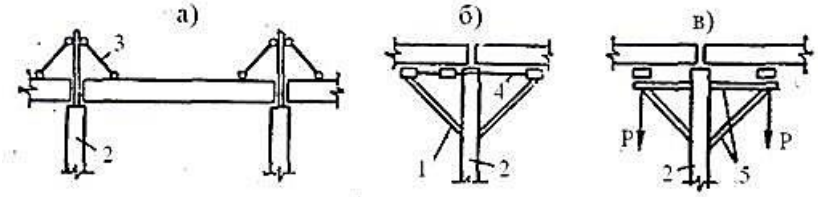


Рисунок 4 – Усиление металлических балок постановкой подвесок (а), подкосов (б), и кронштейнов (д): 1– подкосы; 2 – существующие колонны; 3 – подвески; 4 – стяжные устройства; 5 – кронштейны

Для подкосов рекомендуется устраивать предварительное напряжение, осуществляемое за счет стяжных устройств (рис.4, б), которые необходимы в связи с тем, что при разной загрузке балок (например, при движении мостового крана) в колоннах возникают дополнительные изгибающие моменты от горизонтальных составляющих усилий в подкосах [5,6]. Предварительное напряжение в кронштейнах (рис.4,в) создаётся посредством оттяжки консолей кронштейнов подвеской к ним монтажных грузов с последующей постановкой прокладок. Изменяя величину грузов, можно регулировать величину предварительного напряжения в кронштейнах.

Вывод. Обобщение методов усиления разрезных стальных балок показало, что изменением конструктивной схемы балок можно до 50% повысить их несущую способность по отношению к первоначальной.

Библиография:

1. Москалёв Н.С., Пронозин Я.А. Металлические конструкции: Учебник. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. 344 с.

2. Металлические конструкции: Учебник для вузов / Ю.И. Кудишин, [и др.]. М.: Академия, 2011. 688 с.

3. Бельский М.Р. Усиление сжатых стержней стальных конструкций под эксплуатационной нагрузкой. М.: Стройиздат, 1984. 152 с.
4. Колесниченко В.Г. Расчет металлических конструкций и приспособлений при производстве монтажных работ. Киев, Изд-во «Будівельник», 1981. 152 с.
5. Лащенко М.Н. Повышение надёжности металлических конструкций зданий и сооружений при реконструкции. Л.: Стройиздат, 1987. 136 с.
6. Нехаев Г.А., Захарова И.А. Металлические конструкции в примерах и задачах: Учебное пособие. М.: АСВ, 2010.146 с.

УДК 62-83:621.311:621.316

ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ 0,4 кВ СРЕДСТВАМИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Голиков И.О.[1], к.т.н., доцент,
Лансберг А.А.[2], специалист лаборатории электроснабжения и теплообеспечения,
магистрант 1 курса
направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».
Научный руководитель: д.т.н., доцент[1],
заведующий лабораторией электроснабжения и теплообеспечения[2]
Виноградов А.В.
[1]ФГБОУ ВО Орловский ГАУ
[2]ФБГНУ ФНАЦ ВИМ

АННОТАЦИЯ
В данной статье рассматривается проблема подержания качества электрической энергии, в частности, поддержание уровня напряжения в пределах нормируемых значений. Рассмотрен вариант регулирования напряжения с использованием конденсаторных установок. На примере электрической сети рассмотрен процесс выбора мощности конденсаторной установки. Составлен график зависимости напряжения от емкости конденсаторной установки, описан, согласно алгоритму, ход работы системы автоматического регулирования напряжения посредством конденсаторной установки. Отмечена возможность расширения диапазона регулирования напряжения при использовании ПБВ и конденсаторных устройств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Ключевые слова. Конденсаторная установка, реактивная мощность, сельские электрические сети, надежность электроснабжения, качество электроэнергии, адаптивное регулирование напряжения.

ABSTRACT
This article discusses the problem of maintaining the quality of electrical energy, and in particular maintaining the voltage level within the normalized values. A variant of voltage regulation using capacitor installations is considered. On the example of an electrical network, the process of selecting the power of a capacitor plant is considered. A graph of the voltage dependence on the capacitance of the capacitor plant is drawn up, the operation of the automatic voltage regulation system by means of a capacitor plant is described according to the algorithm. The possibility of expanding the voltage regulation range when using PBV and capacitor devices is noted.

KEYWORDS
Condenser unit, reactive power, rural electric networks, reliability of power supply, quality of electricity, voltage regulation.

Введение. Отклонение напряжения на вводах потребителей от номинальных значений приводит к ущербам как для потребителей, так и для электросетевых компаний. Ущербы потребителей связаны со снижением ресурса электрооборудования, снижением производительности технологического оборудования, повышению количества брака продукции и другими негативными эффектами, что подробно рассмотрено в работах [1-3].

Для электросетевых компаний ущербы в этом случае складываются из нескольких составляющих. Первая из них - расходы на устранение несоответствия показателей качества электроэнергии (ПКЭ) нормируем значениям согласно ГОСТ 32144-2013, которые на примере Орловского РЭС Орёлэнерго могут составлять более 580 руб./час в зависимости от времени, затраченного на устранение несоответствия ПКЭ. Затраты по устранению несоответствия качества электроэнергии на один случай могут составлять от 1200 руб. до 2000 руб., а время на выполнение работ по устранению несоответствий от 1,5 ч. до 4 ч. [4-5].

Одним из основных ПКЭ является медленное изменение напряжения. Этот показатель в виде отклонения напряжения значительно влияет на работу электроприёмников, поэтому значительное количество работ учёных направлено на разработки по поддержанию напряжения на вводах потребителей, в точках подключения электроприёмников близким к номинальному, не допуская его отклонений более нормированных значений [6].

Существует целый ряд способов поддержания уровня напряжения в нормированных значениях. Это способы, связанные с регулированием напряжения в центрах питания с помощью регулирования под нагрузкой (РПН) силовых трансформаторов с высшим напряжением 35 кВ и выше [7], способы подержания значений напряжения с применением стабилизирующих устройств, устанавливаемых как в непосредственной близости от электроприёмников, так и в линиях электропередачи (ЛЭП) [8-9], способы регулирования напряжения за счёт поддержания в сети баланса реактивной мощности с помощью компенсирующих устройств разного типа [10].

Современные средства цифровизации и автоматизации позволяют реализовывать и способы адаптивного автоматического регулирования напряжения в сетях 0,4-10 кВ, основанные на контроле напряжения на вводах потребителей и минимизации отклонений напряжения в данных точках. В известных разработках с применением данного способа применяется регулирование напряжения с помощью РПН силовых трансформаторов 10/0,4 кВ, вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ), или стабилизаторов напряжения, причём значение коэффициента регулирования для данных устройств определяется исходя из измеренных значений отклонения напряжения на вводах потребителей. [11-12]. Данный способ достаточно затратен при использовании РПН и стабилизаторов напряжения, ВДТ. В то же время его можно применить и для регулирования напряжения другими методами, в частности, при использовании накопителей электроэнергии (НЭ) для управления качеством электроэнергии [13]. В то же время, не исследованы возможности применения данного способа при использовании средств компенсации реактивной мощности в качестве средств регулирования напряжения.

Регулирование реактивной мощности, как и регулирование напряжения, является важным мероприятием, не соблюдение которого может негативно отражаться на работе электрической сети. Так при недокомпенсации реактивной мощности рассматриваемая электрическая сеть перегружена индуктивными токами, которые приводят к перегреву кабелей, падению сетевого напряжения, снижению пропускной способности и увеличению потребления электрической энергии. В случае перекомпенсации возникает повышение сетевого напряжения и, ввиду перегрузки емкостными токами, происходит нагрев кабелей, снижение пропускной способности сети [14].

Очевидно, что регулирование, в том числе посредством компенсации реактивной мощности необходимо, оно может применяться для регулирования напряжения, в том числе адаптивного автоматического регулирования, если это обосновано и технически реализуемо без получения негативных последствий для режимов работы электрической сети.

Цель работы заключается в анализе возможности практического применения установок регулирования реактивной мощности для адаптивного автоматического регулирования напряжения в электрической сети 0,4 кВ.

Материалы и методы исследования.

Производить регулирование напряжения при использовании в качестве компенсирующего устройства батареи статических конденсаторов можно ступенчато, по мере необходимости задействуя её ступени. Число ступеней регулирования рассчитывается исходя из усредненных графиков нагрузки. Возможную к установке мощность конденсаторной установки, $Q_{ку}$, квар, можно рассчитать исходя из фактически и компенсированного (при желаемом коэффициенте мощности, cosφ) потребляемого значения реактивной мощности по формуле (1) [15]:

$$Q_{\text{ку}} = Q_1 - Q_2, \quad (1)$$

где Q_1 – реактивная мощность при текущем коэффициенте мощности cos φ_1 (или коэффициенте реактивной мощности tg φ_1), квар;

Q_2 – реактивная мощность при желаемом коэффициенте мощности cos φ_2 (или коэффициенте реактивной мощности tg φ_2), квар.

Расчет реактивных мощностей при текущим и желаемом коэффициентах реактивных мощностей производится по формулам (2-3) [15]:

$$Q_1 = tg\varphi_1 \cdot P, \quad (2)$$

$$Q_2 = tg\varphi_2 \cdot P, \quad (3)$$

где P – значение потребляемой активной мощности, кВт.

Также мощность конденсаторной установки можно рассчитать и через коэффициент K, характеризующий разницу фактического и компенсированного значения коэффициента реактивной мощности в соответствии с формулой (4) [15]:

$$K = tg(\arccos(\varphi_1) - tg(\arccos(\varphi_2), \quad (4)$$

В этом случае мощность конденсаторной установки определяется в соответствии с формулой (5) [15]:

$$Q_{\text{ку}} = P_x \cdot K. \quad (5)$$

Изменение напряжения, ΔU, В, регулирования напряжения за счёт изменения реактивной мощности можно выразить из формулы (6):

$$\Delta U = \frac{Q \cdot X_э}{10 \cdot U_{\text{ном}}^2}, \quad (6)$$

где Q — реактивная мощность ступени конденсаторной установки, квар;

$U_{ном}$ — номинальное напряжение электрической сети, кВ;

$X_э$ — эквивалентное реактивное сопротивление элементов сети, ближайших к установке, Ом.

Во избежание резких перепадов напряжения регулирование должно происходить ступенчато таким образом, чтобы напряжение за раз изменялось не более чем на 1 – 2% от номинального напряжения [16].

При этом, зная мощность конденсаторной установки, можно определить возможный диапазон изменения напряжения в рассматриваемой электрической сети.

Так, график нагрузки исследуемой модели сельской электрической сети 0,4 кВ представлен на рисунке 1.

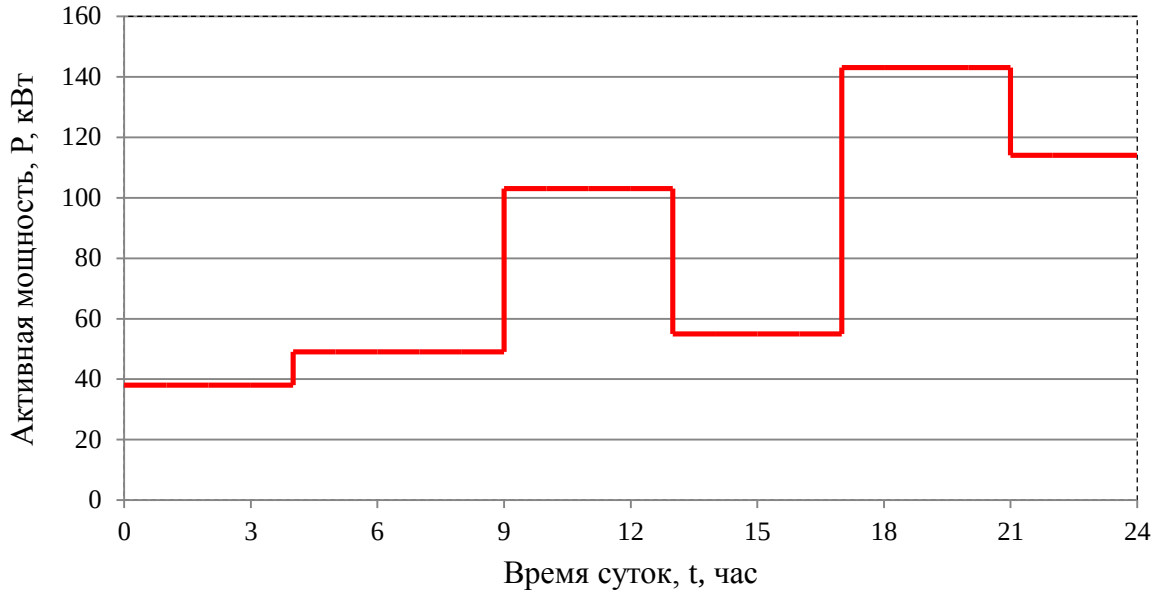


Рисунок 1 – Суточный график нагрузки исследуемой электрической сети 0,4 кВ

Полная и реактивная мощности нагрузки исследуемой электрической сети представлены на суточным графике на рисунке 2.

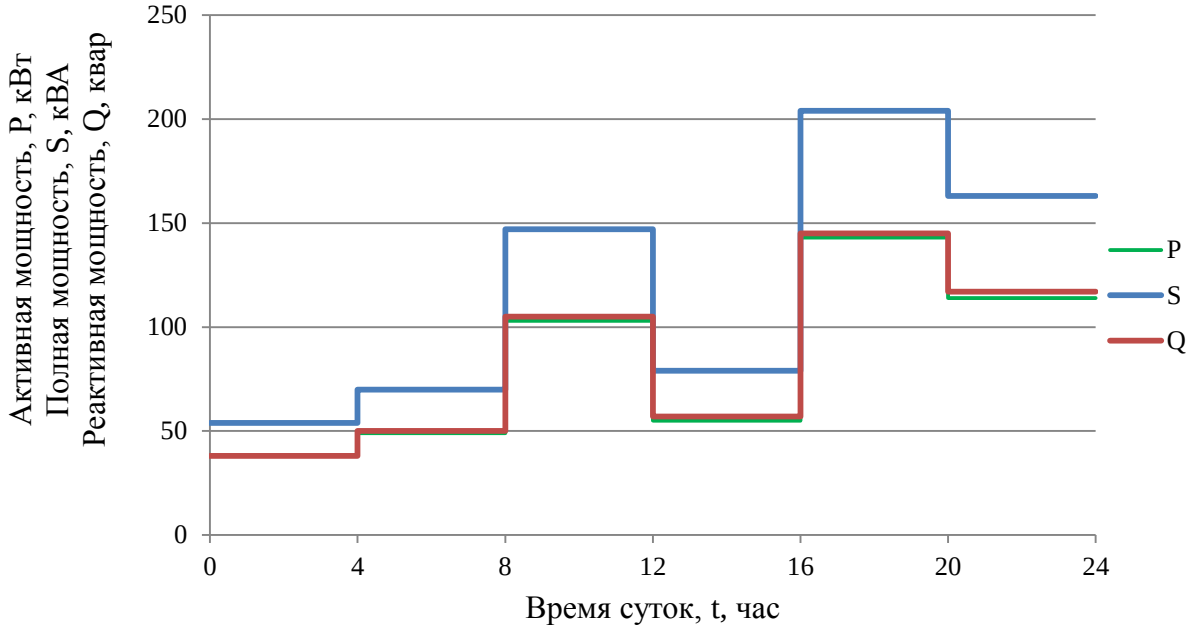


Рисунок 2 – Суточный график нагрузки в разрезе мощностей при cos φ_1=0,7

По формулам (2-3) находим реактивную мощность при текущем cos φ_1 и ожидаемом cos φ_2. В качестве ожидаемого cos φ_2 примем значение, равное 0,94 о.е.

$$Q_1 = 1{,}02 \cdot 143 = 145{,}86 \text{ (квар)}$$

$$Q_2 = 0{,}33 \cdot 143 = 47{,}19, \text{ (квар)}$$

Исходя из этого, по формуле (1) определяем мощность конденсаторной установки:

$$Q_{\text{ку}} = 145{,}86 - 51{,}48 = 94{,}38 \text{ (квар)}$$

Ближайшая по мощности регулируемая конденсаторная установка 100 квар. Ее характеристики представлены в таблице 1 [17].

Таблица 1 – Техническая характеристика конденсаторной установки типа АУКРМ-0,4-100-20 У3.

Наименование	**Мощность, квар**	**Шаг регулировки, квар**	**Габариты, мм, В х Ш х Г ****	**Ток, А**	**Масса, кг**
АУКРМ-0,4-100-10 У1	100	10; 15; 25; 25; 25	1000 х 600 х 300	145	60

Произведем расчет модели сельской электрической сети 0,4 кВ, однолинейная схема которой представлена на рисунке 3.

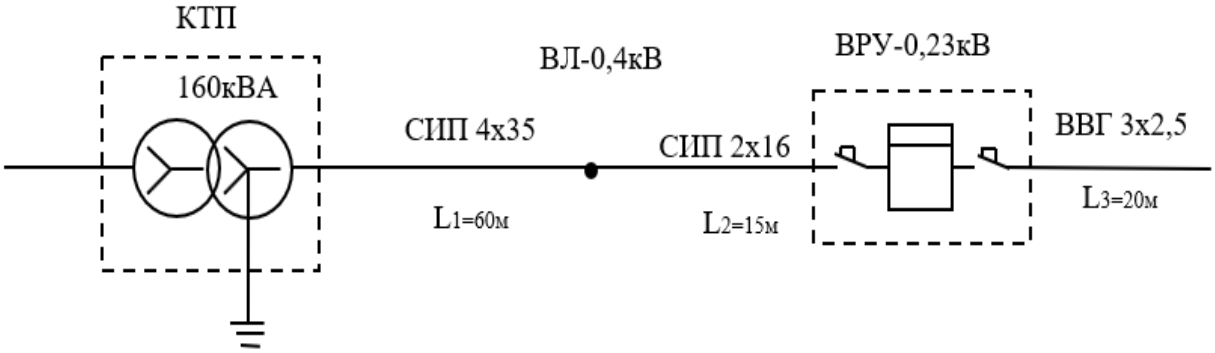


Рисунок 3 – Пример однолинейной схемы сельской электрической сети 0,4 кВ

Определяем полное сопротивление питающей линии от места установки конденсаторной установки до потребителя.

Результаты исследований и их обсуждение.

Согласно схеме, представленной на рисунке 3, рассматриваемая электрическая сеть делится на три участка, расчет которых необходимо произвести отдельно друг от друга, после чего рассчитанные сопротивления всех участков сложить.

Так, сопротивления для 1 участка электрической сети определим по формулам (7-9) [18]:

$$R_{L1} = L_{ф-0(1)} \cdot \frac{\rho}{S} = 120 \cdot 0{,}028/35 = 0{,}096 \text{ (Ом)} \quad (7)$$

$$X_{L1} = L_{ф-0(1)} \cdot 0{,}6/1000 = 120 \cdot 0{,}6/1000 = 0{,}072 \text{ (Ом)} \quad (8)$$

$$Z_{L1} = \sqrt{({R_{L1}}^2 + {X_{L1}}^2)} = \sqrt{(0{,}096 + 0{,}072)} = 0{,}12 \text{ (Ом)} \quad (9)$$

где $L_{ф-0(1)}$ – протяженность 1 участка электрической сети 0,4 кВ;

ρ – удельное сопротивление провода, Ом·мм^2/м;

S – сечение провода, мм^2.

Аналогичным образом по формулам (7-9) определяются сопротивления участков L2 и L3. Сопротивления участка L2 равны [18]:

$$R_{L2} = L_{ф-0(2)} \cdot \frac{\rho}{S} = 20 \cdot 0{,}028/16 = 0{,}035 \text{ (Ом)}$$

$$X_{L2} = L_{ф-0(2)} \cdot 0{,}6/1000 = 20 \cdot 0{,}6/1000 = 0{,}012 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{L2} = \sqrt{({R_{L2}}^2 + {X_{L2}}^2)} = \sqrt{(0{,}035 + 0{,}012)} = 0{,}037 \text{ (Ом)}$$

В свою очередь, сопротивления участка L3 равны:

$$R_{L3} = L_{ф-0(3)} \cdot \frac{\rho}{S} = 40 \cdot 0{,}0175/2{,}5 = 0{,}28 \text{ (Ом)}$$

$$X_{L3} = L_{ф-0(3)} \cdot 0{,}6/1000 = 40 \cdot 0{,}6/1000 = 0{,}024 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{L3} = \sqrt{({R_{L2}}^2 + {X_{L2}}^2)} = \sqrt{(0{,}28 + 0{,}024)} = 0{,}281 \text{ (Ом)}$$

Полное сопротивление питающей линии (цепи фаза-ноль) от питающего трансформатора определим по формуле (10) [18]:

$$Z_{\sum \text{ЛЭП}} = Z_{L1} + Z_{L2} + Z_{L3} = 0{,}12 + 0{,}037 + 0{,}281 = 0{,}438 \text{ (Ом)} \qquad (10)$$

Исходя из полного сопротивления до места установки конденсатора по формуле (6) рассчитаем эффект от регулирования конденсаторными установками при полном использовании всех ступеней конденсаторной установки в 100 квар. В выбранной модели конденсаторной установки таких ступеней пять.

$$\Delta U = \frac{Q \cdot X_э}{10 U_{\text{ном}}^2} = \frac{100 \cdot 0{,}438}{10 \cdot 0{,}4^2} = 27{,}36\%$$

Полученные результаты по эффекту от регулирования напряжения конденсаторными установками при разных уставках сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Эффект регулирования напряжения при использовании разных ступеней регулирования конденсаторной установки АУКРМ-0,4-100-20 У3

Ступень	**Отклонение напряжения, ΔU, В**	**Отклонение от Unom, %**	**Фактическое значение напряжения, U, В**
10	10,4	2,74	390,4
25	26	6,84	406,01
50	52,01	13,69	432,01
75	78,02	20,53	458,02
100	104,03	27,38	484,03

На рисунке 4 представлен график зависимости напряжения в сети от реактивной мощности по ступеням регулирования при использовании конденсаторной установки.

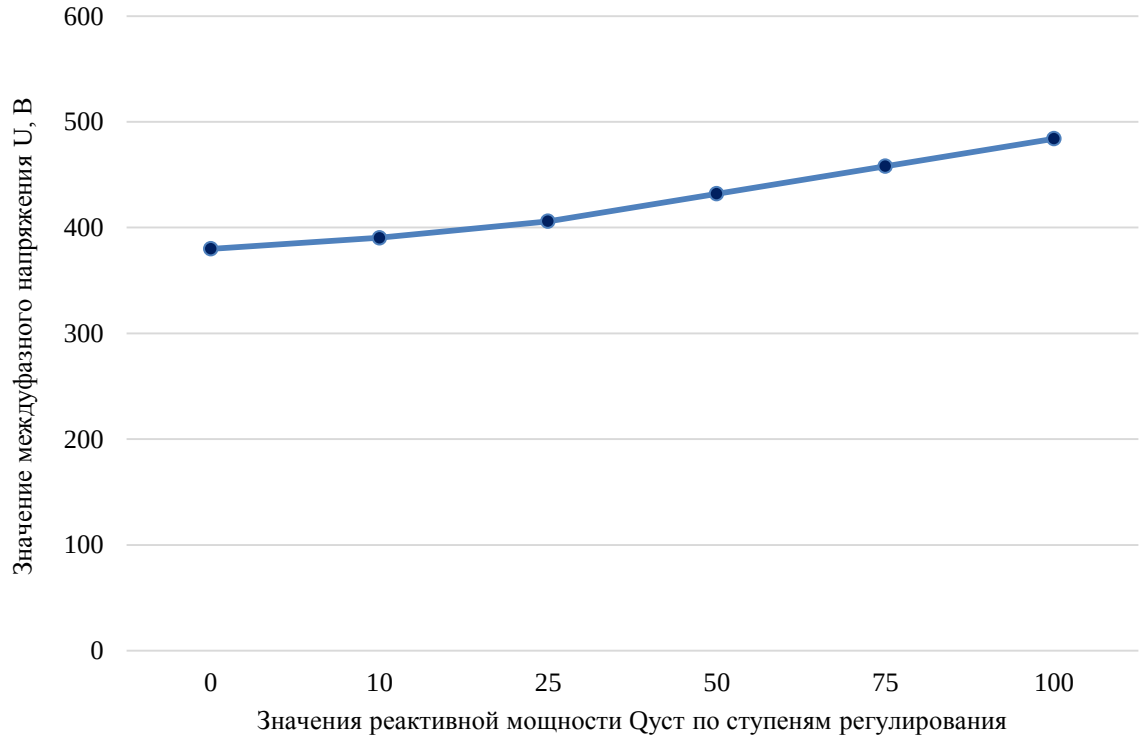


Рисунок 4 – График зависимости напряжения от емкости конденсаторной установки

О том, как определятся коэффициент регулирования напряжения при использовании коэффициента технического устройства, описано в способе автоматического регулирования напряжения на электрической подстанции [19].

В процессе функционирования системы адаптивного автоматического регулирования напряжения (САРН), согласно алгоритму, представленному на рисунке 5, как только фиксируется отклонение напряжения больше допустимых пределов в местах установки датчиков напряжения поочередно определяется фаза, в которой наблюдается отклонение. Если время отклонения параметра больше установленного значения, то определяется сумма отклонений напряжения с всех датчиков в сети и в зависимости от этого показателя рассчитывается коэффициент уровня отклонения напряжения «В» и сторона в которую производится регулирование. Определяется коэффициент технического устройства и коэффициент регулирования напряжения, по которому производится регулирование напряжения [13, 20].

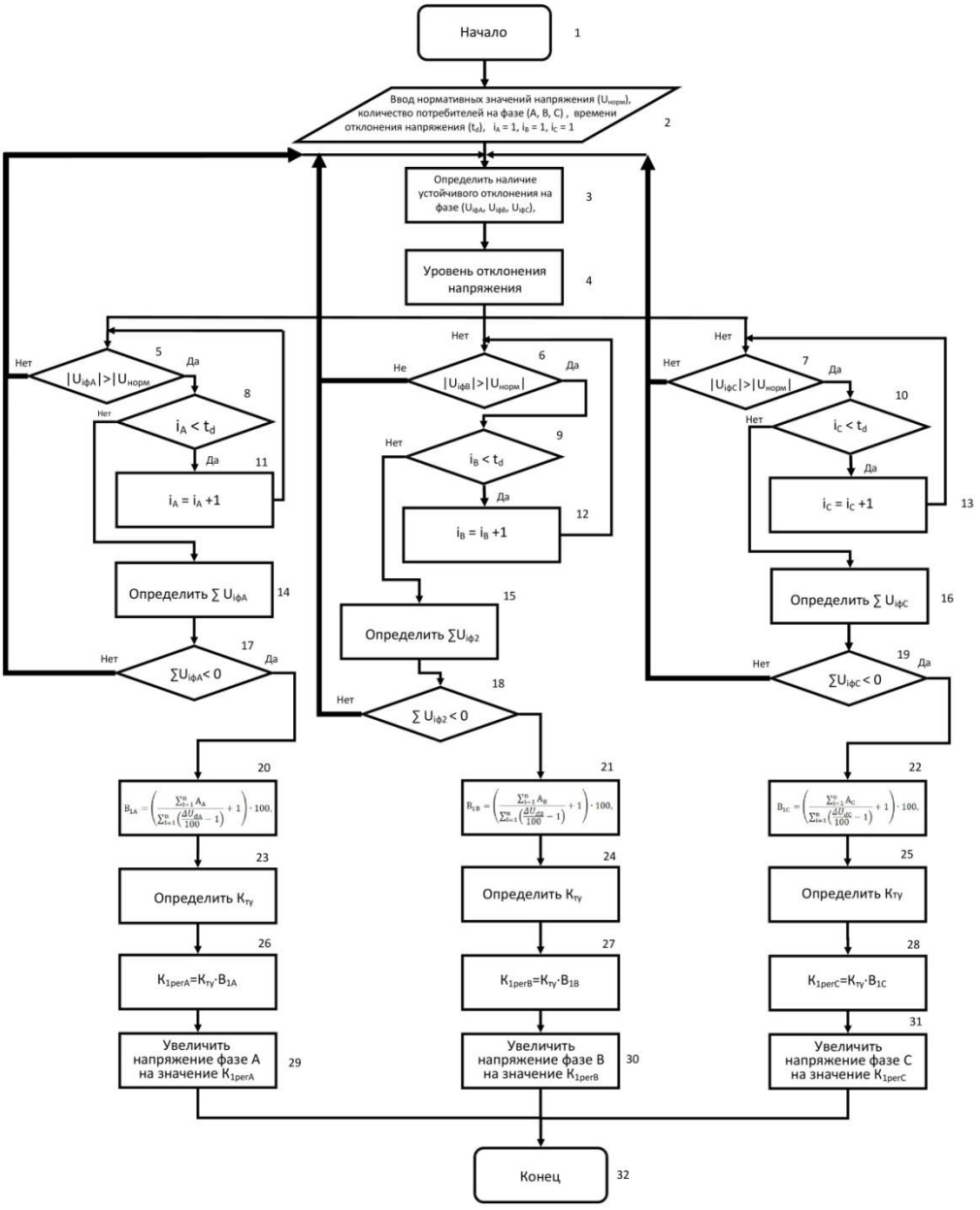


Рисунок 5 – Алгоритм регулирования напряжения с использованием конденсаторных устройств

Для того чтобы убедиться в работоспособности метода автоматического регулирования напряжения в электрической сети с применением конденсаторного устройства рассмотрим вариант отклонения напряжения в сторону понижения напряжение ниже допустимого ГОСТ 29322–2014 значения по допустимому отклонению напряжения.

Рассмотрим электрическую сеть с отклонением напряжения по одной фазе, представленную на рисунке 6.

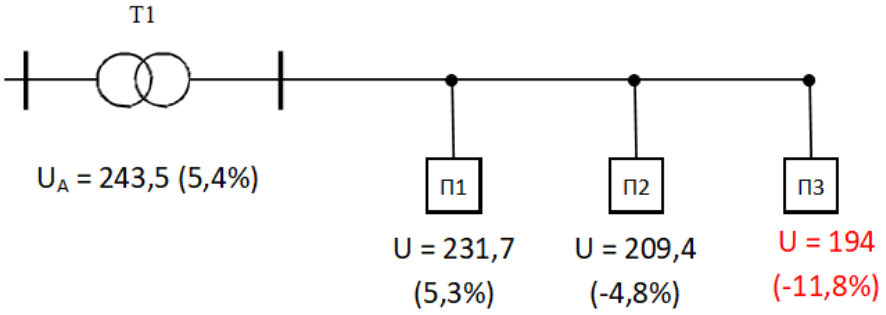


Рисунок 6 – Исследуемая электрическая сеть 0,4 кВ с пониженным напряжением у удаленного потребителя

На рисунке 6 представлена упрощенная электрическая сеть 0,4 кВ, в которой мы рассматриваем одну фазу с отклонением напряжения удалённого потребителя в отрицательную сторону.

В конкретном примере опрашиваются 4 датчика напряжения. У потребителя П3 в течении продолжительного времени наблюдается отклонение напряжения, и оно превышает t_d время отклонения напряжения. Определяется суммарное отклонение напряжения. В данном случае суммарное отклонение напряжения принимает отрицательное значение -5,9% и, согласно алгоритму (рисунок 6), расчет коэффициента регулирования напряжения для этой фазы ведется по формуле (11) [20]:

$$\mathrm{B}_1 = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} \mathrm{A}_n}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\Delta U_d}{100}-1\right)} + 1\right) \cdot 100, \% \qquad (11)$$

Согласно формуле (11), требуемый коэффициент регулирования для фазы А равен:

$$\mathrm{B}_{1A} = \left(\frac{1+1+1+1}{\left(\frac{5,4}{100}-1\right)+\left(\frac{5,3}{100}-1\right)+\left(\frac{-4,8}{100}-1\right)+\left(\frac{-11,8}{100}-1\right)} + 1\right) \cdot 100\%;$$

$$\mathrm{B}_{1A} = \left(\frac{4}{-4,059} + 1\right) \cdot 100 = 1,45\%.$$

На значение B_{1A}=1,45% необходимо увеличить отклонение напряжение в сети.

Рассчитаем коэффициент регулирования для конденсаторного устройства в соответствие с формулой (12) [15]:

$$K_{\text{рег}} = K_{\text{ту}} \cdot B_1, \qquad (12)$$

где $K_{ту}$ – коэффициент технического устройства, %, который находится по формуле (13) [15]:

$$K_{\text{ту}} = \frac{\text{C}}{\%}, \qquad (13)$$

где С – максимальная емкость устройства, Ф,

% - количество процентов, на которое устройство может увеличить напряжение при использовании текущей ёмкости.

В нашем случае устройство выбрано на 100 квар, а максимальный процент, на который конденсаторное устройство может поднять напряжение, равен 27,38%.

Исходя из этого коэффициент технического регулирования составит:

$$K_{\text{ту}} = \frac{100}{27{,}38} = 3{,}65\%$$

Таким образом, коэффициент регулирования для конденсаторного устройства составит:

$$K_{\text{рег}} = K_{\text{ту}} \cdot B_1 = 3{,}65 \cdot 1{,}45 = 5{,}29 \text{ (квар)}$$

В текущем режиме работы электрической сети необходимо посредством системы адаптивного автоматического регулирования напряжения произвести увеличение напряжения на 1,45% путем подключения конденсаторной установки на 5,29 кВАр, что соответствует первой ступени конденсаторного устройства.

Выводы.

Исходя из результатов анализа возможности практического применения установок регулирования реактивной мощности для адаптивного автоматического регулирования напряжения в электрической сети 0,4 кВ были сделаны следующие выводы:

1. Данный метод вполне применим для дополнительного регулирования напряжения совместно при компенсации реактивной мощности. На примере однолинейной электрической сети с активной мощностью P=143 кВт было установлено, что возможно осуществить регулирование напряжения в такой сети до 27,38% от номинального.

2. Конденсаторные установки как технические устройства можно успешно применять при регулировании напряжения в составе системы адаптивного автоматического регулирования напряжения, а также для регулирования коэффициента мощности.

3. Использование конденсаторной установки является дополнительным способом регулирования напряжения в электрической сети и используется в основном для компенсации реактивной мощности. В большинстве случаев регулирование напряжения на трансформаторных подстанциях 10/0,4 кВ осуществляется средствами ПБВ, которые в свою очередь способны обеспечить регулирование напряжения в пределах ±5% по 2,5% за ступень обмотки. Использование совместно ПБВ и конденсаторных установки на 100 квар позволить расширить зону регулирования напряжения на 37,38%.

4. При монтаже и использовании конденсаторных батарей следует предусмотреть защиту таких устройств. Защита выполняется с помощью реле от перенапряжения, перегрузки по току, защиты от небаланса по амплитуде и фазе, частоте, защита от повторного включения до разряда конденсаторной батареи.

Библиография:

1. Перова М.Б. Экономические проблемы и перспективы качественного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей в России. М.: ИНП РАН, 2007. 142 с.

2. Бородин М.В. Повышение эффективности функционирования систем электроснабжения посредством мониторинга качества электроэнергии: Монография / М.В. Бородин, А.В. Виноградов. Орёл: Изд-во Орёл ГАУ, 2014. 160 с.

3. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях – экономический ущерб // URL: https://leg.co.ua/arhiv/podstancii/kachestvo-elektroenergii-na-promyshlennyh-predpriyatiyah-7.html (дата обращения 12.05.2022 г.).

4. Виноградов А.В. Анализ основных составляющих эффективности систем электроснабжения сельских потребителей // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. №3(54). С. 96-102.

5. Виноградов А.В. Принципы управления конфигурацией сельских электрических сетей и технические средства их реализации: Монография. Орёл: Изд-во «Картуш», 2022. 392 с.

6. Бородин М.В., Беликов Р.П., Махиянова Н.В. Повышение качества электроэнергии посредством расчета потерь напряжения // Вестник аграрной науки Дона. 2019. №3(47). С. 35-40.
7. Лукина Г.В. Способы повышения качества электрической энергии в электрической сети 0,38 кВ с распределённой производственной нагрузкой // Вестник ИрГСХА. 2008. №30. С. 76-78.
8. Акилов А.А. Применение вольтодобавочных трансформаторов для управления качеством электроэнергии // Вестник ПИТТУ имени академика М.С. Осими. 2018. №3(8). С. 30-36.
9. Балабин А.А., Виноградов А.В., Лансберг А.А. Анализ работы и рекомендации по совершенствованию системы накопления электрической энергии, установленной в сельской электрической сети 0,4 кВ // Агроинженерия. 2022. Т. 24, №1. С. 72-79.
10. Константинов Б.А., Зайцев Г.З. Компенсация реактивной мощности. Л.: Энергия, 1976. 104 с.
11. Патент №2527479, РФ, МПК H02J 3/12 (2006.01). Способ автоматического регулирования напряжения на электрической подстанции / Виноградов А.В., Голиков И.О.; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный университет». № 2013122161/07; заявл. 14.05.2013; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 25, 4 с.
12. Патент №2588255, РФ, МПК H02J 3/12 (2006.01). Способ автоматического регулирования напряжения в электрической сети с задержкой по времени начала регулирования. / Виноградов А.В., Голиков И.О., Бородин М.В.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный Университет». № 2015116280/07, заявл. 28.04.2015; опубл. 27.06.2016, Бюл. № 18.
13. Патент № 2767517, РФ, МПК H02J 1/12, H02J 5/00. Способ и устройство автоматического регулирования напряжения в электрической сети с применением накопителя электроэнергии / Виноградов А.В., Голиков И.О., Лансберг А.А., Балабин А.А., Виноградова А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. № 2021124683, заявлж. 20.08.2021, опубл. 17.03.2022, Бюл. № 8.
14. Ефременко В.М., Беляевский Р.В. О влиянии перетоков реактивной мощности на параметры систем электроснабжения промышленных предприятий // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. №3 (85). С. 60-63.
15. Тимофеев А.С. Компенсация реактивной мощности: Учеб. пособие. СибГИУ. Новокузнецк, 2010, 67 с.
16. Кучинский Г.С, Назаров Н.И. Силовые электрические конденсаторы. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1992. 320 с.
17. СлавЭнерго. Конденсаторные установки 0,4-0,69 кВ // URL: https://slavenergo.ru/kondensatornaja_ustanovka_nizkovoltnaja?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszNTE3NDY0OzI3NTU0NjM3O3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=12451750453564669951 (дата обращения 23.01.2023 г.).
18. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ / под ред. И.Т. Горюнова и А.А. Любимова. М.: Папирус ПРО, 2003-2005.
19. Виноградов А.В., Голиков И.О., Бородин М.В., Бородина Е.В. Автоматическое регулирование напряжения на трансформаторной подстанции: способ, алгоритм и метод расчета // Промышленная энергетика. 2014. №11. С. 51-55.
20. Golikov I.O., Vinogradov A.V., Bolshev V.E. et al. Structure of many-level adaptive automatic voltage regulation system // E3S Web of Conferences, Prague, 14-15 May, 2020. Prague, 2020. P. 01068. – DOI 10.1051/e3sconf/202017801068.

УДК 629. 113

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ИСПЫТАНИЯ РАДИАТОРОВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Коваливнич В.Д.[1], старший преподаватель,
Аносова А.И. [1], к.т.н., доцент,
Доржиев А.С. [2], старший преподаватель.
[1] ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ
[2] ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА

АННОТАЦИЯ
Приоритетным направлением развития агропромышленного комплекса является его техническое обеспечение. В частности, корректная работа автотракторной техники существенно влияет на эффективность всего сельскохозяйственного производства. Одна из основных систем силовых агрегатов тракторов и автомобилей – это охлаждающая система жидкостного типа ключевым элементом, которой является радиатор. Обзор и анализ конструктивных особенностей современных технических устройств испытания радиаторов автотракторной техники позволил установить отрицательные элементы существующих систем. Совершенствование установок для осуществления улучшения их функционирования может идти по пути увеличения производительности труда и сокращения продолжительность ремонта радиатора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Агропромышленный комплекс, автотракторная техника, ремонт и испытание радиаторов.

ABSTRACT
The priority direction of development of the agro-industrial complex is its technical support. In particular, the correct operation of automotive and tractor equipment significantly affects the efficiency of all agricultural production. One of the main systems of power units of tractors and cars is a liquid-type cooling system, the key element of which is the radiator. A review and analysis of the design features of modern technical devices for testing radiators of automotive equipment made it possible to establish the negative elements of existing systems. Improving installations to improve their functioning can go along the path of increasing labor productivity and reducing the duration of radiator repairs.

KEYWORDS
Agro-industrial complex, automotive and tractor equipment, repair and testing of radiators.

Введение. Поступательное развитие производственных процессов на селе невозможно без использования результатов современной аграрной науки [1-4]. При этом приоритетным направлением развития агропромышленного комплекса является его техническое обеспечение [5-9]. В частности, корректная работа автотракторной техники существенно влияет на эффективность всего сельскохозяйственного производства. Одна из основных систем силовых агрегатов тракторов и автомобилей – это охлаждающая система жидкостного типа ключевым элементом, которой является радиатор.

Цель работы. Выполнить обзор современных установок испытания радиаторов автотракторной техники для выявления перспектив их совершенствования.

Методика проведения исследований. Анализ конструктивных особенностей современных технических устройств испытания радиаторов автотракторной техники. Установление перспектив совершенствования подобных установок.

Результаты исследования. Стенд для испытания радиаторов КИ–4349, на рисунке 1 предназначен для проверки автотракторных радиаторов на герметичность. Состоит из ванны 6, где проводится диагностика. На стойке 10 закреплён механизм фиксации испытуемого радиатора 7 имеющий ось 9 позволяющей вращать объект проверки, а для остановки механизма в нужном положении предусмотрен фиксатор 8. К стенду подводится сжатый воздух на пневматический кран 11, и вода [10].

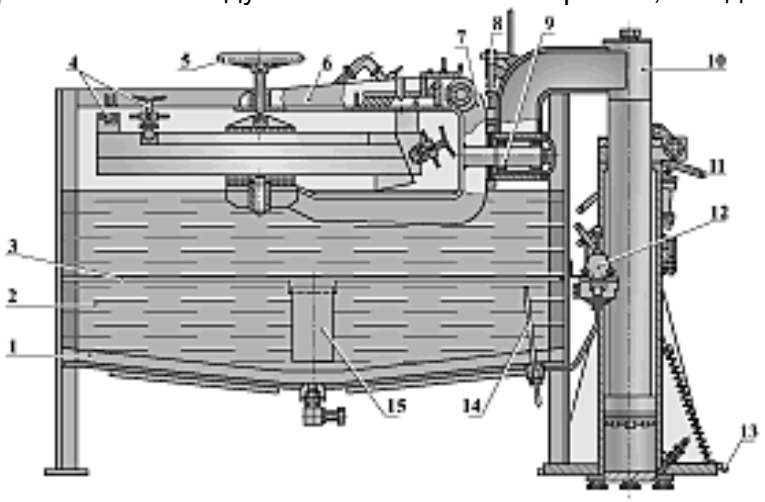


Рисунок 1 – Стенд для испытания радиаторов КИ–4349:
1 – дно; 2 – вода; 3 – перегородка; 4 – заглушки; 5 – прижим; 6 – ванна; 7 – механизм фиксации радиатора; 8 – фиксатор; 9 – ось механизма фиксации; 10 – стойка; 11 – пневмо кран; 12 – манометр; 13 – опора стойки; 14 – шланг; 15 – отстойник

Стенд для ремонта и испытания радиаторов. Авторское свидетельство №319510. Заявлено 07.10.1983. Стенд, проиллюстрированный на рисунке 2, предназначен для испытания и проверки автотракторных радиаторов. Состоит из ванны 1, приспособления для опускания 2, снабженное зажимом для фиксации 3. Диагностируемый радиатор зажимается вручную и вращением ручки 4 опускается в ванну. Недостатком этого стенда является отсутствие других приспособлений для диагностики и монтажного стола в комплекте.

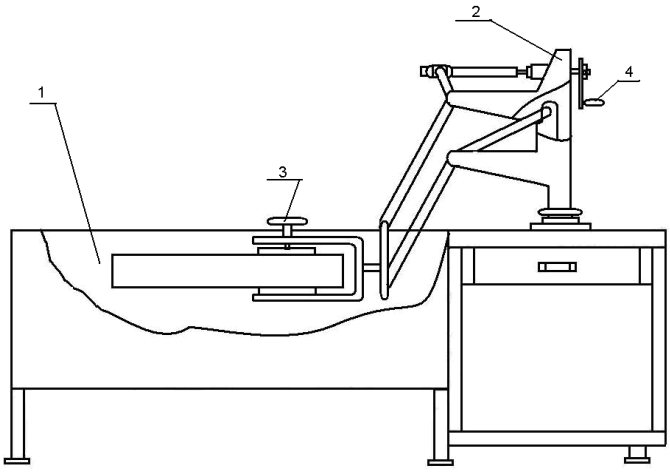


Рисунок 2 – Стенд для ремонта и испытания радиаторов:
1 – ванна; 2 – приспособление для погружения; 3 – фиксатор; 4 – ручка

Стенд для испытания радиаторов КИ–2002. Стенд состоит из корпуса 2, в который устанавливают радиатор 8 и закрывают крышкой 1. Проверку герметичности

радиатора производят при помощи воды, заполняя герметичный корпус, а о повреждениях судят по подтёкам воды из сердцевины.

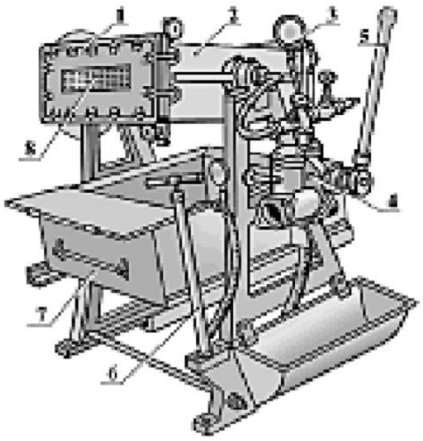


Рисунок 3 – Стенд для испытания радиаторов КИ–2002
1 – крышка фиксации радиатора; 2 – корпус; 3 – манометр (гидравлический);
4 – механизм подъема; 5 – рукоятка; 6 – ручной насос; 7 – поддон; 8 – радиатор

Устройство для ремонта и испытания радиаторов. Авторское свидетельство № 435265. Заявлено 13.12.1985. На рисунке 4 изображено устройство для ремонта и испытания радиаторов. Поворотная стойка 1 прикреплена к штоку 2 вертикально установленного силового цилиндра 3 подъема траверсы 4. Между прижимами 5 устанавливается радиатор автомобиля. Диагностика проводится аналогично стенду изображенного на рисунке 3.

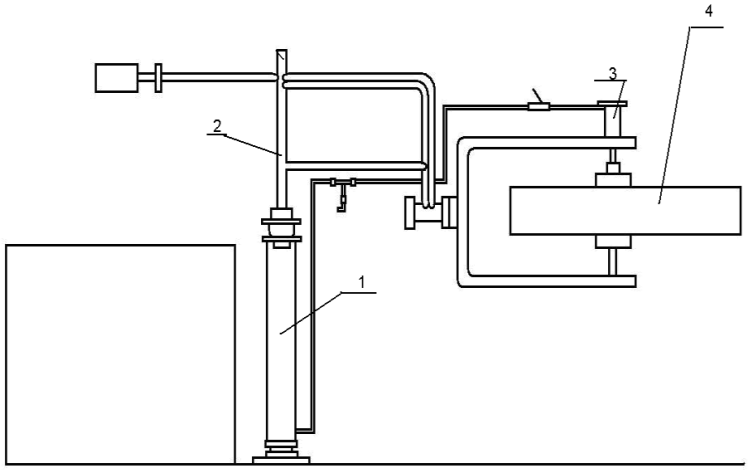


Рисунок 4 – Устройство для ремонта и испытания радиаторов:
1 – стойка; 2 – шток; 3 – силовой цилиндр; 4 – радиатор.

Конструктивные особенности технических устройств ремонта и испытания радиаторов демонстрируют их несовершенство, а именно неудобства при проведении необходимых операций.

Функционирование данного устройства дает возможность увеличить производительность труда, а также сократить продолжительность ремонта радиатора.

2. Требования, предъявляемые к процессу и машине

На современных видах техники устанавливают водяные радиатора трубчато–пластинчатого типов. Верхний и нижний бочки изготовлены из латуни Л62; трубки из латуни ЛБО; охлаждающие пластины из меди М3.

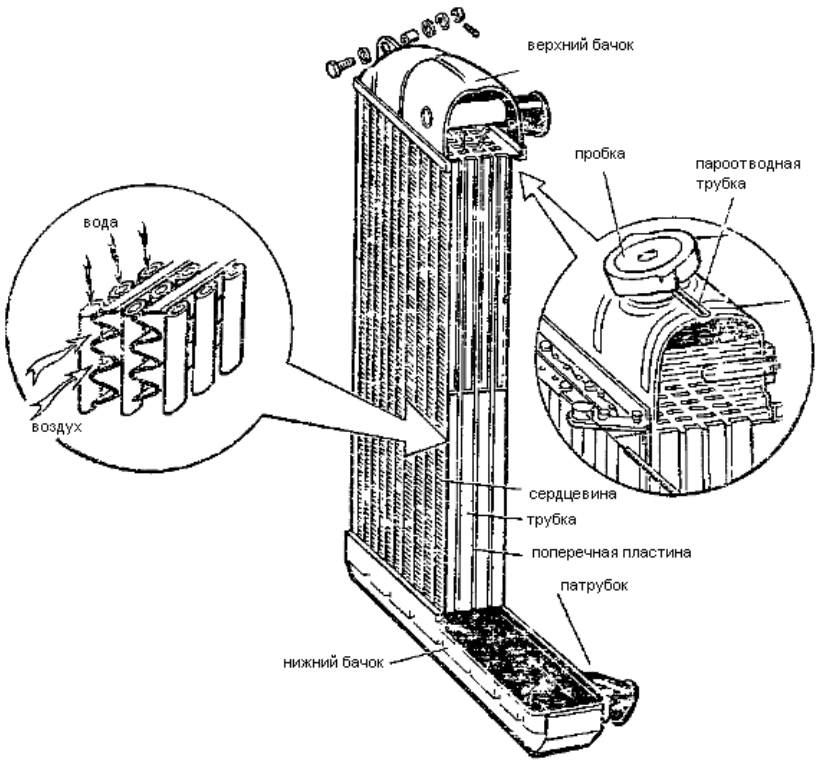


Рисунок 5 – Схема радиатора

Радиаторы могут иметь следующие дефекты: течь в паяных швах, течь трубок сердцевины, повреждение бочков (трещины и вмятины), повреждение охлаждающих пластин (лент), засорение трубок и отложение накипи.

При осуществлении капитальном ремонта, а также устранения неисправностей радиатора, обычно его разбирают. Последовательность выполняемых операций следующая:

Визуальный осмотр, а также проверка на герметичность; разборка полная радиатора, тщательная промывка, в том числе удаление накипи; контрольная проверка трубок на герметичность, ремонтные операции сердцевины; осуществление ремонта бочков; сборка радиатора, включая проверку на герметичность всей конструкции радиатора.

Конструктивные особенности технических устройств ремонта и испытания радиаторов демонстрируют их несовершенство, а именно неудобства при проведении необходимых операций с тем, чтобы они отвечали предъявляемым к ним требованиям.

Заключение. Совершенствование установок для осуществления поставленных задач позволит увеличить производительность труда, а также сократить продолжительность ремонта радиатора.

Библиография:

1. Совершенствование технических средств для возделывания яровых зерновых культур с разработкой сеялки для посева в гряды **/** Г.Н. Поляков [и др.] **//** Пермский аграрный вестник. 2022. № 2 (38). С. 33-41.

2. Шуханов С.Н., Хороших О.Н., Хараев Г.И. Результаты экспериментального исследования процесса дозирования торфа бункером-дозатором // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 139-144.

3. 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.

4. Модернизация аппарата для активного вентилирования масс сельскохозяйственной продукции / Ц.В. Цэдашиев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (94). С. 106-109.

5. Shukhanov S.N., Kuzmin A.V., Polyakov G.N., Sukhaeva A.R., Kovalivnich V.D. Influence of air temperature on warming up the engine of automotive vehicles // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Scientific and Practical Conference «Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Green Energy, Ecology and Earth Science» Green Energy and Earth Science» 2021. С. 052003.

6. Анализ работ по надежности технологических систем в исследованиях функционирования машинно-тракторных агрегатов АПК / Т.А. Алтухов [и др.] // Известия Международной академии аграрного образования. 2020. № 50. С. 5-7.

7. Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники / С.В. Хабардин [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. 2021. № 3. С. 37-41.

8. Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств / А.И. Аносова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 181-183.

9. Влияние параметров декомпрессирования цилиндров двигателя на момент сопротивления сжатию / А.И. Аносова [и др.] **//** Вестник ВСГУТУ. 2022. № 2 (85). С. 36-40.

10. Система поддержания оптимального теплового режима двигателя внутреннего сгорания / А.В. Кузнецов [и др.] // Вестник Таджикского технического университета. 2014. Т. 1. С. 89-91.

УДК 624.014.2

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ СТАЛЬНОГО ГНУТОГО ШВЕЛЛЕРА

Лобанов Ю.В., Моргунова Е.С., бакалавры 4 курса
направления подготовки 08.03.01 «Строительство».
Научный руководитель: к.т.н., доцент Блажнов А.А.
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

АННОТАЦИЯ
Приведена область применения стальных прокатных и гнутых швеллеров. Установлено, что гнутые швеллеры по расходу металла экономичнее прокатных. Аналитически обоснованы размеры гнутого швеллера, соответствующие максимальному моменту сопротивления сечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Гнутый швеллер, размеры гнутого швеллера, максимальный момент сопротивления швеллера.

ABSTRACT
The area of application of steel rolled and bent channels is given. It has been established that bent channels are more economical than rolled ones in terms of metal consumption. The dimensions of the bent channel corresponding to the maximum section modulus are analytically substantiated.

KEYWORDS
Bent channel, dimensions of the bent channel, maximum moment of resistance of the channel.

Введение. Прокатные и гнутые швеллеры (рис. 1) используются в различных видах стальных конструкций: фермах, колоннах, связях, мостах и др. Также широко применяются швеллеры в качестве прогонов покрытия (рис. 2). Сравнение весовых характеристик швеллеров показывает, что при равном моменте сопротивления расход стали на гнутые швеллеры несколько меньше, чем на прокатные. Следовательно, их применение в конструкциях является экономически более целесообразным.

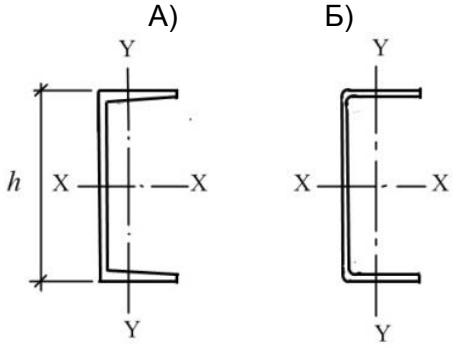


Рисунок 1 – Швеллеры стальные горячекатаные (А) по ГОСТ 8240-97 и швеллеры стальные гнутые равнополочные (Б) по ГОСТ 8278-83

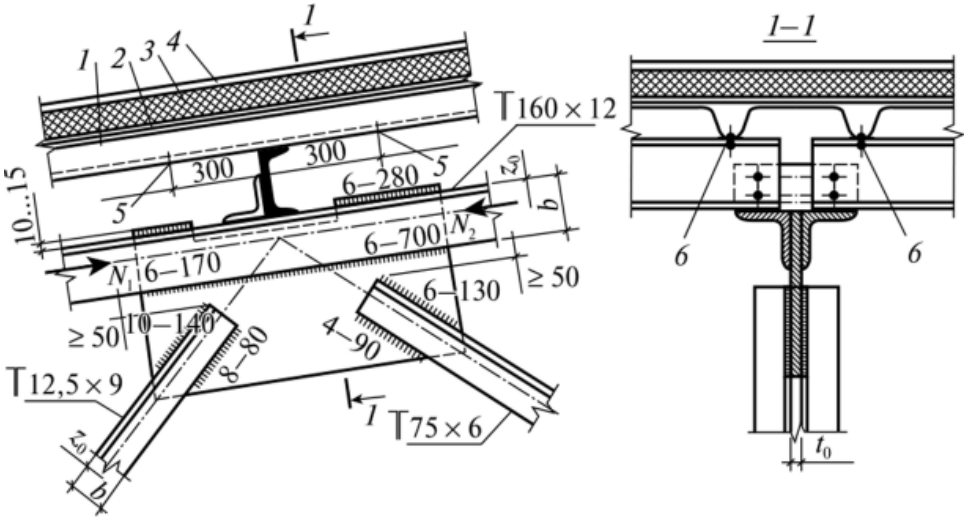


Рисунок 2 – Опирание стального прогона на верхний пояс фермы покрытия

Стальные гнутые равнополочные швеллеры изготовляют на профилегибочных станах из полосовой холоднокатаной и горячекатаной стали различного качества толщиной от 2 до 9 мм. Высота швеллеров может изменяться от 25 до 160мм, длина – от 3 до 12м. Как показало рассмотрение ГОСТ 8278-83 на гнутые стальные швеллеры и технической литературы [1-4], размеры формируемых из исходной полосы гнутых профилей не всегда соответствуют максимально возможному моменту сопротивления сечения, от которого зависит несущая способность изгибаемого элемента.

В связи с этим **цель исследования** предусматривала определение в общем виде зависимости между параметрами прогона из гнутого швеллера и соответствующим им максимальному моменту сопротивления поперечного сечения.

Результаты исследования. Известны различные методы оптимизации стальных конструкций по различным критериям: минимум массы, стоимости и др.[5-7]. Для достижения поставленной цели признано целесообразным использование аналитического метода.

При подборе сечения однопролётных стальных гнутых прогонов швеллерного типа проверка их прочности и прогиба выполняется соответственно по формулам (1) и (2)

$$\sigma = M/W_n \le R_y Y_c \qquad (1)$$

$$f = 5/384\frac{q_n\ l^4}{EWh/2} \le (f) \qquad (2)$$

В оба уравнения входит момент сопротивления сечения W и, как следует из формул, чем больше его значение, тем в элементе будут меньше напряжения σ и его прогиб *f* . Следовательно, для снижения расхода стали на прогон размеры его стенки и полок должны соответствовать максимальному моменту сопротивления сечения W.

Задачу оптимизации размеров гнутого швеллера можно сформулировать следующим образом: из полосы шириной *S*, толщиной *t*, площадью поперечного сечения *A* изготовить (согнуть) швеллер, имеющий максимальный момент сопротивления W_X. Определить соответствующие значения высоты швеллера *h* и ширины полок *b* (рис. 3).

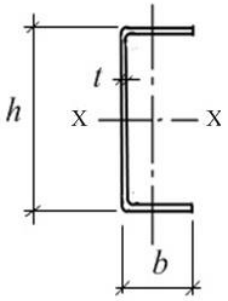


Рисунок 3 – Параметры оптимизируемого сечения швеллера

Установим, при каких условиях момент сопротивления швеллера будет максимальным. Осевой момент сопротивления при изгибе вычисляется по формуле

$$W_x = 2I_x/h \quad , \qquad (3)$$

где I_X - момент инерции сечения относительно оси *X-X.*

Для швеллера на рис. 3

$$I_x \sim \frac{th^3}{12} + 2bt\left(\frac{h}{2}\right)^2 \qquad (4)$$

Выразив ширину полок швеллера через ширину исходной полосы *S*, после подстановки *b* в формулу (4) и преобразований получим

$$b = \frac{S-h}{2}$$

После подстановки *b* в формулу (4) получим

$$I_x = \frac{th^2}{4}\left(\frac{h}{3} + S - h\right) = \frac{th^2}{4}\left(S - \frac{2h}{3}\right)$$

Тогда момент сопротивления швеллера будет равен

$$W_x = \frac{th^2}{4}\left(S - \frac{2h}{3}\right)\frac{2}{h} = \frac{th}{2}\left(S - \frac{2h}{3}\right) \qquad (5)$$

Продифференцируем W_X по *h*

$$\frac{dW_x}{dh} = \frac{St}{2} - \frac{2th}{3} = t\left(\frac{S}{2} - \frac{2h}{3}\right) \qquad (6)$$

Приравняв производную нулю, получим

$$t\left(\frac{S}{2} - \frac{2}{3}h\right) = 0\,,$$

Откуда $h = \frac{3}{4}S$ (7)

Вторая производная меньше нуля

$$\frac{d^2\ W_x}{dh^2} = -\frac{2}{3}t < 0$$

Следовательно, выражение (7) определяет высоту гнутого швеллера, соответствующую максимальному моменту сопротивления W_{max} (рис. 4).

Ширина полки швеллера

$$b = \frac{1}{2}(S - h) = \frac{1}{2}\left(S - \frac{3}{4}S\right) = \frac{S}{8} = \frac{h}{6} \qquad (8)$$

Максимальный момент W_{max} по формуле (5) с учётом установленного оптимального значения высоты швеллера h= 3/4 S

$$W_{max} = \frac{\frac{3t}{4}S}{2}\left(S - \frac{2}{3}\frac{3}{4}S\right) = \frac{3tS^2}{16} \qquad (9)$$

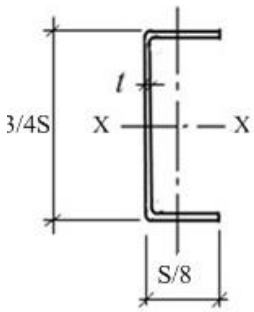


Рисунок 4 – Оптимизированное сечение швеллера

Установим, как соотносятся между собой моменты сопротивления стенки и полок швеллера.

Момент сопротивления стенки швеллера

$$W_{\text{ст}} = \frac{th^2}{6} = \frac{t}{6}\left(\frac{3}{4}S\right)^2 = \frac{3tS^2}{32} \qquad (10)$$

Вычтя из W_{max} по формуле (9) момент сопротивления стенки W_{CT} по формуле (10), определим момент сопротивления двух полок швеллера

$$W_{\text{п}} = \frac{3tS^2}{16} - \frac{3tS^2}{32} = \frac{3tS^2}{32} \qquad (11)$$

Следовательно, в оптимальном сечении гнутого швеллера момент сопротивления стенки равен сумме моментов сопротивления двух полок.

Выводы. 1. В оптимально запроектированном сечении гнутого швеллера высота стенки равна 3/4 ширины исходной заготовки (полосы), ширина полки – 1/8 ширины исходной полосы. При этом момент сопротивления стенки швеллера равен сумме моментов сопротивления двух его полок.

2. Установленные оптимальные соотношения размеров элементов гнутого швеллера целесообразно использовать при проектировании и изготовлении прогонов покрытия.

Библиография:

1. Москалёв Н.С., Пронозин Я.А. Металлические конструкции: Учебник. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. 344 с.

2. Металлические конструкции: Учебник для вузов/ Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С.Игнатьева [и др.]. М.: Академия, 2011. 688 с.

3. Нехаев Г.А., Захарова И.А. Металлические конструкции в примерах и задачах: Учебное пособие. М.: АСВ, 2010.146 с.

4. Металлические конструкции: специальный курс / Е.И. Беленя, В.А.Балдин, Г.С.Веденников [и др.]. М.: Стройиздат, 1991. 687с.

5. Москалёв Н.С., Попова Р.А. Стальные конструкции лёгких зданий: Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2003. 216 с.

6. Мицель А.А, Шелестов А.А. Методы оптимизации. Томск, 2002. 193 с.

7. Шеин А.И., Земцова О.Г. Оптимизация строительных конструкций. Основы теории и примеры расчета: Учеб. пособие. Пенза: ПГУАС, 2014. 124 с.

Научный журнал молодых ученых
№1(31), 2023

Подписано в печать 10.03.2023 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.