

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”**

**Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Ториков В.Е.,
Анищенко Л.Н., Поцепай С.Н., Бельченко С.А.**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
ПШЕНИЦЫ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ
ТЕРРИТОРИИ**

Монография

Брянск – 2021

УДК 633.11:631.438 (035.3)
ББК 42.112:40.3
Э 94

Эффективность использования средств химизации при возделывании пшеницы на радиоактивно загрязненной территории: монография / В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, Л. Н. Анищенко, С. Н. Поцепай, С. А. Бельченко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 160 с.

ISBN 978-5-88517-370-4

В монографии представлены элементы адаптивной технологии возделывания озимой пшеницы на основе рационального сочетания традиционных средств химизации с микробными препаратами, регуляторами роста растений, способствующих повышению урожайности и качества зерна, в том числе и в условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий юго-запада Центрального региона РФ.

Одним из факторов, лежащих в основе повышения урожайности зерна, являются условия минерального питания. Научно-обоснованное применение минеральных удобрений, имеет важное значение по созданию и ведению устойчивого и высокопродуктивного земледелия, обеспечивающего получение стабильно высоких урожаев при сохранении достигнутого уровня почвенного плодородия.

Исходя из этого, в монографии обсуждаются результаты проведенных исследований по разработке и апробации новых наиболее эффективных элементов технологии возделывания озимой пшеницы, способствующих повышению урожая зерна и его качества.

Рецензенты: профессор кафедры агрономии, землеустройства и экологии Смоленской государственной сельскохозяйственной академии, доктор с.-х. наук Романова Ираида Николаевна;

профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянского государственного аграрного университета, доктор с.-х. наук Мельникова Ольга Владимировна.

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Института лополнительного профессионального образования Брянского ГАУ, протокол №6 от 21 июня 2021 года.

ISBN 978-5-88517-370-4

© Брянский ГАУ, 2021
© Коллектив авторов, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ	8
1.1. Значение и биологические особенности озимой пшеницы	8
1.2. Продуктивность озимой пшеницы и основные факторы ее определяющие	11
1.2.1. Роль средств химизации при совершенствовании элементов интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы	11
1.2.2. Биологические препараты как один из действенных факторов биологизации современного земледелия	20
1.3 Яровая пшеница и особенности её возделывания в юго-западной части Нечерноземья России	26
1.4 Роль агроэкологических факторов в современной земледелии	30
1.5 Особенности производства растениеводческой продукции в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов	38
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	44
2.1. Агрометеорологические условия в годы исследований	44
2.2. Схема и условия проведения опытов	46
ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕГО КАЧЕСТВА	49
3.1. Изменение элементов структуры урожая в зависимости от применяемых средств химизации	49
3.2. Влияние действия применяемых средств химизации на урожайность зерна пшеницы	51
ГЛАВА 4. КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ	63
4.1. Изменение физико-химических показателей качества зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации	65
4.2. Влияние комплексного применения средств химизации на содержание азотсодержащих соединений в зерне озимой пшеницы	70
4.3. Аминокислотный состав зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений и биопрепарата Гумистим	73
4.3.1. Изменение химического состава зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации	75
4.4. Влияние удобрений и биопрепарата Гумистим на накопление остаточных нитратов в зерне озимой пшеницы	79
4.5. Действие средств химизации на размеры поступления ¹³⁷ Cs из почвы в урожай зерна озимой пшеницы	81
4.6. Влияние систем удобрения и биопрепарата Гумистим на концентрацию токсичных элементов в зерне озимой пшеницы	84
4.7. Особенности роста и развития яровой пшеницы под действием бактериального препарата Байкал ЭМ1 и регулятора роста Циркон	89

4.8 Влияние бактериального препарата Байкал ЭМ1 и регулятора роста Циркон на урожайность и структуру урожая яровой пшеницы.....	90
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	100
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	101
ГЛОССАРИЙ.....	102
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	104
ПРИЛОЖЕНИЯ	130

ВВЕДЕНИЕ

Производство зерна в России в настоящий период времени является важнейшим фактором экономического развития страны, служит надежной базой решения проблемы обеспечения населения продовольствием и укрепления ее продовольственной безопасности. Ежегодно в РФ зерновые культуры по посевным площадям занимают более 50% земель пахотного клина и при этом на долю зерна приходится около 1/3 стоимости всей валовой растениеводческой продукции (Терентьев и др., 2012). По данным экспертно-аналитического центра Агробизнеса наиболее высокий валовый сбор зерна в стране составил 106384,9 тыс. т в 2008 году, а в 2014 и 2015 соответственно 103119,4 и 102429,1 тыс. т.

В России основной зерновой культурой является озимая пшеница, доля которой в общем производстве зерна составляет более 56%. Исходя из этого, повышение ее продуктивности будет способствовать укреплению и стабилизации экономики сельскохозяйственного производства в целом (Глазова, Новиков, 2015), и основой продовольственной безопасности страны на перспективу (Кондратенко и др., 2017).

В среднем в 2008-2012 гг. посевные площади озимой пшеницы в России составляли 12,6 млн. га или более 16% от всей посевной площади при валовом сборе зерна в среднем 33,9 млн. т (Лукин, 2013). В Брянской области озимая пшеница в 2015 году размещалась на площади 84,4 тыс. га (Статистический сборник, 2016).

По твердому убеждению П.А. Чекмарева (2009) одной из важнейших задач АПК становится не просто увеличение сборов зерна, а получение продукции, отвечающей требованиям мировых стандартов качества. Эта проблема решается только лишь с выходом на новый уровень агротехнологий. Исходя из этого, проведение исследований по разработке и апробированию в производственных условиях новых наиболее эффективных элементов технологии возделывания озимой пшеницы, с использованием новейших биологически активных препаратов, способствующих повышению продуктивности и качества зерна, особенно в условиях радиоактивного загрязнения территорий юго-запада Центрального региона РФ, актуально.

Одним из факторов, лежащих в основе повышения урожайности зерновых культур, являются условия минерального питания, при этом научно-обоснованное применение в комплексе всех агрохимических мероприятий, включая минеральные удобрения, имеет важное значение по созданию и ведению устойчивого и высокопродуктивного земледелия, обеспечивающего получение стабильно высоких урожаев при сохранении достигнутого уровня поч-

венного плодородия (Овсянникова и др., 2011; Шелахова и др., 2012; Конончук и др., 2012; Тагиров и др., 2015).

Необходимо также учитывать то, что в агропромышленном комплексе страны в течение последних двух десятилетий отмечено уменьшение объемов применения различных средств химизации, включая органические и минеральные удобрения и другие средства химизации (Вислобокова, Иванова, 2015). По расчетам потребность в минеральных удобрениях (с учетом выноса основных элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур) в 2012 году составила около 8,8 млн. т д.в. при фактическом их внесении 2,4 млн. т. д.в. (тонн действующего вещества). Дозы внесения минеральных удобрений в 2011-2012 гг. в среднем по Российской Федерации не превышали 33 кг д.в. на один гектар посевной площади в сравнении с 88 кг д.в. на один гектар в 1990 г (Гаврилова, 2013). Традиционные технологии возделывания озимой пшеницы, основанные преимущественно на химико-техногенных факторах интенсификации, не лишены ряда недостатков. Несмотря на существенные вложения, имеющийся генетико-биологический потенциал культуры по продуктивности практически используется менее, чем на одну треть (Тарасов, 2015). В условиях Центрального Нечерноземья наравне с погодноклиматическим фактором, оказывающим значительное влияние на получение стабильно высоких урожаев зерна (Дубовик и др., 2015; Конончук и др., 2016), огромное значение приобретает фактор комплексного применения новых агрохимических средств, позволяющих получать качественную и относительно недорогую продукцию (Привалова и др., 2010; Каргин и др., 2013; Тарасов и др., 2015).

Перспективное направление совершенствования технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы – биологизация растениеводства, то есть интенсификация и максимальное использование биологических факторов в системах земледелия (Иванов, 2006; Парахин, 2006; Чекмарев, Лукин, 2012; Парахин, Мельник, 2015).

Значительную роль среди широко применяемых агромероприятий, оказывающих положительное влияние на производственный процесс озимых культур, отводится предшественникам, при формировании урожая доля которых может достигать от 15 до 35% (Войсковой, 2003; Дубовик, 2007), где ведущая роль принадлежит занятым парам и бобовым культурам (Парахин, 2002; Авдеевко, Зеленский, 2005; Нечаев, Гольшекин, 2013).

Одним из направлений выступает биологический фактор, в значительной мере решающий проблему повышения урожайности и качества зерна – сорт, доля которого в полученном урожае может достигать от 20 до 50% (Березкин и др., 2006; Сандухадзе и др., 2011).

Важнейшим направлением биологизации является интродукция в почвенную среду и непосредственно на растения полезных микроорганизмов за счет обработки микробными препаратами, а также применение регуляторов роста растений на основе метаболитов, биопрепаратов, повышающих биогенность ризосферы и филлосферы (Малявко и др., 2010; Постников и др., 2012; Каргин и др., 2012; Завалин и др., 2014; Лебедева и др., 2014; Дробышевская и др., 2017; Кизюля и др., 2017). В регуляции антистрессового механизма растений важная роль принадлежит гуминовым препаратам и брассиностероидам (Злотников и др., 2007; Каргин и др., 2013; Синяшин и др., 2016; Хуснетдинова и др., 2016).

Немаловажным фактором в условиях радиоактивного загрязнения сельхозугодий, позволяющим производить продукцию, содержащую в ней радионуклиды в размерах, не превышающих санитарно-гигиенический норматив, является применение мелиорантов и минеральных удобрений, где среди элементов питания особая роль принадлежит калию (Белоус и др., 2009; Шаповалов и др., 2010; Шаповалов и др., 2015; Шлык и др., 2015; Пашутко и др., 2017).

Исследования выполнены на опытном поле учхоза Брянского ГАУ и стационарном полевом опыте Новозыбковского филиала университета.

ГЛАВА 1. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

1.1 Значение и биологические особенности озимой пшеницы

Наиболее важной и ценной зерновой культурой в Российской Федерации является озимая пшеница, посевные площади которой ежегодно увеличиваются и в настоящее время они занимают более четверти всего зернового клина. В целом по стране за счет озимой пшеницы валовые сборы продовольственного зерна обеспечиваются более, чем на одну треть.

Следует отметить, что генетический потенциал современных возделываемых сортов отечественной селекции дает практическую возможность получать зерно на уровне мировых стандартов качества, производство зерна 1 и 2 классов составляет менее 1% общего объема, а зерно, соответствующее 4 и 5 классам составляет порядка 65-70% (Парахин, Мельник, 2015). Очевидно, что выход из такой ситуации возможен при разработке и внедрении в сельскохозяйственное производство технологических приемов с использованием принципов биологизации земледелия (Лыков, 2001; Жученко, 2009; Алабушев, 2014).

Отмечено увеличение посевных площадей озимой пшеницы и в Брянской области. Так, если в 2005 году озимая пшеница в сельскохозяйственных организациях размещалась на площади 35,9 тыс. га, то в 2015 году ее посевная площадь составила 84,4 тыс. га (Статистический сборник, 2016).

Зерно озимой пшеницы характеризуется относительно высоким содержанием белка, клейковины и других питательных веществ. Обычно в зерне пшеницы содержится больше белков, чем у других зерновых культур. Содержание белков в зерне пшеницы в зависимости от сортовых особенностей, климатического фактора, условий выращивания и других причин варьирует от 9 до 26%. Средний химический состав зерна пшеницы (% на сухое вещество) следующий: белка 16, крахмала 60; клетчатки 2,8; жира 1,9; золы 2,2; сахаров 4,3; углеводов 8,0 (Плешков, 1969).

В опытах, проведенных в Московском НИИСХ «Немчиновка» (Лобода, Лазерева, 2013) средневзвешенное содержание белка в среднем за 8 лет составило 13,9% с колебаниями по годам от 12,9 до 15,5%. Содержание клейковины в зерне изменялось от 24 до 36%, а содержание крахмала составляло 62,5%.

Зерно озимой пшеницы перерабатывается на муку, которая широко используется в хлебопечении, производстве кондитерских изделий. Хлебобулочные изделия, выпеченные из пшеничной муки, обладают высокими питательными свойствами и отличаются хорошей переваримостью. Зерно пшеницы широко используется на переработку и приготовление различных видов макаронных изделий, крупы и других изделий (Пруцков, 1976; Денисов, 1977), а также в спиртовой промышленности (Белоус и др., 2010).

Большую кормовую ценность представляют солома, мякина и отруби. Пшеничные отруби следует относить к высококонцентрированным кормам практически для всех видов животных, поскольку содержание в них переваримого протеина более, чем в 1,5 раза превышает содержание в зерне ячменя

(Шевелуха и др., 1989). Измельченная и запаренная солома и мякина, сдобренная картофельной или свекловичной бардой – отличный высокопитательный корм для крупного рогатого скота и овец (Стихин, Денисов, 1977), поскольку в 100 кг соломы в среднем содержится от 0,5 до 1,0 кг переваримого протеина, до 20-22 кормовых единиц. Солома озимой пшеницы используется также в качестве подстилки сельскохозяйственным животным, применяется как строительный материал и сырье в бумажной промышленности (Саранин, 1973).

Как и все зерновые культуры, озимая пшеница относится к многочисленному семейству злаковых, из них наибольшее распространение получили мягкая и твердая пшеницы, которые имеют различия между собой по целому ряду признаков и свойств (Саранин, 1983). По сравнению с яровыми зерновыми хлебами озимая пшеница более эффективно использует тепло и запасы влаги в осенний и ранний весенний периоды благодаря хорошо развитой корневой системе (Ториков, 1995). Поскольку озимая пшеница созревает раньше, чем яровые зерновые, влажность зерна ее значительно ниже, что особенно важно для более северных районов Нечерноземной зоны (Белоус и др., 2010).

В Центральном Нечерноземье РФ в основном возделывают мягкие пшеницы. В течение всего периода вегетации растения пшеницы проходят несколько фаз роста и развития, непосредственно связанных с морфологическими изменениями в его строении или изменением свойств (Саранин, 1983). Озимая пшеница, как другие хлебные злаки, проходит следующие фазы роста и развития: прорастание семян; всходы; появление третьего листа; кущение; выход в трубку; колошение; цветение; молочная спелость; восковая спелость; полная спелость. В осенний период сроки наступления фенологических фаз определяются сроками сева, который зависит от суммы положительных температур, необходимых для достижения фазы кущения. После перезимовки весной переход из одной к другой зависит от метеоусловий. Прохождение фенологических фаз характеризуется формированием органов растения функционального назначения. В осенний период протекают две фазы: всходы и кущение, весной остальные. У сформировавшегося растения озимой пшеницы должен быть колос с выполненными зерновками, стебель, листья и корни (Ториков, Куликович, 2013). Принято считать, что отмечать начало любой фазы необходимо когда не менее 10% растений вступает в соответствующую, полная фаза фиксируется, когда в нее вступает 75% растений.

Прорастание семян. Зерно озимой пшеницы прорастает, когда содержание в нем влаги достигает 45-50% при температуре почвы 2-4°C. Быстрое прорастание семян отмечается при влажности почвы более 85% от полевой влагоемкости и температуре от 12 до 20°C. Если влажность почвы достигает 50-90% от полевой влагоемкости и сумма среднесуточных температур составляет порядка 50-60°C, семена прорастают в течение 3-5 дней (Горынин, 1979).

Всходы. Появление всходов зависит от температуры и влажности почвы. Глубина заделки семян также определяет время их появления. При наличии влаги в почве и температуре 14-16°C на поверхности почвы после посева они появляются через 7-9 дней (Шабаев и др., 2009).

Кущение. После того, как растение озимой пшеницы через несколько дней после всходов образует 3-4 листа, у нее начинается новая фаза - кущение. Из подземных узлов стебля образуются узловые корни, а в последующем боковые побеги, которые при выходе на поверхность почвы растут также как главный стебель. Формируется узел кущения в корневом междуузлии обычно на глубине от 2 до 3 см. В условиях, когда среднесуточная температура воздуха составляет 13-15°C, кущение проходит одновременно с образованием четвертого листа или через две недели после всходов. За этот период сумма среднесуточных температур воздуха должна составлять 230-250°C. Прекращается вегетация озимой пшеницы осенью, когда температура воздуха падает ниже 5°C (Ториков, 1995). При хорошей обеспеченности почвенной влагой озимая пшеница формирует достаточно мощную корневую систему, при этом первичные корни могут достигать длины 70-100 см перед уходом на зимовку. В весенний период они развиваются и растут вплоть до молочной спелости и порой достигают 150 см при достаточной влажности почвы. Для нормального снабжения растения озимой пшеницы водой именно первичные корни имеют особо важное значение, использующие почвенную влагу из более глубоких слоев почвенного профиля (Белоус и др., 2010).

Выход в трубку. У озимой пшеницы в период кущения закладываются зачатки соломины с пятью короткими междуузлиями. Впоследствии происходит удлинение вначале нижних, а потом и верхних междуузлий. Как правило, за начало фазы выхода в трубку принимают период времени, когда нижний (первый) узел зачаточного стебля можно прощупать руками, в этот момент он поднимается над поверхностью почвы на 3-4 см. Обычно первое междуузлие в длину 5-6 см, длина второго на 1-2 см превышает длину первого, третье – второе, пятое междуузлие самое длинное. В период роста четвертого междуузлия отмечается выдвигание колоса из влагалища листа. Ко времени окончания цветения рост соломины прекращается (Ториков, Кулинкович, 2013)

Колошение. Закладка колоса у озимой пшеницы отмечается при достижении температуры воздуха 7-8°C и длительности светового периода более 12 часов, то есть фаза колошения наступает через 3-4 дня после завершения фазы выхода в трубку. Пасмурная погода и затенение являются причиной рыхлых колосьев у озимой пшеницы (Саранин, 1983).

Цветение. Фаза цветения озимой пшеницы отмечается через 2-3 дня после колошения и начинается она с колосков, расположенных ниже середины колоса, и завершается продвижением вверх и вниз по длине колоса за 2-3 дня. Являясь самоопылителем, озимая пшеница предрасположена к перекрестному опылению (Кулинцев и др., 2013).

Созревание. После оплодотворения в течение десяти-двенадцати дней завершается формирование зерна пшеницы, в котором накапливается до 25-30% сухого вещества от его количества в зрелом зерне. От фазы полного колошения до восковой спелости зерна в зависимости от погодных-климатических условий вегетации необходим период времени не менее 29-44 дней. Фаза восковой спелости при жаркой и сухой погоде длится 3-5 дней; при пасмурной и влажной –

8-10 дней. При полной спелости зерно твердеет и поддается резанию ногтем (Грабовец, Фоменко, 2007).

1.2 Продуктивность озимой пшеницы и основные факторы ее определяющие

Продуктивность зерновых культур – интегральный показатель, который формируется под влиянием комплекса факторов, включающих в себя условия внешней среды и факторы антропогенного характера. К условиям внешней среды следует отнести погодноклиматические условия, определяемые зональными особенностями. Антропологический фактор включает в себя целенаправленное действие на продуктивность посредством применения элементов технологии возделывания той или иной культуры в условиях определенного типа почв, которые поддаются регулированию и контролю.

В настоящий период времени в сельскохозяйственном производстве Центрального региона РФ используется более 12,5 млн. га пашни, из которых 60-70% по агрохимическим показателям в достаточной степени пригодны для ведения зернового производства (Конончук, 2016). Сельскохозяйственные угодья этого региона в основном представлен дерново-подзолистыми почвами различного гранулометрического состава, слабокислой или близкой к нейтральной реакцией почвенной среды с достаточной обеспеченностью подвижными формами фосфора и обменного калия. Обеспеченность почв азотом регламентируется внесением азотсодержащих удобрений на основе почвенной и листовой диагностики в зависимости от предшественников и сортовых особенностей зерновых культур (Никитишен, Личко, 2013).

Созданные в последнее время сорта озимой пшеницы отечественной селекции предъявляют повышенные требования к агрофону (Сандухадзе, Журавлева, 2011; Васютин и др., 2014). Для получения максимально возможной урожайности зерна озимой пшеницы обеспеченность пахотного слоя элементами минерального питания находится в пределах 170-250 мг/кг P_2O_5 и 120-150 мг/кг K_2O , которую можно достигнуть за счет систематического внесения фосфорных и калийных удобрений в дозах, на 25-30% превышающих вынос этих элементов планируемым урожаем (Конончук и др., 2015).

1.2.1 Роль средств химизации при совершенствовании элементов интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы

Длительное использование почв сопровождается разрушением структурно-агрегатного состава, ухудшение физических и химических свойств, наибольшим снижением гумуса. Проведение комплекса мероприятий, включающих применение минеральных удобрений, значительно улучшает свойства почвы, повышает ее плодородие и ферментативную активность и, как следствие, урожайность сельскохозяйственных культур (Зайцева, Андреева, 2011).

Наиболее эффективным с экономической точки зрения и научно обоснованным способом повышения урожайности зерновых хлебов при гарантии высокого качества основной продукции является комплексное применение совре-

менных средств химизации, где минеральным удобрениям отводится ведущая роль (Кореньков, 1999; Белоус, Шаповалов, 2006; Птицына, 2009).

Обеспечение растений пшеницы необходимыми макро-микроэлементами при оптимальной плотности продуктивного стеблестоя, высокой массе зерна в колосе способствует формированию высоких урожаев зерна озимой пшеницы хорошего качества (Бельтюков, 2002; Зотиков и др., 2011).

Являясь быстродействующим в наибольшей степени оптимальным и общедоступным источником питания растений, непосредственно влияя и регулируя протекание физиологических и синтетических процессов в растениях, минеральные удобрения – мощный фактор повышения урожайности и качества зерновых культур (Политыко и др., 2011; Онищенко, 2013; Ториков, Кулинкович, 2013; Козлова, 2015; Шаповалов и др., 2016).

При этом следует исходить из того, что только научно-обоснованное применение средств химизации может гарантировать получение высоких урожаев высококачественного зерна озимой пшеницы с учетом конкретных почвенно-климатических условий региона возделывания (Гулидова, 2008; Винокурова и др., 2011).

Наукой и практикой последних лет установлено, что наибольший эффект в почвенно-климатических условиях юго-запада Центрального региона России получен при внесении полного минерального удобрения (NPK), который характеризуется ростом урожайности зерновых культур от 17 до 50% (Бахтунин, 1978; Кореньков, 1980, 1985).

Результаты многочисленных экспериментальных данных свидетельствуют о том, что содержание основных элементов минерального питания в доступной для растений форме в течение периода вегетации может существенно меняться под влиянием различных факторов. Регулировать питательный режим растений за счет фосфора и калия в полевых условиях в периоды максимума их потребления можно вполне успешно осуществлять посредством основного и припосевного внесения (Бельтюков, Пащенко, 1993). Эффективность азотных удобрений в наибольшей степени проявляется при проведении подкормок (Малляко и др., 2010; Малкандуев, Ашкотов и др., 2014; Ториков, Богомаз, Горбачев, 2015), где они выступают в качестве основного агрохимического приема (Тухтаев, 2012; Журавлева, 2014).

На дерново-подзолистых суглинистых почвах при возделывании сортов отечественной селекции при уровне урожайности от 4 до 5,2 т/га вынос в расчете на одну тонну зерна азота составляет 37 кг/га, фосфора – около 11 кг/га, калия – 47 кг/га (Дорофеев и др., 1983).

Достаточное обеспечение биогенными элементами озимой пшеницы наиболее важно в основном в два периода – осенний сразу после посева и ранневесенний при возобновлении вегетации. В первом случае необходимы хорошая обеспеченность молодых растений фосфором и сбалансированность почвенного раствора по фосфору, азоту и калию, а весной после оттаивания почвы при низких температурах возникает острая потребность в азоте (Агафонов и др., 2012). Особенно значимо оптимальное обеспечение растений минеральным

азотом, без которого снижается не только продуктивность зерновых, но также и качество зерна (Дулов и др., 2008; Мамеев и др., 2015).

Применение фосфорно-калийных удобрений в значительной степени определяет условия развития в осенний период и обеспечивает для озимых зерновых культур благоприятные условия их перезимовки (Свисюк, Русева, 1980; Кореньков, 1989, 1999).

На основании своих исследований некоторые авторы (Панников, Минеев, 1987; Войтович и др., 2033; Малюга, 1992; Рыбалкин, 1997) пришли к выводу, что озимые зерновые культуры в течение всего вегетационного периода испытывают два критических периода. Первый период протекает от всходов до выхода в трубку и его нормальное прохождение лимитируется наличием в почве всех необходимых минеральных элементов. Второй период приходится на фазу начала выхода в трубку с продолжительностью до окончания цветения. В этот период отмечается максимум потребления растениями элементов минерального питания. Установлено, что наибольшее количество основных биогенных элементов (N, P₂O₅, K₂O) в начальный период вегетации растений сосредотачивается в массе листового аппарата, а к середине вегетации в большей мере в стеблях (соломине). К концу вегетационного периода отмечается перераспределение элементов питания в стебли и колос зерновых культур (Каюмов, 2004; Агеев и др., 2004; Торикив, Кулинкович, 2013; Торикив и др., 2015).

В тоже время, по мнению Н.В. Войтовича (2003) наибольшее количество потребляемых озимыми хлебами основных элементов питания приходится на период кущения – молочная спелость. При достаточно полной обеспеченности почв элементами минеральной пищи от начала фазы весеннего кущения до начала цветения озимые культуры обычно потребляют до 75% фосфора от его общего выноса с урожаем основной и побочной продукции.

Результаты исследований полевых опытов на типичных черноземах и серых лесных почвах свидетельствуют, что эффективность азотного и фосфорного удобрения при возделывании озимой пшеницы в значительной степени увязана с обеспеченностью ее почвенными запасами азота и фосфора и существенно повышается при их взаимодействии (Никитишен, 1977; Никитишен, Курганова, 2007). Положительное действие азотного удобрения на продуктивность зерновой культуры сильно ограничивается вследствие дефицита фосфора, а отзывчивость на фосфорное удобрение в значительной степени усиливается по мере повышения уровня азотного питания растений. Аналогичная взаимосвязь эффективности азотного и фосфорного удобрений выявлена в полевых опытах с зерновыми культурами на дерново-подзолистых почвах (Иванова, 1988; Стребков, 1990). При увеличении содержания подвижных фосфатов в почве с 5 до 10-15 мг/100 г урожайность зерна в неудобренном азотом варианте увеличилась не более, чем на 5,8 ц/га, в то время как прибавки урожайности за счет повышения фосфатного уровня почвы на фоне внесения N60, 90, 120 и 150 увеличивались соответственно до 13,2, 13,6, 21,8 и 28,4 ц/га, то есть в 2,2-4,9 раза (Сдобникова, Касицкий, 1977).

Некоторые исследователи (Волынкина, 2006; Никитишен и др., 2008) склонны полагать, что при использовании озимыми хлебами биогенных макро-

элементов из внесенных в достаточном количества минеральных удобрений позволяет растениям успешно преодолевать стрессовое состояние при неблагоприятных климатических условиях в период вегетации.

При всей важности основных макроэлементов в питании озимых зерновых культур для формирования максимально-возможной продуктивности особая роль принадлежит азотным удобрениям, при использовании их в оптимальных дозах и соотношениях с другими минеральными удобрениями (Кореньков, 1999; Торлопов, Мельцаев, 2001; Овчинников, Пындак, 2008; Бульдиева, Нешин, 2008; Beer, 1990; Sturm, 1994).

Азотные удобрения способствуют повышению энергии кущения, стимулируется развитие генеративных органов, что непосредственно определяет уровень продуктивности и качество зерна (Церлинг, 1994; Громова, 2005).

Для всех живых организмов, включая высшие растения, значение азота трудно переоценить, поскольку он является составной частью белкового комплекса, фосфатидов, нуклеиновых кислот, витаминов, многих других органических соединений. Составляющей частью протоплазмы живых клеток высших растений и основой ее жизнедеятельности является белок. Содержание азота в органах растений непостоянно, оно сильно различается в широких пределах и подвержено возрастным изменениям и видовым особенностям растений. Наибольшее содержание азота отмечается в листьях и семенах несколько меньше в стеблевой и корневой массе (Минеев, 1990; Шеуджен и др., 2009).

При формировании белкового комплекса предпочтительней использовать аммонийсодержащую форму азотсодержащих удобрений. При недостатке азота обычно отмечается изменение цвета листьев и замедляются темпы кущения растений (Шеуджен, 2010). На основании многочисленных результатов исследований в Нечерноземной зоне академик Д.А. Кореньков (1985) считает, что полученные прибавки урожайности зерновых культур от внесения NPK в большей мере необходимо отождествлять с действием азота, при относительно невысоком эффекте от фосфора и калия.

Эффективность применения азотного удобрения, по мнению академика В.Ф. Ладонина (1991) возрастает при наиболее возможном приближении срока его внесения к периоду наиболее активного вовлечения в продукционный процесс, что позволяет значительно уменьшить его потери с поверхностным и внутрипочвенным стоком и повысить эффективность его использования, которое выражается в повышении белковости основной продукции. Это достигается применением подкормок зерновых культур азотными удобрениями в разные периоды вегетации в соответствии с потребностями растений в азотном питании (Луганцев, 2006; Иванов и др., 2008; Тухтаев, 2012; Журавлева, 2014).

По данным исследований Г.А. Пасынковой (2010) самая высокая урожайность зерна с повышенным содержанием белка обеспечивалась в тех случаях, когда соотношение азота к фосфору было в пользу первого.

Недостаток доступных форм азота в почве, а также его дефицит в растениях в расчете на единицу формирующего зерна может быть объективной причиной снижения белка и клейковины в зерне (Павлов, 1984).

Установлено (Натрова, Смочек, 1983), что при недостаточном или же,

наоборот, при довольно избыточном содержании минерального азота в начальные фазы развития растений он оказывает существенное влияние на процесс кущения и побегообразования озимых хлебов, на закладку колосков и цветков в колосе в последующие фазы развития, а также на озерненность и массу зерна в колосе в фазу цветения.

При проведении азотных подкормок в оптимальные сроки прибавки урожая зерна могут составлять от 2,0 до 5,0 ц/га. Так, в исследованиях И.К. Состравчука (1986) при проведении весенней подкормки азотом относительно осенней обеспечило прибавку от 2,0 до 4,5 ц/га зерна, вследствие того, что весенне-летний период роста и развития растений характеризуется мощным развитием корневой и надземной массы растений. По мнению Д.А. Коренькова (1999) применение азотной подкормки в первую неделю после начала роста и развития растений в ранневесенний период, как правило, гарантирует получение наиболее высоких прибавок. При проведении поздних подкормок озимых хлебов повышение продуктивности обеспечивается в основном за счет снижения щуплости и повышения массы 1000 зерен (Kling, 1985). Достаточная влагообеспеченность растений в весенний период повышает эффект от азотных подкормок (Юркин, 1979; Абраменко, 1982; Roswall, 1984).

При поздних подкормках озимой пшеницы обычно повышаются качественные показатели зерна (Калиненко, 1979; Жалиева, 2001).

В исследованиях В.Т. Мамонтова с соавторами (1986) установлено, что применение азота в дозе 90-135 кг/га дробное его внесение обеспечивает прибавку зерна от 1,6 до 3,5 ц/га при увеличении содержания белка в 0,7-1,2%.

На основании проведенных исследований Б. Жавидкова с соавторами (1987) сделали вывод, что недостаточная влажность и пониженные температуры во время появления всходов и относительно большем количестве зимних и ранневесенних осадков, наибольший эффект обеспечивает применение внесенных азотных подкормок.

При дробном внесении азотных удобрений их эффективность всегда выше, чем при однократном применении возрастающих доз, когда возможно снижение таких показателей качества как масса 1000 зерен, натура, выравненность (Кореньков, 1990; Сиддики, 2001; Тамергалиев и др., 2003).

Проведение подкормки азотными удобрениями в ранне-весенний период оказывает благоприятное влияние на возобновление ростовых процессов, включая рост и развитие корневой системы, дополнительному кущению и усилению развития продуктивных побегов и гарантированное повышение урожайности (Губанов, Иванов, 1988).

Фосфор, как один из биогенных элементов, потребляемых озимой пшеницей, выносятся ее биомассой в меньших количествах в сравнении с азотом и калием, однако он не менее важен для нормального протекания процессов синтеза в растениях. Фосфор входит в состав нуклеопротеидов – белковых соединений главной составной части клеточных ядер. В растениях фосфор входит также в состав солей фитиновой кислоты, фосфолипидов и нуклеиновых кислот. Он необходим для нормального течения процесса оплодотворения (Дорофеев и др., 1993; Макарецев, 1999).

Фосфорные соединения выполняют большую роль в повышении зимостойкости растений озимых культур в процессе закалки, поскольку по мере закалки в узлах кущения имеет место увеличение количества кислоторастворимого фосфора, у зимостойких сортов отмечается накопление липоидного фосфора, а также рост количества фосфорсодержащих нуклеиновых кислот (Сама-тов, 1972).

Наибольшее количество фосфора накапливается в зерне и плодах. Его содержание в зерне обычно выше в 5-8 раз в сравнении с соломой (Шеуджен, 2009), при этом его максимальное потребление зерновыми культурами совпадает с прохождением фаз кущения – выхода в трубку (Ягодин, 1996).

При условии достаточно полной обеспеченности растений озимых культур минеральным фосфором отмечается повышение холодостойкости, засухоустойчивости за счет повышения прочности соломины, снижается полегаемость посевов в условиях избытка атмосферных осадков в период налива и созревания зерна. Фосфор положительно влияет на содержание крахмала и белка в зерне озимых культур (Мерзлая и др., 1997; Белоус и др., 2014).

Калий, как один из основных биологически значимых макроэлементов активно участвует в азотном обмене, принимает участие в синтезе белков, хлорофилла и каротина, способствует повышению морозоустойчивости озимых хлебов в период перезимовки (Прокошев, Дерюгин, 2000). При недостатке калия в растениях снижается кустистость, а также при слабой обеспеченности калием зерновых в фазу молочной спелости нарушается процесс фотосинтеза и транспорт ассимилянтов в колос (Beringer, 1994).

Оказывая положительное действие на биосинтез белков в зерне, калий также активирует более 60 ферментов, участвующих в синтезе и распаде крахмала (Минеев, Павлов, 1979). Недостаток калия в растениях в период вегетации вызывает его отток из старых органов в молодые (Минеев, 2003).

Потребность в калии зерновые культуры испытывают с начала вегетации до фазы трубкования и колошения. Он стимулирует процесс налива зерна, снижает поражаемость озимых культур на ранней стадии развития грибковыми заболеваниями (Гулидова, 2006; Карманенко, 2011).

По мнению Л.М. Державина (1998) применение современных средств химизации, где минеральным удобрениям принадлежит ведущая роль, при обязательном соблюдении принципа сбалансированности элементов питания, что гарантирует повышение их эффективности. Научно обоснованное применение минеральных удобрений на лесных почвах способствует формированию 28% урожая сельскохозяйственных культур, на черноземах до 20%, на дерново-подзолистых около 55% (Войтович, 2003; Кузин, 2008; Лабынцев, Шепетьев, 2012). Однако, при этом применение минеральных удобрений в комплексе с приемами биологизации в значительной степени не должно противопоставляться, а дополняться одно другим (Иванов, Сычев и др., 2009). Применение средств химизации при главенствующей в них роли минеральных удобрений определяет степень устойчивости зернового производства в целом (Турчин, 2007; Белоус и др., 2009; Цыбульников, 2009). Для почвенно-климатических

условий Центрального Нечерноземья такое положение справедливо в наибольшей степени (Сычев, 2003; Иванов, 2003).

Проведение исследований по изучению оптимизации использования минеральных удобрений при возделывании озимых зерновых культур в зависимости от зональных особенностей выявило некоторые общие характерные закономерности. Исследования И.А. Преснякова с соавторами (1981), проведенными на черноземе выщелоченном лесостепи Воронежской области показали, что в более влагообеспеченном северном и северо-западном регионе области эффективность от применения азотных удобрений была значительно выше в сравнении с северным, южным и юго-восточным регионами. Наибольший эффект обеспечило применение полного минерального удобрения в дозе $N_{135}P_{135}K_{90}$. Исследования, проведенные в менее увлажненном юго-восточном регионе при внесении полного минерального удобрения $N_{53}P_{81}K_{70}$ прибавка зерна озимой пшеницы достигала уровня 11,3 ц/га, повышение нормы азота до 106 кг/га и калия до 156 кг/га по действующему веществу не приводило к повышению урожайности зерна озимой пшеницы.

Исследованиями, проведенными на типичном черноземе в отделе земледелия Тамбовского НИИСХ установлено, что максимальная урожайность озимой пшеницы Московская 39 – 28,8 ц/га в среднем за два года получена при внесении N_{90} в подкормку весной на фоне $P_{60}K_{40}$ (Иванова, Шаfran, 2012).

Исследованиями В.А. Гулидовой (2008), проведенными на выщелочных тяжелосуглинистых черноземах Липецкой области, установлено, что повышение урожайности зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественника отмечается при внесении азота в дозах до 120 кг/га, при его суммарной дозе 150 кг/га д.в. При повышении доз азота свыше 150 кг/га урожайность озимой пшеницы не повышалась. Фосфорные и калийные удобрения следует применять в дозах, исходя из положения, что потребление азота и калия озимой пшеницей отмечается примерно на одном уровне, в тоже время потребление фосфора в два раза больше. Такая точка зрения на характер минерального питания озимой пшеницы подтверждена исследованиями Т.Н. Кулаковской (1980).

На малогумусных дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны России, характеризующихся невысокой минерализующей способностью, основное условие получения высоких устойчивых урожаев зерновых хлебов – применение минеральных удобрений и в первую очередь азотных (Кореньков и др., 1979; Минеев, 2005).

Наличие в почве подвижных форм фосфора и калия определяет эффективность фосфорных и калийных удобрений. При повышении содержания фосфора и калия в почвенной среде эффективность внесенных фосфорных и калийных удобрений заметно снижается и тем самым уменьшается их значимость для формирования урожая зерновых хлебов (Державин, 1992; Прокошев, Дерюгин, 2000).

Фосфор внесенных фосфорных удобрений стимулирует усвоение растениями азота, при этом, как правило, отмечается повышение коэффициента полезного действия. Достаточная обеспеченность растений фосфором в осенний

период вегетации озимых культур способствует созданию оптимальных условий для перезимовки и осеннего кущения (Державин, 2000; Аристархов, 2000).

По своему влиянию на урожай зерновых культур калийные удобрения несколько уступают действию фосфорных и азотных удобрений, но при условии низкой обеспеченности почв обменными формами калия, без применения калийных удобрений невозможно получение высоких урожаев зерновых культур, кроме того, следует учитывать, что на известкованных почвах потребность в калии возрастает (Кулаковская, 1980). Отмечено также, что на почвах легкого гранулометрического состава эффект от калийных удобрений значительно возрастает при внесении их в составе полного минерального удобрения (NPK) (Тулин, Ставрова, 1992).

Внедрение в сельскохозяйственное производство современных высокопродуктивных сортов зерновых культур наиболее полно раскрывающих свой генетический потенциал в условиях интенсификации земледелия, роль средств химизации будет значительно возрастать. Исходя из этого главной задачей, стоящей перед сельскохозяйственной наукой и практикой в ближайшей перспективе, является разработка более совершенных элементов технологии возделывания новых сортов озимых культур (Войтович, Сандухадзе и др., 2002; Букреева и др., 2011). Кроме того, при более сбалансированном питании зерновых культур снижается риск загрязнения конечной продукции различными поллютантами и остаточными продуктами применяемых средств химизации (Шаповалов, 2006; Малявко, Белоус и др., 2013).

Достижение наибольшего эффекта от используемых систем удобрения возможно осуществить, применяя их в комплексе с пестицидами и биологически активными препаратами (Солнцев, Доманов, 2011; Дробышевская и др., 2017).

По мнению академика В.Ф. Ладонина (1991) применение повышенных доз минеральных удобрений способствует увеличению засорения зерновых культур сорняками, использующими значительную часть биогенных элементов, внесенных удобрений, что приводит к недобору зерна в мировом масштабе до 160 млн. т.

По причине недостаточно полного использования в зерновом производстве современных средств защиты усвоение растениями внесенного в почву азота обычно не превышает 50% и не более 35% калия и фосфора. Подсчитано, что даже с учетом усвоения растениями не более 25% от всего количества внесенных питательных веществ с удобрениями недобор зерна к уровню объемов мирового производства может достигать от одной до двух третей возможного (Санин и др., 2010; Zentai, 1985).

Улучшение фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в результате применения гербицида Сектор по данным О.Г. Курдюковой с соавторами (2013) урожайность зерна по черному пару увеличивалась на 0,37-0,41 т/га. Применение гербицидов положительно влияет на условия роста и развития зерна озимых культур, что способствует повышению урожайности и качества зерна озимых культур (Спиридонов и др., 2010; Междиев, 2012; Сорока и др., 2013).

Исследования Всероссийского НИИЗ и ЗПЭ свидетельствуют о том, что использование такого действенного фактора биологизации как севооборот с

применением минеральных и органических удобрений от 6 до 12 т/га способствует снижению засоренности и видового разнообразия сорняков, при явном преимуществе зернопропашного севооборота с черным паром (Дудкин, Дудкина, 2014).

Мощным фактором в борьбе с грибковыми заболеваниями является применение фунгицидов в посевах озимых зерновых культур, особенно на фоне применения повышенных доз азота, что положительно сказывается на увеличении урожайности и качества зерна (Ладонин, 1991; Becker, Brucher, 1985).

По данным многочисленных исследований известно, что за счет ассимиляционного аппарата флагового листа и колоса обеспечивается до 60-80% урожая (Кузьмин, 1970; Шпаар и др., 1998). Поэтому фунгицидами обработку посевов озимой пшеницы необходимо проводить в два срока. Первая обработка проводится в фазу выхода в трубку, вторая для обеспечения защиты флагового листа и колоса в период оттока пластических веществ в генеративные органы проводится в фазу колошения (Горелов, 2011).

В опытах Курской ГСХА однократное применение фунгицидов Фалькон и Прозаро обеспечило прибавку урожая зерна озимой пшеницы на уровне 0,57-0,69 т/га (Лошаков и др., 2015).

Применение биопрепарата Елена, Ж (*Pseudomonas aureofaciens*, штамм ИБ 51) в качестве фунгицида для борьбы с фузариозно-гельминто-спориозными корневыми гнилями озимых культур обеспечивает значительное повышение урожайности и улучшение качества сырой клейковины на 15-20 единиц ИДК и природы зерна озимой пшеницы на 5% (Кузина и др., 2011).

Исследованиями А. Мещеряковой, С. Кадырова (2014) установлено, что проведение подкормки посевов озимой пшеницы азотом в дозе 30 кг/га д.в. в ранне-весенний период в дозе 40 кг/га д.в., внесенной в фазу кущения на фоне обработки фунгицидами Рекс С – 0,8 л/га и Феразим – 0,7 л/га, в зависимости от возделываемого сорта урожайность зерна возрастала на 5,5-7,5%.

В опытах Московского НИСХ «Немчиновка» двукратная обработка фунгицидом и инсектицидом прибавка урожая зерна у сорта Московская 39 составила 17,2% или 1,29 т/га (Васютин и др., 2014).

Исследованиями установлено, что при комплексном применении средств химизации отмечается увеличение не только продуктивности озимых зерновых культур в пределах 37-45%, но также в значительной степени улучшаются качественные показатели зерна (включая технологические и хлебопекарные) (Белоус, Шаповалов, 2006; Ваулина, 2007; Завалин, Пасынков, 2007).

Таким образом, интенсификация производства предусматривает использование селекционно-генетических, агротехнологических, фитосанитарных и экономических ресурсов при соблюдении принципа соблюдения регламентов применения и контроля их качества.

1.2.2 Биологические препараты как один из действенных факторов биологизации современного земледелия

Темпы развития и эффективность интенсификации земледелия в настоящее время в значительной степени зависят от научно обоснованного использования достижений научно-технического прогресса. Его основой служит научно-исследовательская и инновационная составляющая, задачей которой является получение, использование и распространение новых знаний и технических решений в сельскохозяйственном производстве (Ефремов, 2014).

Процесс интенсификации земледелия неразрывно связан с наличием экологической устойчивости видов и агроэкосистем, адаптационных процессов и устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Известно, что потери урожая сельскохозяйственных культур в критических ситуациях, обусловленных неблагоприятными погодноклиматическими условиями могут составлять 50-80% от их биологической продуктивности (Прусакова и др., 2005).

Вполне реально практически осуществить максимально возможную продуктивность сельскохозяйственных культур при условии повышения их устойчивости к климатическим, солевым, водным, температурным и другим стрессовым ситуациям на основе использования регуляторов роста растений. Обладая широким спектром физиологической активности, они интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях, повышают устойчивость к стрессам и болезням, безопасны для человека и окружающей среды (Коршунов и др., 2013; Панасин и др., 2015; Синяшин и др., 2015). Особенностью проявления высокой физиологической и фунгицидной активности биопрепаратов является применение их в низких концентрациях – 5-50 мг/га. В своем большинстве биопрепараты обладают избирательностью действия как на отдельные виды и сорта, так и на разные органы растения (Алехин, 2004). Являясь по своей сути естественными соединениями и непосредственно включаясь в метаболизм растений, они не оказывают негативного влияния на почву и ее микрофлору и фауну. Эта группа соединений включает фитогормоны или их аналоги – эпибрассинолид, натриевые соли гиббереллиновых кислот; метабоолиты грибов – эмистин; гидроксикоричневые кислоты; гуматы; агат, крезацин и др. (Вакуленко, 2004).

Исследователи рассматривают биостимуляторы в качестве органического материала, применяемого в малых количествах для усиления роста и развития растений с учетом того, что эффект его действия не должен соотноситься с применением традиционных средств питания растений (Schmidt et.al, 2003). По определению голландских и итальянских исследователей под биостимуляторами следует понимать: 1) препараты, применение которых в низких концентрациях способствует улучшению биохимических процессов, как в растениях, так и в почвах. При этом повышается устойчивость растений, и они не являются заменой источников органо-минерального питания растений; 2) Новейшие стимуляторы роста и развития растений природного происхождения, полученные на основе биологического сырья, обладающие типом действия сходным с эффектом удобрения (Basak, 2008). Характерные для биостимуляторов следующие меха-

низмы действия: изменение содержания фитогормонов, активация ферментативной и микробиологической активности почвы, способствующей стимуляции роста и повышению урожайности.

Некоторые авторы считают, что сельскохозяйственные биостимуляторы представлены комбинациями различных соединений, включающих в своем составе микроэлементы, ферменты, микроорганизмы, регуляторы роста, экстракты водорослей, применяемых при обработке растений для повышения и регуляции физиологических процессов (Shekhar Sharma et al., 2014).

К регуляторам роста обычно относят фитогормоны и их синтетические аналоги. Следует также иметь в виду, что термин «биорегулятор» использовать предпочтительнее (Radenmacher, 2010), чем термин «регулятор роста» поскольку он имеет более глубокий смысл (Hedin, 1990). Следует также учитывать, что регуляторы роста растений (к примеру фитогормоны) могут состоять в виде компонентов биостимуляторов. Активными компонентами биостимуляторов являются пестициды, аминокислоты, ферменты, витамины, фитогормоны, сахара, антиоксиданты и др. (Maini, 2006).

Основные способы применения биостимуляторов включают в себя: обработку семян, обработку вегетирующих растений, обработку почвы. При разработке почвы преследуется цель активации азотного метаболизма почвы, повышения активности микрофлоры (Tegada et al., 2011).

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве среди используемых регуляторов роста большое внимание уделяют препаратам с комплексным действием, которые в отдельных случаях превосходят эффективность природных гормонов и их синтетических аналогов, соединяя в себе свойства различных фитогормонов, при использовании их в определенные фазы роста и развития растения. Препараты, используемые для обработки семян, полученные на основе тритерпеновых кислот в большинстве случаев проявляют свойства ауксинов. В фазе цветения – начала образования плодов им присуща функция гиббереллинов, или 2-метил- и диметиламинометилбензимидазол-5-ол-дигидрохлорид при обработке семян проявляет свойства цитокининов, а в последующем – ауксинов. В отдельных случаях разные свойства действующего вещества проявляются одновременно при максимальной эффективности (Шаповал и др., 2009).

Большая группа регуляторов роста комплексного воздействия на растения представлена следующими препаратами: 1 – хлорметилсилатран, 2 – метил-4-диметиламинометилбензимидазол-5-ол-дигидрохлорид, 2 – оксо-2,5-дигидрофуран, аммоний диметилфосфорнокислый, арахиновая кислота, гидроксикоричная кислота, соли гуминовых кислот, поли-бета гидроксимасляная кислота, тритерпеновые кислоты (Шаповал и др., 2015).

В отличие от действия удобрений, регуляторы роста не являются питательными веществами, а проявляют способности управления ростом и развитием растений. Создавая высокую агротехнику и используя удобрения, можно существенно повысить эффективность применяемых регуляторов роста и стимулировать образование природных ростовых веществ (Шаповал и др., 2015).

В Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации внесены некоторые биорегуляторы, такие как Агат-25К, Новосил, Лариксин, Вэрна, Циркон, Бигус, Симбионта, Креацин, Эпин-Экстра, Эмистим, Гуматы и другие из различных классов химических соединений. Особенность действия этой группы препаратов является их полифункциональность, характеризующаяся стимуляцией роста и развития растений, повышением устойчивости к абиотическим факторам среды и некоторым заболеваниям.

Сочетание антистрессового действия с антигрибковой, антибактериальной и противовирусной активностью на растения этой группы природных регуляторов роста способствует повышению продуктивности и качества продукции (Шаповал и др., 2008).

Применяемые регуляторы роста нового поколения обладают тройным действием на растения: стимулируют физиологические процессы, повышают устойчивость растений к влиянию неблагоприятных факторов и усилению неспецифического иммунитета в результате отмечается повышение продуктивности и качества производимой продукции. Установлено, что обработка цирконом, семян яровой пшеницы сорта Воронежская 10 и ярового ячменя сорта Криничный в количестве 1 мл/т с последующим опрыскиванием зерновых в фазу кущения при норме расхода препарата 20 мл/га, в условиях засухи обеспечило достоверную прибавку урожая зерна пшеницы (Прусакова и др., 2005).

Препарат циркон обладает способностью наряду со стимуляцией роста растений оказывать защитное действие по отношению к различным заболеваниям, что связано с наличием в его составе кофейной, хлорогеновой и цикориевой кислот (Каширская, 2001).

Способность циркона усиливать иммунитет растений, проявлять защитный эффект против фитопатогенов различной природы, проявляя антигрибковую и антибактериальную активность, а также противовирусное действие, проявляется благодаря антиоксидантной активности кофейной, хлорогеновой и цикориевой кислот (Малеванная, 2004; Чурикова, Малеванная, 2004).

Результаты исследований, проведенных в различных регионах РФ, показали, что при обработке семян зерновых культур препаратом Агат-25К увеличивается длина и озерненность колоса, масса зерна с одного колоса, масса 1000 зерен. При двукратной обработке препаратом Агат-25К в дозе 30 т/га в фазы кущения и колошения урожайность яровой пшеницы в 1,8 раза превысила значения, полученные в контрольном варианте. При обработке озимых культур осенью за 2-3 недели до наступления устойчивых холодов отмечено увеличение продуктивной кустистости, числа колосков в колосе, массы 1000 зерен, что положительно отразилось на повышении урожайности (Стрелков и др., 2002).

Ряд авторов (Васецкая, 2004; Алехин, 2005) в своих исследованиях отмечают положительное влияние регуляторов роста на физиологические процессы, протекающие в семенах зерновых культур в начальные фазы их развития. Содержание в природных биостимуляторах ауксинов способствует повышению энергии прорастания и полевой всхожести семян озимой пшеницы. Обработка семян озимой пшеницы перед посевом препаратом Альбит обеспечила сниже-

ние поражения растений корневыми гнилями и снежной плесенью, что способствовало улучшению минерального питания растений, существенно увеличило общую и продуктивную кустистость (Ковалев, 1992; Лазарев, 2004).

Проведенные исследования в различных регионах РФ по применению регулятора роста Альбит показали его высокую эффективность как фунгицида-антидота и комплексного удобрения при интенсификации возделывания зерновых культур (Бегунов, 2004; Злотников, 2005; Стрелков, 2005).

Высокую физиологическую активность проявляют брассиноиды. Один из них Эпин-Экстра – синтетический аналог природного фитогормона, регулирующей защитные функции клетки, усиливая синтез нуклеиновых кислот и белка, стимулируя активность ферментов, изменяя функции биологических мембран и ускоряя клеточное деление. Действует в концентрациях от 1 до 2 мл на 5 л воды. Функция Эпин-Экстра заключается в регуляции синтеза растением собственных гормонов, необходимых в разные фазы развития растений, способствуя повышению урожайности и устойчивости к болезням и стрессовым ситуациям (Прусакова, Чижова, 2005).

В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве, установлено, что опрыскивание вегетирующих растений узколистного люпина в фазу бутонизации препаратом Эпин-Экстра на фоне внесения $N_{60}P_{90}K_{120}$ обеспечило увеличение урожайности зерна. Прибавка к абсолютному контролю составила 149%. Применение Эпин-Экстра уменьшило удельную активность ^{137}Cs в зерне на этом варианте в 1,08 раза (Пашутко и др., 2017).

В настоящий период времени особо широкое распространение среди фиторегуляторов получили гуминовые препараты: Гумми 20, Гумивит НН, Плодородие, Гумистим. Эти препараты экологически безопасны, так как они получены методом концентрирования природных материалов и повышенной активизации органических материалов с использованием социально разработанной технологии (Ратников и др., 1997).

Являясь высокоэффективными природными стимуляторами роста калиевые и натриевые соли гуминовых кислот (Бигус, Плодородие, Гумат натрия, Гумистим и др.) эффективно усваиваются растениями. При проникновении в клетку они способствуют активизации синтеза нуклеиновых кислот и РНК, что приводит к ускорению роста и развития растений, стимулированию собственного иммунитета растений (Шаповал и др., 2006).

Характерной особенностью гуминовых веществ является стимулирующее и адаптогенное действие на клеточном и субклеточном уровне. Многочисленными экспериментами на уровне лабораторных и полевых опытов получены подтверждения тому, что они оказывают активное влияние на ростовые процессы растений. Такие исследования были проведены на разных видах сельскохозяйственных растений в различных агроклиматических зонах как в Российской Федерации, та и за рубежом. В осуществляемых исследованиях проводилась всесторонняя оценка физиологической активности различных препаратов, определяли диапазон концентраций, оказывающих стимулирующее действие на развитие и рост растений, изучали их влияние на продукционный процесс в целом с

учетом качества получаемой продукции. В результате проведенных исследований удалось установить, что под влиянием гуминовых препаратов отмечается усиление корнеобразования растений с хорошо развитым ассимиляционным аппаратом и более мощным ростом надземной массы (Климова, 1971).

Результаты экспериментальных исследований В.П. Трапезникова (2003) свидетельствуют о том, что эффект стимулирующего действия гуминовых препаратов обычно проявляется в невысоких концентрациях, исчисляемых тысячными долями процента. Так, гуминовые кислоты стимулируют ростовые процессы корневой системы растений, а в дальнейшем стеблей и ассимиляционного аппарата. В результате отмечается активизация обмена веществ в растениях за счет усиления дыхания, повышения поступления элементов питания через корни растений и более резко выраженного стимулирования синтетических процессов в растительном организме. Конечным итогом является значительное усиление ростовых процессов, повышение уровня продуктивности и качества получаемой продукции. Установлено, что применяемые гуминовые биопрепараты в случаях возникновения стрессовых ситуаций, когда отмечается торможение синтетических реакций в растениях, гуминовые препараты стимулируют и нормализуют течение метаболических процессов в растениях. При обработке гуминовыми препаратами зафиксирована также активизация микробиологических процессов в почве за счет почвенной биоты. Это в значительной степени способствует стимуляции процессов очищения почвы от различных поллютантов, в том числе внесенных с пестицидами, что положительно сказывается на экологической обстановке в агрофитоценозе, а также способствует улучшению структуры почвы, ее агрегатного состава, агрофизических свойств и активизацией процессов гумусообразования (Петров, Чеботарь, 2011; Петриченко, Николаев, 2012; Докшин, Федотова, 2014).

В результате изменения фосфорного обмена увеличивается количество фосфорноорганических соединений, принимающих участие в реакциях переноса и трансформации энергии. В результате активного поглощения фосфора накапливаются сахара и усиливается процесс синтеза нуклеиновых кислот (Христева, Лукьяненко, 1962; Лукьяненко, 1968; Демьяненко, 1977; Наумова и др., 1993). Отмечается заметное ускорение белкового обмена, сопровождаемое усилением роста растений, уменьшением концентрации нитратов в урожае конечной продукции (Chaminade, 1968; Христева и др., 1969; Исачкова и др., 2015). Установлено, что под влиянием гуминовых препаратов повышается содержание незаменимых аминокислот, среди них, такие как гистидин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, при незначительном снижении содержания лизина и триптофана (Ронсоль, 1969). Установлено, что существенно повышается интенсивность процессов дыхания, фотосинтеза, водообмена, повышается концентрация хлорофилла и витамина С, прослеживается четкая корреляция интенсивности дыхания и фотосинтеза растений, энергетического потенциала и активности окислительно-восстановительных ферментов с действием физиологически активных веществ, что характерно для начальных фаз развития растений (Старостин, 1968; Бобырь, 1980). Отмечается значительное снижение поражаемости зерновых культур корневыми гнилями (Нечаев и др., 2014). По

данным ряда исследователей (Уланов, 1993; Чепл и др., 2011; Виноградова и др., 2015) установлено, что под действием гуминовых препаратов урожайность сельскохозяйственных культур может увеличиваться от 30 до 40%, в том числе и на фоне последствия удобрений.

Исследования, проведенные на дерново-подзолистой песчаной радиоактивно загрязненной почве обработка посевов овса препаратом Гумистим на фоне органо-минеральной системы (последствие навоза 40 т/га + N₅₅P₂₀K₅₀) обеспечило прибавку урожая зерна 2,2 т/га при уровне урожайности в этом варианте 2,79 т/га (Белоус и др., 2012).

В опытах, проведенных в Калужской области (Мустафаева, Виноградова, 2015) по изучению влияния биоконкомплекса Гумадор на урожайность и качество зеленой массы кукурузы сорта Анютка установлено, что при применении биоконкомплекса Гумадор получен максимальный урожай зеленой массы кукурузы 35,8 т/га с прибавкой относительно контроля на уровне 10,0-13,2 т/га.

По данным М.М. Овчаренко (2008) при внесении гуматов в некорневые подкормки на пшенице сортов Мироновская 808, Кубышевская в зерне повышалось содержание клейковины на 2%.

В исследованиях по влиянию гуминовых препаратов в Ленинградской области на дерново-подзолистой глееватой, тяжелосуглинистой осушенной почве установлено, что прибавка урожая ячменя от применения гуматов относительно контроля составляла от 26 до 40% (Покинбара и др., 2008).

Высокая эффективность гуминовых препаратов получена в исследованиях В.С. Виноградовой с соавторами (2015) на яровой пшенице. Самая высокая биологическая урожайность яровой пшеницы 3,64 т/га отмечена в варианте с совместным применением удобрений и опрыскиванием посевов гуматами. Прибавка составляла 1,32 т/га.

В опытах, проведенных в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистой песчаной почвы в плодосменном севообороте наибольшая урожайность зерна озимой ржи получена при применении минерального удобрения N₁₄₀P₉₀K₁₂₀ в сочетании с Гумистимом (прибавка – 2,05 т/га по сравнению с контролем (Белоус, Адамко, 2014).

В полевых опытах, проведенных в Брянском ГАУ на серых лесных почвах, отмечена высокая эффективность применения препарата Гумистим на зерновых культурах и картофеле (Котиков и др., 2009; Ториков, Куликович, 2013). Стимулирование синтетических процессов растительного организма на основе принципа максимального удовлетворения растения элементами питания обеспечивает в полной мере реализацию генно биологических и адаптивных возможностей растительного организма.

Изучение эффективности действия регуляторов роста при совершенствовании технологии возделывания озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов в настоящее время имеет актуальное значение.

1.3 Яровая пшеница и особенности её возделывания в юго-западной части Нечерноземья России

В Нечерноземной зоне яровая пшеница не нашла широкого распространения, площади возделывания небольшие, что далеко не соответствует ее потенциальным возможностям.

Зерно яровой пшеницы используется в хлебопекарной, крупяной, макаронной промышленности. Но, в результате не соблюдения технологии возделывания и неправильного подбора сортов, качество зерна пшеницы снижается и его приходится использовать на кормовые цели. В связи с этим хлебопекарная промышленность в регионе использует дорогостоящее зерно, что не допустимо для нашего региона, так как почвенно-климатические условия соответствуют возделыванию этой культуры с уровнем урожайности 25-30 центнеров с гектара.

Для получения такого урожая необходимо повсеместно творчески пересмотреть зональные системы земледелия, дополнить их наиболее эффективными приемами, методами и формами ведения сельского хозяйства.

В разнообразном комплексе факторов для обеспечения наилучших условий развития яровой пшеницы, направленных на повышение урожайности и качества продукции, важная роль в технологии ее возделывания принадлежит использованию бактериальных препаратов и стимуляторов роста (Костин, 2007).

Регуляторы роста, в последнее время приобретают все большую популярность. Они обеспечивают повышение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, успешно используются для борьбы с полеганием хлебных злаков, болезнями, с сорной растительностью. Их успешно применяют в садоводстве, овощеводстве для ускорения укоренения при размножении черенками и рассадой, уменьшения предуборочного опадения плодов, с целью задержки цветения, прореживания цветков и завязей.

Однако в связи с неоднозначностью их действия необходимо дальнейшее изучение ростовых веществ различного происхождения на разных культурах и в разных условиях.

Пшеница - древнейшая культура, её распространение по всему земному шару сопровождающееся естественным и искусственным отбором, привело к формированию многих экологических групп, хорошо приспособленных к определённым районам возделывания. Впервые пшеница появилась в конце второго тысячелетия до н. э. в Средней Азии (Ненайденно, Судакова, 1991).

Зерно пшеницы содержит необходимые питательные вещества - белки (10-16%), углеводы, жиры, клейковину (28-40%), макро- и микроэлементы, витамины. В 1 кг пшеницы содержится 795 г углеводов (больше только в рисе), а это основной источник энергии (Шпаар и др., 2000).

В рацион питания россиян традиционно всегда входили зерновые злаки. В последние годы за счёт потребления хлебопродуктов удовлетворяется 40-42% дневной потребности человека в пище, 40-45% - в белке и углеводах. Вместе с хлебом и прочими продуктами питания из пшеничной муки человек получает значительную часть витамина РР и Е (Детковская, Лимантова, 1987).

Потребность в сухой массе и протеине в наибольшей мере люди удовлетворяют в первую очередь за счёт продуктов из зерна. Из 100% сухой массы, потребляемой человеком из продуктов растительного и животного происхождения, 70% составляет зерно, 54% всего потребляемого протеина человек также получает из зерновых продуктов (Шпаар и др., 2000).

В культуре яровой пшеницы распространено два вида: мягкая, дающая муку высоких хлебопекарных качеств, и твёрдая - с повышенным содержанием белка в зерне, используемая для приготовления высококачественных макарон. Зерно пшеницы служит сырьём для кондитерской, крахмало-паточной, декстриновой, спиртовой промышленности, его широко используют в хлебопечении (Посыпанов и др., 2006).

В животноводстве пшеницу используют в качестве концентрированного корма в виде зерна, комбикормов, отрубей (отходы переработки зерна). Солому в измельчённом и запаренном виде, или обработанную химическими веществами, охотно поедает КРС и овцы. Солома используется и как строительный материал, подстилка для животных, сырьё для изготовления бумаги и многое другое (Посыпанов и др., 1997).

Российская Федерация традиционно является одной из крупных зернопроизводящих стран мира. Главной зерновой культурой нашей страны по-прежнему является пшеница, которая в общем количестве произведённого зерна составляет более 50% (Пащенко, 2006).

В сравнительно короткий период рыночных преобразований 90-х годов прошлого столетия производство зерна уменьшилось. Уже в 1998 году площадь посева зерновых культур соответствовала уровню военных лет и была меньше, чем в какой-либо год за период, начиная с 1913 года, а такой низкий объём их валового сбора (47,9 млн. т) при убыточности производства зерна за последние полвека был получен впервые.

Валовой сбор зерна яровой пшеницы в 2009 году сократился еще более чем в два раза и составил 22,8 млн. тонн, а площадь посева яровой пшеницы в 2009 году составила около 14,9 млн. га (Российский стат. ежегод., 2010).

Валовой сбор яровой пшеницы зависит от урожайности культуры и в основном от площади посевов. Урожайность яровой пшеницы низкая, с колебаниями от 7,86 до 17,86 ц/га.

При всем огромном многообразии продуктов питания хлеб во все времена был, есть и останется в будущем повседневно востребованным и незаменимым продуктом питания номер один, а зерно - одним из главных и полноценных кормовых источников для производства продуктов питания животного происхождения, важным сырьём для зерноперерабатывающей и пищевой промышленности. Зерновой рынок является стержневым для эффективного функционирования всего агропродовольственного рынка страны (Гусев, Доркаева, 2007).

Яровая пшеница - самоопыляющееся растение длинного дня, проходит следующие фазы и этапы органогенеза: всходы, кущение, начало выхода в трубку, выход в трубку, колошение, цветение, налив семени, молочная, восковая и полная спелости.

Первый этап органогенеза начинается в конце созревания и завершается прорастанием семян и появлением всходов. При прорастании зерновки трогаются в рост главный зародышевый корешок и появляются зародышевые корни. У яровой пшеницы первая пара зародышевых корней появляется на второй день; вторая через 2-3 дня. С появлением всходов зародышевые корни достигают в длину 13-14 см.

Второй этап начинается через 10-15 дней после появления всходов и продолжается до образования третьего листа. При этом происходит процесс дифференциации конуса нарастания и формирования вегетативной массы растений. Очень важно, чтобы в этот период растения были хорошо обеспечены фосфором и калием, а также имели достаточное освещение.

Третий этап наступает при образовании третьего листа и в начале фазы кущения и продолжается до начала выхода растения в трубку.

Четвёртый этап характеризуется формированием колосковых бугорков, вытягиванием нижнего междоузлия (в основном стебле оно находится над узлом кущения), конечным формированием продуктивной кустистости, наступлением фазы выхода в трубку (до 10% основных стеблей). Растения в этот период весьма чувствительны к недостатку питательных веществ, влаги и воздуха в почве, затенению.

На пятом этапе происходит активный рост генеративных и вегетативных органов. В течение 2-3 дней окончательно определяется число колосков. Заканчивается формирование цветков в колосе. На этом этапе органогенеза наступает критический период формирования урожая. Поэтому в фазу выхода растений в трубку при интенсивной технологии проводят вторую подкормку азотными удобрениями.

Шестой этап характеризуется интенсивным ростом средних междоузлий; идёт формирование пыльниковых мешков, завязи, пестика, усиливается рост тычинок и покровных органов цветка, определяется их количество.

Седьмой этап характеризуется интенсивным развитием всех органов цветка и колоса, завершением процесса формирования пыльцы; усиливается рост тычиночных нитей, на рыльце вытягиваются волоски, интенсивно растут членики соцветия, покровные органы цветка и междоузлия. На этом этапе недостаток освещения и влаги приводит к недоразвитию цветков и резкому снижению урожайности.

Восьмой этап органогенеза наступает при завершении фазы колошения; заканчивается рост и развитие стеблей и всех органов колоса. Происходит интенсивный рост всего растения.

Девятый этап характеризуется полным выходом колоса из пазухи флагового листа, цветением и оплодотворением, образованием зиготы, завязи и зародыша. В этот период определяется количество зерновок в колосе.

Десятый этап отмечается формированием зерновки дифференциацией зародыша. Продолжается он 6-10 дней, в течение которых зерновки достигают типичных форм и размеров по длине. Для формирования полноценного зерна в этот период вносят третью дозу азота.

Одиннадцатый этап - происходит налив зерновок, идёт их рост в толщину и высоту, осуществляется накопление питательных веществ; длится фаза молочной спелости, которая постепенно переходит в восковую.

Двенадцатый этап - завершается налив зерна, усиливается отток питательных веществ из вегетативных органов в зерновку, накопленные питательные вещества превращаются в запасные; зерно приобретает тестоподобную, а затем воскоподобную консистенцию достигает полной спелости. Через 10 дней после наступления фазы восковой и полной спелости клетки, соединяющей зерновку с цветком, опробковываются, и зерно может осыпаться. В этот период необходимо проводить уборку и заканчивать её за 10 дней (Зинченко, Карасюк, 1988).

После всходов пшеница развивается медленно и сильнее угнетается сорняками, чем озимая. Корневая система характеризуется более слабым развитием и пониженной усвояющей способностью. Средняя продуктивная кустистость колеблется от 1,22 до 2. Зерно сравнительно крупное, масса тысячи зерен у мягкой пшеницы 35-45 г, у твердой-40-45 г. (Коломейченко, 2007).

Яровая пшеница растение холодостойкое, жизнеспособные всходы появляются при температуре равной 5-7°C, всходы переносят непродолжительные заморозки – до - 10°C. Мягкая пшеница более устойчива к низким температурам, чем твердая. Высокие температуры менее благоприятны для силы роста и полевой всхожести семян, так как создаются благоприятные условия для активной жизнедеятельности различных грибков и бактерий, которые повреждают и даже губят зародыш эндосперма (Кондратенко, 2004).

Продолжительность от всходов до кущения 15-22 дня, к этому времени первичные корни углубляются на 50-55 см. Вторичные корни появляются в фазе 3-4 листьев только при наличии влаги в почве в зоне узла кущения. Для прорастания семян мягкой пшеницы требуется 50-60% воды от массы сухого зерна.

Потребление воды яровой пшеницей в течение вегетационного периода неравномерно. Критические периоды по отношению к влаге – выход в трубку - колошение, то есть периоды образования репродуктивных органов. Недостаток влаги в этот период увеличивает количество бесплодных колосков (Коренев, 1990).

Яровая пшеница, по сравнению с другими культурами наиболее требовательна к наличию в почве питательных легкодоступных веществ, что объясняется ее сравнительно коротким вегетационным периодом и пониженной корневой системой.

Почва для твердой пшеницы: черноземы и каштановые, для мягкой – черноземы, каштановые, средне- и слабоподзолистые, легко- и среднесуглинистые по гранулометрическому составу. На подзолистых почвах необходимо вносить известь, органические и минеральные удобрения. Пшеница страдает от повышенной кислотности. Хороших урожаев ее можно добиться на почвах слабокислотных и нейтральных (рН 6-7,5).

Зависимость между содержанием белка в пшенице и величиной рН носит криволинейный характер: при росте рН до 6,6-7 – белковость растет, а затем снижается (Минеев, Надеждина, 2003).

Из биологии яровой пшеницы следует отметить недружность и изреженность ее всходов. Причинами этих явлений могут быть недостаточная влажность и быстрое высыхание верхнего слоя почвы, повреждение проростков и всходов вредителями.

Внесение сбалансированного количества элементов питания значительно уменьшает поражённость посевов корневыми пшеничными гнилями и другими болезнями, существенно повышает качество и урожайность зерна яровой пшеницы (Данильчук, 1990).

При наличии достаточного количества влаги на глубине узла кущения хорошо развиваются зародышевые и узловые корни. В основных районах возделывания ранневесенние засухи иссушают верхний слой почвы, в результате слабо развиваются узловые и зародышевые корни, что ведет к резкому снижению урожайности.

1.4 Роль агроэкологических факторов в современном земледелии

Как считает академик В.Г. Минеев (1991) из-за увеличения объемов и ассортимента используемых в последнее время в земледелии современных средств химизации многократно возросла нагрузка различных токсикантов на почвенную микрофлору и фауну в агроландшафтах.

Принимая во внимание это положение, внедрение в практику сельского хозяйства более совершенных элементов интенсивных технологий требуют основательной научно обоснованной экологической оценки.

Проведение такой оценки должно предусматривать несколько аспектов:

1) химическую нагрузку на различные объекты окружающей среды (включая почву) химическими веществами, входящими в состав различных средств химизации (удобрения, пестициды и т.д.);

2) влияние агрохимикатов и агрофизические и агрохимические свойства почвы и их комплекс, служащий предпосылкой к изменению состояния плодородия и в целом генезиса почвообразовательного процесса;

3) действие на биогеоценозы в целом, свойственные только им количественные и качественные особенности их составляющих, а также параметры качества растениеводческой продукции; 4) учитывая тесную взаимосвязь процессов действия химических средств на свойства почвы со свойствами почв в их первозданном состоянии (Лошаков, 2006; Новоселов, 2011).

Набирающая темпы интенсификация сельскохозяйственного производства предполагает использование широкого спектра различных средств химизации с учетом их совершенствования. В тоже время наравне с этим широко будет использоваться интегрированный метод борьбы с вредными организмами, базирующийся на комплексном использовании существующих способов и средств с учетом точного прогнозирования. Использование таких методов име-

ет высокую эффективность и гарантирует безопасность для объектов окружающей среды и работающего персонала (Милащенко, 1991; Мельников, 1991).

Широкое применение пестицидов напрямую связано с относительно высокой технической и экономической эффективностью, простотой и доступностью их использования и относительно быстрым получением ожидаемого результата.

По мнению В.Г. Лошакова (2006) экологические проблемы в настоящее время в России приобрели большое значение и вызывают серьезную тревогу. По данным Министерства здравоохранения России за счет возросшей антропогенной нагрузки на окружающую среду во многих регионах страны уже превышены установленные нормативы, что значительно усложнило экологическую ситуацию.

Более 54% земельной площади в связи со значительно возросшей хозяйственно-экономической деятельностью агропромышленного комплекса оказалась загрязненной. В Российской Федерации более 125 млн. га или около 60% их площади было подвержено водной и ветровой эрозии и протекание этого процесса ничем не ограничено.

Как считает И.А. Тихонович (2006), возросший интерес исследователей к экологической проблеме определяется рядом объективных причин. Одной из них является возросшее понимание проведения глубокого анализа взаимосвязанных процессов, активно протекающих в окружающей среде с участием человека. Экологические исследования, проводимые в настоящее время, используют различные методы оценки возможных рисков, возникающих в современном сельскохозяйственном производстве. Вполне допустимо, что оценка возможного риска в силу объективных сложностей, имеющих место взаимосвязей активно протекающих в различных агроценозах, требует разработки и применения ресурсосберегающих экологически выверенных современных адаптивных технологий.

Следует учитывать, что в последний десятилетний период отмечено значительное снижения объемов применяемых в сельскохозяйственном производстве России современных средств химизации, однако в силу определенных причин земледелие в экологическом аспекте осталось на прежнем относительно невысоком уровне. По большей части, это следует отнести на счет невысокого уровня экологического образования исполнителей различных технологий, применяемых в земледелии, нарушении классических научно обоснованных севооборотов, технологических приемов обработки почвы, правил транспортировки, условий хранения и применения минеральных удобрений и других средств химизации, не исполняются в достаточной мере мероприятия по защите почв от водной и ветровой эрозии (Лошаков, 2006).

Успешное решение экологических проблем в современном растениеводстве вполне достижимо при комплексном решении всех проблем в рамках сложившихся систем земледелия, которые обязательно должны учитывать не только поддержание достигнутого уровня плодородия почв, но также и предусматривать возможность его расширенного воспроизводства, что будет способствовать сохранению агроландшафтов и обеспечивать экологическую безопасность

окружающей среды в целом. Главнейшим и основополагающим фактором в решении комплекса стоящих задач в первую очередь является то, что должна исполняться на практике научно обоснованная рациональная структура посевных площадей и научно разработанная региональная система севооборотов. Являясь важнейшим с биологической и агротехнической точки зрения средством поддержания и воспроизводства плодородия почв, эффективной защиты их от эрозии, севообороты выступают одним из важнейших факторов повышения фитосанитарного состояния современного земледелия. Введение таких севооборотов служит основой современного земледелия и является предпосылкой для внедрения в практику сельскохозяйственного производства эффективного и экологически чистого земледелия (Кирюшин, 2006; Белоус и др., 2011).

Важнейшей задачей экологизации земледелия в настоящее время является восстановление и сохранение в значительной степени утраченного биоразнообразия, агрономически правильное размещение сельскохозяйственных культур в научно обоснованных севооборотах при условии соблюдения принципа оптимального соотношения сельскохозяйственных и природных угодий; разработка и внедрение оптимальной инфраструктуры агроландшафтов на основе максимального учета энергомассы переноса; максимально возможное повышение экологически стабильных агрофитоценозов; поддержание биологического круговорота веществ в агроландшафтах с соблюдением оптимально возможных параметров, отсутствие или недостаток необходимых препаратов, их относительно высокая стоимость и экологическая опасность для существующих экосистем повышает роль биологического сдерживания (Минеев, Ремпе, 1990; Кирюшин, 2006).

По мнению А.С. Миндрина (2006) в настоящее время экологическая ситуация, складывающаяся на сельскохозяйственных угодьях России, в значительной степени является напряженной и явно имеет тенденцию к ухудшению, при этом отмечена возрастающая их чувствительность к антропогенным нагрузкам, которая характеризуется снижением устойчивости агрофитоценозов к деградиационным процессам, следствием которых является увеличение доли площадей с ухудшенными агрофизическими и агрохимическими свойствами.

Проведенными многочисленными экспериментальными исследованиями в разных странах в течение длительного времени достоверно установлено повышение накопления тяжелых металлов, а после аварии на ЧАЭС и радионуклидов в различных объектах окружающей среды, в том числе в воздухе, воде, почве, в почвенных и растительных микро- и макроорганизмах. Наиболее опасны для живых организмов такие тяжелые металлы как свинец, ртуть, кадмий, кобальт, цинк, мышьяк и некоторые другие (Кузина и др., 1985; Черников и др., 2000; Черных и др., 2001). При техногенном загрязнении объектов окружающей среды тяжелыми металлами начальным звеном их поступления в организм животных и человека по пищевым цепям является почва (Черных, 1991; Державин, 1992). На основании ранее проведенных многочисленных опытов установлено, что одним из наиболее значимых источников пополнения ТМ в агроландшафтах наряду с транспортом и промышленными предприятиями являются различные виды средств химизации, в состав которых они входят при

использовании сырьевых ресурсов в результате несовершенного технологического процесса производства (Минеев, Ремпе, 1991; Городный и др., 2007).

В настоящее время группа тяжелых металлов включает в себя более 40 элементов периодической системы, среди которых необходимо выделить наиболее значимые (ртуть, кадмий, свинец, олово, медь, кобальт, марганец, хром, никель, цинк, молибден и другие), имеющие атомную массу свыше 50 единиц. Принято считать их тяжелыми при наличии их в растительных и животных организмах в высоких концентрациях (Баранников, Кириллов, 2005).

Исследованиями показано, что при избытке тяжелых металлов прямое их действие сопровождается косвенным воздействием, а именно переводом значительного количества питательных веществ в состояние, малодоступное для растений, функциональным расстройством поступления и распределения в растительных организмах биогенных элементов.

Длительное систематическое применение различных удобрений (органические, минеральные) по убеждению Е.А. Карповой (2005) на почвах дерново-подзолистого типа способствует накоплению многих тяжелых металлов в гумусном горизонте этих почв. Количество аккумулирующихся в пахотных горизонтах ТМ определяется видом и формой используемых удобрений (Sr, Ti, Mn, Zn, Cr, As, Fe); в зависимости от состава перерабатываемых руд и в большей степени от исходного сырья удобрений (Zn, V), как это проявляется на почвах тяжелых по гранулометрическому составу – суглинистых и глинистых в сравнении с почвами легкими (песчаными и супесчаными). К накоплению в почвах Ni, Co и V при систематическом применении удобрений их форма не играет существенной роли. Известно, что повышение содержания в пахотных почвах железа при систематическом длительном применении удобрений обычно составляет порядка 10-17%, для Sr и Ti около 30%. Для таких ТМ как V, Cr, Mn, Zn, Co, Ni, As, V возрастает до 1,4-2,0 раз.

По мнению В.В. Тощева с соавторами (2006) основными загрязнителями зерна и соломы злаковых культур в настоящее время являются кадмий, цинк и никель.

Проведенными исследованиями установлено, что обладающие мутагенной активностью ТМ по силе ее воздействия на живые объекты выстраиваются в следующий ряд: Cr, Be, As, Ni, Hg, Cd, Pb (Ягодин и др., 1997). Следует иметь в виду, что из всего количества имеющих наибольшее распространение и представляющих потенциальную опасность для здоровья человека тяжелых металлов (Cu, Cd, Hg, Zn, Sd, V, Cr, Mo, Co, Ni) всего лишь четыре (Cd, Hg, Pb, Sd) могут быть основательно причислены к очень токсичным ТМ (Еремина, Бутовский, 1997).

Проведенные исследования ряда авторов (Кабата Пендиас, Пендиас, 1989; Ильин, 1991; Королев, 2001) наглядно свидетельствуют, что накопление таких приоритетных загрязнителей, как Cu, Zn, Pb и Cd, отмечено как в промышленно развитых районах, так и на почвах сельскохозяйственных угодий РФ.

Возрастающие в последние годы объемы применяемых в сельскохозяйственном производстве средств химизации, включая минеральные удобрения, являющиеся одним из наиболее доступных источников пополнения запасов

биогенных элементов питания в почве и поддерживающих на определенном уровне эффективное плодородие почв, всегда имеют в своем составе некоторое количество примесей, содержащих ТМ, однако они кроме удобрительной функции выполняют роль мощного фактора при трансформации почвенных запасов, а также регулярно поступающих в почву агроландшафтов соединений ТМ с атмосферными осадками (Минеев и др., 2007).

Как полагает Хасан Дерхам (2007), почвенные соединения тяжелых металлов можно подразделить на непрочно сорбированные органическими и минеральными компонентами почвенного комплекса и прочносвязанные (в основном с силикатными и другими минералами). Как правило, непрочно связанные соединения тяжелых металлов предрасположены к миграции.

По мнению Л.Н. Анисимовой и др. (2007) такие тяжелые металлы, как медь, цинк, кобальт, являясь рассеянными в почве элементами с одной стороны, а, по сути, с другой стороны, это микроэлементы, жизненно необходимые для нормального течения в растительных и животных организмах синтетических процессов, поэтому вполне становится объяснимой их активная биологическая миграция по трофическим цепям, при этом допускается возможность накопления микроэлементов в опасных для живых организмов концентрациях.

Известно, что избыток тяжелых металлов в почве оказывает негативное влияние на растения посредством частичного перевода питательных веществ в труднодоступное состояние, в определенной степени препятствуя поступлению в растения других элементов питания. Известно, что кадмий принадлежит к одним из самых токсичных тяжелых металлов (ПДК – 0,03 мг/кг), ингибируя деятельность микробных сообществ и работу ряда ферментов растительных организмов (Державин, 1992). Установлено также (Королев, 2011), что высокая концентрация Cd в почве приводит к уменьшению содержания в растениях таких тяжелых металлов, таких как P, Ca, Mg, Fe, Zn, Pb. Повышенное содержание некоторых из них способствует нарушению сложившегося баланса питательных веществ в растениях, что в свою очередь негативно влияет на процессы синтеза и функции биологически активных веществ (гормонов, витаминов), включая синтетические процессы с участием ферментов, что приводит к коагуляции белковых комплексов.

Исследованиями В.В. Дыбина (2001) показано, что при превышении ПДК по содержанию ТМ в почве значительно снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) способствует усилению процесса миграции биогенных элементов из пахотного слоя почвы. При внесении удобрений отмечается не только повышение продуктивности возделываемых сельскохозяйственных растений, но и значительно увеличивается размер выноса тяжелых металлов (ТМ) из почв (Азаров и др., 1995), при этом темпы прироста биомассы, как правило, опережают темпы поступления ТМ из почвы в растения, что способствует снижению концентрации ТМ в растениях, при значительном повышении размеров их выноса из почвы (Попова, 1991).

Экспериментальные данные многих исследователей свидетельствуют о том, что возросшие темпы индустриального развития страны в последнее время сопровождаются антропогенным вовлечением в круговорот азота, в том числе

биологической и технической природы, что стало основной причиной активизации потоков свободных нитратов в биосфере. Уровень их содержания в наиболее полной мере формирует представление о состоянии азотного питания, и что очень важно, положительно коррелирует с размерами получаемой продукции и основными показателями ее качества. Избыточное количество нитратного азота коренным образом снижает качество сельскохозяйственной продукции и наносит ощутимый вред здоровью животных и человека (Крищенко, 1983; Макарец, 1999; Черников и др., 2000; Баранников, Кириллов, 2005).

Установлено, что около 60-80% нитратов, поступающих в организм человека, имеют растительное происхождение, и поэтому одним из рациональных путей снижения их негативного действия на организм человека и животных состоит в выращивании полевых культур с наименьшим содержанием нитратов. В нашей стране, реальное количество нитратов поступающее в организм человека разными путями в течение суток в среднем составляет от 150 до 350 мг/чел, а в отдельных случаях может достигать 500 мг/чел (Ильницкий, 1990).

Расчетами установлено, что токсичная для человека доза $N-NO_3$ составляет порядка 16-18 мг на один кг живого веса или около 600 мг в сутки для взрослого человека, а допустимая суточная нагрузка для взрослого человека не должна превышать 300-325 мг или 6-7 мг $N-NO_3$ на один кг живого веса (Ильницкий, 1990).

Известно, что опасность нежелательных последствий при поступлении нитратсоединений в организм животных и человека может через осуществление канцерогенных свойств потребленных нитратов с большой долей вероятности протекания эндогенного синтеза N -нитросоединений канцерогенной природы как конечного продукта реакций первичных и вторичных нитросоединений в животных организмах с нитратами (Ильницкий, 1989).

Существует опасность проявления эндогенного и мутагенного действия различных веществ промежуточного цикла реакций синтеза с участием нитратов (Журавлев, Цапков, 1983; Зарубин и др., 1984). Установлено, что длительное систематическое скармливание животным растительных кормов с избыточным содержанием нитратного азота, что в большинстве случаев приводит к нарушению воспроизводительной функции животных, часто сопровождаемое случаями гибели эмбрионов (Кремлев, Авраменко, 1990). Отмечены случаи отравления стельных коров в ситуациях, когда в суточном рационе животных содержание $N-NO_3$ превышает 0,2 г/на кг живого веса. Помимо этого, отмечается гибель новорожденных телят в первые дни жизни вследствие ослабления жизнеспособности, что напрямую связано с развитием процесса гиповитаминоза (Ильницкий, 1989).

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что размеры содержания $N-NO_3$ в растениях, как правило, зависят от биологических особенностей самих культур, условиями минерального питания и складывающимися погодными-климатическими условиями периода вегетации при возделывании сельскохозяйственных культур. Следует иметь в виду, что суммируясь, эти причины определяют свыше 30 факторов, каждый из которых может быть решающим в метаболизме нитратов в процессе роста и развития растений. При этом очень важным моментом в процессах потребления и ассимиляции со-

единений азота при оптимально допустимом соотношении их форм в почве должны находиться под контролем человека (Жученко, Андриющенко, 2009; Hibbs, 1978; Stodart, 1978).

Принято считать, что ведущим фактором, оказывающим непосредственное влияние на уровень содержания нитратов в растениях, выступают азотные удобрения, при этом применяемая доза имеет решающее значение. Опытами, проведенными в различных агроклиматических условиях, показано, что применение последовательно возрастающих доз минерального азота при возделывании картофеля достоверно увеличивало содержание нитратов в клубнях в 1,5-2,5 раза (Шлык, 2014; Белоус и др., 2015). Установлено также, что при недостаточном освещении накопление нитратов при повышенном уровне азотного питания возрастает (Белоус и др., 2010; Schurman, 1974).

Несбалансированное соотношение азота с другими элементами питания при удобрении сельскохозяйственных культур в большинстве случаев является основным фактором, приводящим к увеличению содержания нитратов в урожае (Lorenz, 1978). Наиболее проверенный способ регулирования уровня азотного питания и, как следствие, размеров содержания нитратов в урожае по мнению Д.А. Коренькова (1999), является внесение азотных удобрений в два, три приема, в зависимости от применяемой дозы. При этом внесение аммонийных форм азотных удобрений более эффективно (Gotshalk, 1984). Наиболее вероятным фактором, оказывающим влияние на развитие сельскохозяйственных культур, который косвенно способствует аккумуляции нитратов в урожае, может быть недостаток фосфора в почве, внесение фосфорных удобрений дополнительно нормализует содержание $N-NO_3$ в растениях (Анспек и др., 1985). При повышении уровня азотного питания важная роль принадлежит также калию, который посредством повышения активности нитратредуктазы активно способствует синтезу в растениях органических кислот и углеводов, что способствует вовлечению нитратного азота в процессы органического синтеза, большую роль при этом важно соблюдать соотношения между Р и К. При внесении высоких доз азотных удобрений возрастает роль микроэлементов и в первую очередь молибдена, который принимает участие в процессе ассимиляции растениями нитратов. Молибден способствует увеличению поглощения растениями из почвы соединений азота, увеличивая скорость процесса синтеза белков (Blanc, 1980). Наличие дефицита молибдена в почве способствует повышению накопления нитратов в почве (Андриющенко, 1983).

В увеличении производства растениеводческой продукции важнейшая роль принадлежит химическому методу защиты растений, которые являются обязательным элементом любой интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Пестициды, применяемые в сельскохозяйственном производстве, способствуют сокращению потерь урожая. При применении пестицидов ежегодно сохраняется более 16 млн. т зерна, около 5,7 млн. т картофеля и более 1,9 млн. тонн овощей (Мельников, 1981). Однако необходимо учитывать такой немаловажный фактор, как свойства пестицидов создавать потенциальную опасность для многих живых организмов. Обладая высокой биологической активностью и потенциальной возможностью длительно сохранять-

ся, передвигаться и аккумулироваться в окружающей среде и урожае сельскохозяйственных культур (Павлюшин и др., 2008).

В настоящее время методы оценки степени вредоносности применяемых пестицидов в практике сельскохозяйственного производства по целому ряду показателей (коэффициенту экологической опасности, токсической нагрузке, токсичности для защищаемого растения и т.д.) представляют вероятную возможность определить и рекомендовать к применению наиболее перспективные и более безопасные в системах комплексной защиты растений (Гришечкина, Долженко, 2013).

С целью уменьшения вероятности негативного действия пестицидов постоянно совершенствуются ассортимент пестицидов, формы и методы их применения (Захарьева и др., 2012). Профилактические мероприятия обоснованы гигиеническими нормативами ДДК и ДОК пестицидов в различных объектах окружающей среды. Содержание пестицидов подлежит строгому нормированию в почве, различных пищевых продуктах, атмосферном воздухе и водных источниках (Гончарук и др., 1981).

Исследованиями показано, что применение пестицидов при обязательном учете экономических порогов при относительно невысоких затратах на оценку уровня засоренности посевов дает возможность реально сократить их расход не менее, чем на 20-30% и значительно снизить потери урожая. Установлена также высокая эффективность применения смесей пестицидов (Постников, 2012). Установлено повышение гербицидной активности модифицированных препаратов, выраженной в повышении урожайности зерновых культур (Зубарев, 2012). Применение баковой смеси мочевины и гербицида при обработке посевов яровой пшеницы в фазе кущения снижает гербицидную нагрузку на посев не менее, чем на 25% при урожайности зерна на уровне 2,6-3,1 т/га (Костюк, Алтухова, 2011).

Исследованиями установлена высокая эффективность баковой смеси гербицида мерлин и трофи-90 в борьбе со злаковыми сорняками в посевах кукурузы в Приморье, при этом отмечено повышение урожайности кукурузы и последующей культуры – сои (Sopena et all., 2011).

Результаты исследований свидетельствуют, что применение пестицидов в рекомендованных дозах, как правило, остатки их в урожае практически не обнаруживаются (Исаева, 1982). По мнению В.И. Кирюшина (2006) проведение исследований, направленных на изучение закономерностей пространственного перераспределения остаточных количеств ядохимиката в окружающей среде в настоящее время является актуальным при решении проблемы их безвредного использования в различных компонентах агроландшафтов. Целенаправленное применение в практике сельскохозяйственного производства высоких технологий предусматривает комплексный подход к использованию современных средств защиты растений и исключает риск загрязнения получаемого урожая остаточными продуктами используемого препарата, что также исключает возможность деградации почв. В настоящее время применение интегрированной защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, органически сочетающейся

комплексное применение средств защиты и агротехнические приемы, способствует охране внешней среды.

1.5 Особенности производства растениеводческой продукции в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов

В результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС суммарная активность выброса продуктов деления составила 50 МКи ($1,85 \cdot 10^{18}$ Бк) (Коваленко, 2008), что привело к обширному радиоактивному загрязнению 14 субъектов европейской части Российской Федерации на площади около 57 тыс. км². Наиболее сильному загрязнению подверглись Калужская, Брянская, Орловская и Тульская области, их доля от общей площади составила 45%, где выпало более 2003 тыс. Ки ¹³⁷Cs, из которых 71% приходился на территорию Брянской области (Израэль, 2006).

После распада короткоживущих радионуклидов на загрязненных территориях Чернобыльскими выпадениями основными дозообразующими радионуклидами является цезий-137 и стронций – 90 (Щеглов, 2000; Маркина и др., 2006). Наиболее высокие уровни загрязнения ¹³⁷Cs (свыше 1480 кБк/м² или 40 Ки/км²) оказались в Брянской области и составили в целом 17,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из которых на долю сенокосов и пастбищ приходилось 9,8 тыс. га, а доля пашни составляла 7,3 тыс. га (Панова и др., 2016). Более высокая плотность загрязнения ¹³⁷Cs территории Брянской области приходится на юго-западные районы: Гордеевский, Красногорский, Новозыбковский, Клинцовский, Злынковский и Климовский, плотность загрязнения почвы в этих районах была выше доаварийного периода от 40 до 500 раз (Прудников, 2012). Следует отметить, что по прошествии более 25 лет после аварии на ЧАЭС, высокие уровни радиоактивного загрязнения агроландшафтов в достаточной степени остаются проблемными в практическом плане для сельхозпроизводителей (Сотников и др., 2015).

После радиоактивного загрязнения особенно опасны оказались для живых организмов биологически активная группа радионуклидов, имеющих одну общую для всех особенность, которая определяется тем, что в своем большинстве они двойники многих элементов, выполняющих важнейшие биохимические функции в растительных и животных организмах (Алексахин, 1993; Израэль, 1994). При этом особую опасность представляют долгоживущие радионуклиды, такие как ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am, которые включаясь в трофические цепи, являются источниками внутреннего и внешнего облучения организма при их поступлении с продуктами питания (Алексахин и др., 1994; Агеец, 2005; Подоляк, 2012).

Установлено, что на ранних стадиях мероприятий по снижению радиоактивного загрязнения почвы происходят процессы изотопного и ионного обмена и сорбционно-десорбционный процесс в системе почва-почвенный раствор-радиоактивная матрица, активным участником которого выступает катион аммония (NH₄⁺) (Gremers et al., 1998). Обладая сильными десорбционными свойствами, он способен вытеснять катион ¹³⁷Cs в почвенный раствор сорбента, способствуя тем самым более активному его поглощению растениями (Санжа-

рова и др., 2014), что связано с ограничением применения амонийных форм азотных удобрений.

Лабильные формы глинистых минералов в почве в значительной степени являются определяющим фактором фиксации ^{137}Cs почвами посредством вхождения иона ^{137}Cs в межпакетное пространство кристаллической решетки монтмориллонитов различной природы (глин, гидрослюдов и слюдов (Бакунов, Юдинцева, 1989).

Илистая фракция почв в своей основе определяет сорбционную емкость ^{137}Cs . Установлено, что между количеством цезия-137, десорбированного в почвенный раствор, и содержанием илистой фракции в почву коэффициент корреляции составляет 0,83 (Коноплева, Сысоева, 2003).

Установлено, что из почв, имеющих высокий уровень плодородия, при одинаковом уровне радиоактивного загрязнения радионуклиды (^{137}Cs и ^{90}Sr) поступают в растения и накапливаются в урожае в 1,5-2 раза меньших количествах, чем из низкоплодородных почв (Дробышевская и др., 2017).

Многочисленными и многолетними исследованиями показано, что получение менее загрязненной продукции растениеводства стало возможным по причине трех одновременно действующих факторов: относительно прочной сорбции радионуклидов почвой, непрерывно протекающего процесса радиоактивного распада и применения в сельскохозяйственном производстве различных защитных мероприятий (Прищеп и др., 1997; Белоус, Шаповалов, 2006; Белоус и др., 2016; Санжарова и др., 2016). Учитывая при этом, что размеры корневого поступления радионуклидов в урожай сельскохозяйственных растений определяются формой их соединений в почве в зависимости от агрофизических и агрохимических свойств этих почв (Богдевич, 2005; Леонова, Прудников, 2014).

При разработке реабилитационных и защитных мероприятий в условиях агропромышленного производства на радиоактивно загрязненных почвах необходимо исходить из того, что научно обоснованные технологии выращивания различных культур должны быть направлены не только на повышение продуктивности и качества товарной продукции, но также предусматривать сохранение и воспроизводство плодородия данного типа почвы (Алексахин и др., 2006; Белоус, Шаповалов и др., 2012).

Установлено, что на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава (песчаных и супесчаных), как правило, низкоплодородных, в урожае возделываемых сельскохозяйственных культур отмечается более высокая удельная активность ^{137}Cs (Санжарова и др., 2004; Белоус и др., 2011).

Исследованиями, проведенными в разное время, установлено, что уменьшение содержания ^{137}Cs в продукции растениеводства на 46% обусловлено естественным протеканием метаболических процессов, радиоактивный распад обеспечивает уменьшение не менее 5%, а проведение защитных мероприятий способствует снижению поступления радионуклидов на уровне 49%, однако, с течением времени эффективность защитных мероприятий ослабевает (Белоус и др., 2010; Санжарова, 2010).

Основной показатель, по которому определяют необходимость проведения реабилитационных мероприятий загрязненных сельхозугодий - уровень за-

грязнения радионуклидами, препятствующих получению нормативно чистой продукции (уровень вмешательства) (Подоляк, 2012). Уровни вмешательства устанавливаются с учетом сведений о коэффициентах перехода ($K_{п}$) радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr из почв разных типов в основную продукцию выращиваемых сельскохозяйственных культур. Коэффициенты перехода радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию служат основой прогноза уровня загрязнения урожая возделываемых культур. Расчет загрязнения продукции осуществляют, руководствуясь формулой:

$$A_{пр} = K_{п} \cdot П_{п},$$

где $A_{пр}$ – удельная активность продукции (Бк/кг);

$K_{п}$ – коэффициент перехода в продукцию радионуклида (Бк/кг растений/кБк/м² почвы);

$П_{п}$ – плотность загрязнения почвы (кБк/м²) (Подоляк и др., 2012).

Попадая в организм человека с продуктами растительной и животной пищи (крупы, хлебопродукты, овощи, молоко, мясо и др.), ^{137}Cs свободно перемещаясь по организму, преимущественно накапливается в мышечных и мягких тканях, при этом дозы облучения всех органов сопоставимы, что имеет первопричинную связь с повреждениями генетического и соматического характера (Агеев, 2001).

Базовая основа всех защитных и реабилитационных мероприятий в настоящий период времени на радиоактивно загрязненных сельхозугодьях опирается на производственно-зональные системы земледелия, учитывающие сложившиеся зональные погодно-климатические условия в комплексе с агротехническими и агрохимическими мероприятиями. Применение таких технологий, учитывающих использование на практике специальных защитных мероприятий, способствует наименьшему поступлению радионуклидов с продукцией растениеводства (Кузнецов, Санжарова, 2016).

Однако необходимо учитывать то, что основным направлением развития сельскохозяйственного производства в стране реально будет максимально возможная экологизация землепользования и адаптация сельскохозяйственного производства к конкретным почвенно-экологическим условиям посредством разработки и внедрения систем земледелия ландшафтно-экологической направленности. Это соответствует решениям конференции ООН об устойчивом развитии природопользования в глобальном масштабе (Коптюг, 1992). В практическом плане это нашло свое отражение в решении сессии Россельхозакадемии, где определен курс на экологизацию землепользования к сложившимся природно-экологическим условиям на основе разработки и внедрения новых систем идентификации на ландшафтной основе. Эти решения отражены в концепции «Обеспечение устойчивого развития агропромышленного производства в условиях техногенеза», которая призвана отражать принципы и методы ведения сельского хозяйства посредством освоения адаптивно-ландшафтной системы земледелия (Кирюшин, 2011).

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия отличаются от производственно-зональных их инкорпорированностью в определенный однородный по природным условиям природно-территориальный комплекс, выделенный по совокупности ведущих агроэкологических факторов (Кирюшин, 1997). При освоении и внедрении принципов адаптивно-ландшафтного земледелия на радиоактивно загрязненных сельхозугодиях требует также разработки реабилитационных мероприятий, базирующихся на ландшафтно-экологических подходах (Санжарова и др., 2009).

В перечне мероприятий при ведении агропромышленного производства на радиоактивно загрязненных сельхозугодиях в первоочередном порядке выделяют следующие защитные и реабилитационные мероприятия: организационные, агротехнические, агрохимические и зооветеринарные (Алексахин и др., 1999; 2009).

Принято считать, что в отдаленный период после аварии на ЧАЭС (третий период), что основным источником загрязнения продукции растениеводства радионуклидами является почва. Поэтому при обосновании принимаемых контрмер в этот период в первую очередь учитывается влияние почвенно-климатических и геохимических особенностей агросферы, которые определяют особенности транслокации радионуклидов. Особенность этого периода состоит в продолжительности его на десятки и сотни лет (Панов и др., 2011).

Согласно Федеральной целевой программе (ФЦП) «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов, как национального достояния России на 2006-2010 годы» на период до 2013 г. (утвержденной распоряжением Правительства РФ от 1 октября 2005 г.) были проведены работы по реабилитации радиоактивно загрязненных сельхозугодий, включая культуртехнические и агромелиоративные (табл. 1).

Кроме того, при выполнении ФЦП «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 г.» в период с 2010 по 2015 гг. в юго-западных районах Брянской области выполнены реабилитационные работы на площади 23,1 тыс. га на сумму 260,2 млн. рублей (Санжарова и др., 2016).

Таблица 1 - Объемы культуртехнических и агрохимических мероприятий на радиоактивных землях Брянской области по ФЦП «Сохранение и восстановление плодородия земель», тыс. га (Санжарова и др., 2016)

Виды работ	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Культуртехника	14,6	11,9	9,4	11,2	9,5	14,5	12,5	8,0	1,4	1,0
Известкование	3,5	2,9	2,2	0,7	1,1	1,4	2,2	1,9	-	-
Фосфоратование	2,1	3,6	2,5	-	-	-	0,6	0,6	-	-
Калиевание	5,0	2,3	1,0	1,5	1,5	2,8	2,2	1,7	-	-
Итого	25,2	20,7	15,1	13,4	12,1	18,7	17,5	12,2	1,4	1,0

Биологическая доступность радионуклидов для растений и размеры их накопления в урожае определяется во многом характером распределения их в

почвенном профиле (Алексахин, Корнеев, 1992). При этом, важнейшим фактором снижения поступления радионуклидов в растения из почвенного профиля имеет уровень почвенного плодородия, который в определенной степени влияет на прочность фиксации радионуклидов твердой фазой почвы и регулируется применением органических удобрений в различной форме (Белоус и др., 2011; Шлык и др., 2014).

В большой степени эффективность органических удобрений определяется при комплексном их применении с известкованием почвы и носит пролонгированный характер (Кузьмина и др., 1996). Проведение известкования, как правило, способствует уменьшению накопления радионуклидов в урожае выращиваемых сельскохозяйственных растений за счет снижения кислотности почвы и связывания протонов карбонат-ионом с формированием гидрокарбоната. При внесении извести из расчета по полной гидролитической кислотности, в зависимости от типа почв и исходной кислотности поступление радионуклидов в растениеводческую продукцию снижается от 1,5 до 3,0 раз. Оптимальные показатели реакции почвенной среды определяют степень накопления радионуклидов сельскохозяйственными растениями и, которые в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв располагаются в следующий ряд: глинистые и суглинистые – 6,0-6,7; супесчаные – 5,8-6,2; песчаные – 5,6-5,8; торфяно-болотные – 5,0-5,3. Известкование проводят обычно один раз в три года при плотности загрязнения почвы цезием-137 менее 350 Бк/м², при плотности менее 350 Бк/м² один раз в 5 лет (Орлов, Аканова, 2018).

Существенное влияние на вхождение в кристаллическую решетку глинистых минералов радиоцезия оказывают растворимые глинистые вещества, которые способны связывать ионы цезия-137 в форме радионуклидоорганических соединений (Агапкина и др., 1989).

По данным исследований П.Ф. Бондарь, Л.С. Ивашкевич (2003) на богатых органическим веществом почвах радиоцезий-137 в основном представлен негидролизуемым остатком, где он находится в необменном состоянии. По мнению Т.М. Поникаровой с соавторами (1995) основной и ведущей механизм сорбции в минеральной почве – ионный обмен, а в торфяниках - почвенно-поглощающий комплекс и кислоты.

На основании своих исследований ряд авторов (Белоус и др., 1998; Ибрагимов и др., 2001) пришли к заключению, что внесение органических удобрений в форме навоза КРС способствовало снижению поступления ¹³⁷Cs в сельскохозяйственные растения больше всего на почвах легкого гранулометрического состава (песчаных и супесчаных). По данным опытов Б.С. Пристера с соавторами (1992) при внесении в известкованную дерново-подзолистую почву в дозе 50 т/га способствовало снижению поступления ¹³⁷Cs в клубни картофеля в 55 раз.

Высокоэффективным приемом снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры является применение минеральных удобрений, особенно фосфорных и калийных на фоне известкования, что способствует снижению подвижности радионуклидов в почве и уменьшению удельной активности ¹³⁷Cs в частности от 2 до 20 раз (Прудников и др., 2006; Матюхина, Шаповалов, 2011; Белоус и др., 2012; Zhy et al., 2000).

Калийные удобрения, применяемые в водно-растворимой форме (KCl , KNO_3 , K_2SO_4) способствуют ускоренному снижению изотопного отношения $^{137}Cs^+ : Cs^+$ и ионного $^{137}Cs : Rb^+$, $^{137}Cs^+ : K^+$. Следствием ионного и изотопного обменов в почве является уменьшение локальных концентраций ^{137}Cs в почве, что приводит к снижению его перехода в урожай сельскохозяйственных культур. Следует также иметь в виду, что применение калийных удобрений в растворимой форме затрудняет фиксацию ^{137}Cs в почве. Применение калийсодержащих шлаков и зол в качестве калийных удобрений является более эффективным приемом в сравнении с воднорастворимыми формами калийных удобрений (Орлов, Аканова, 2018).

По мнению И.М. Богдевича с соавторами (2005), Б.А. Сущеница (2006) применение фосфоритной муки более эффективно в сравнении с другими фосфорными удобрениями по ее влиянию на снижение поступления радиоцезия в урожай растений. При этом не исключается, что при повышении уровня урожайности сельскохозяйственных культур снижение удельной активности ^{137}Cs в урожае товарной продукции может осуществляться за счет биологического разбавления (Белоус и др., 2010).

Следует также отметить, что среди агротехнических мероприятий, направленных на снижение удельной активности радиоцезия в урожае сельскохозяйственных растений, ведущим фактором является специфическая система обработки почвы радиоактивно загрязненных территорий (вспашка ярусным плугом), посредством которой осуществляется механическое перемещение слоев почвы – верхнего загрязненного вниз, куда в слабой степени проникает корневая система растений и более чистого вверх (Алексахин, 1994; Белоус и др., 2016).

Широкое внедрение в практику работы сельскохозяйственных предприятий на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, защитных мероприятий показали, что сама система их проведения должна иметь комплексную основу разрабатываться с учетом проведения почвенного, агрохимического и радиологического обследования загрязненных территорий (Воробьев, 2002; Алексахин и др., 2006; Панов и др., 2011).

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в полевом стационарном опыте Новозыбковского филиала и учхозе Брянского ГАУ. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, легкосуглинистая с содержанием органического вещества (по Тюрину) 2,02-2,63%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову), соответственно, 348-412 и 76-112 мг на 1 кг почвы, pH_{KCl} 5,28-5,48. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs – 216-248 кБк/м². Повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое. Посевная площадь делянки 90 м² (6×15), учётная – 84 м².

2.1 Агрометеорологические условия в годы исследований

Погодные условия Брянской области достаточно благоприятные для успешного возделывания многих сельскохозяйственных культур, включая озимую пшеницу. Относясь к зоне умеренно-континентального климата, для области характерно теплое лето и умеренно холодная зима. Теплый период со среднесуточной температурой воздуха +5°C и выше имеет продолжительность от 176 до 192 суток, при сумме температур за этот период от 2450 до 2750°C. Годовая сумма атмосферных осадков в среднем определяется на уровне 530-650 мм при периодически промывном режиме почвы. Наиболее теплый месяц – июль со среднесуточной температурой воздуха 18-19°C, с количеством осадков от 80 до 100 мм. Весна начинается обычно со второй декады апреля при среднесуточной температуре воздуха +15°C и продолжается в среднем 105-110 дней со средней суммой осадков 220-230 мм, выпадающих неравномерно с промежутком от 2-3 недель и до месяца.

Погодные условия вегетационных периодов за годы проведения полевых экспериментов различались как по температурному режиму, так и по режиму увлажнения, что позволило объективно оценить действие применяемых средств химизации на формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы (табл. 2).

Весенне-летний период 2016 года был типичным по температурному режиму и условиям влагообеспеченности для Брянской области, что весьма благоприятно сказалось на росте и развитии растений озимой пшеницы. С апреля по август температура воздуха была несколько выше, чем среднемноголетние значения по всем месяцам. Количество осадков во все месяцы, за исключением июня, превышало норматив.

В апреле месяце 2017 года среднесуточная температура воздуха составила 9,1°C, что превысило среднемноголетнее значение. Осадки выпадали во второй и третьей декадах и составили одну треть месячной нормы. В мае месяце среднемесячная температура воздуха была на уровне среднемноголетней, по количеству осадков (13,4 мм) май месяц характеризовался как засушливый, особенно во второй и третьей декадах.

Таблица 2 - Метеорологические условия вегетационных периодов вегетации озимой пшеницы в годы проведения исследований (2016- 2018 гг.)

Месяц Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Среднесуточная температура, °С					
2016	10,1	16,5	20,0	20,8	20,8
2017	9,1	14,9	19,1	19,7	20,9
2018	9,9	18,0	19,8	21,1	22,0
Среднемноголетнее значение	7,3	14,9	18,3	20,0	18,7
Осадки, мм					
2016	50,0	87,8	44,1	113,4	83,9
2017	12,7	13,4	16,6	157,0	37,1
2018	23,9	13,3	78,9	145,6	13,6
Среднемноголетнее значение	38,6	54,0	70,8	80,8	69,4
ГТК					
2016	1,1	1,9	0,7	1,8	1,4
2017	0,4	0,4	0,3	2,6	1,3
2018	0,7	0,2	1,4	2,2	0,2
Среднемноголетнее значение	0,7	1,1	1,3	1,3	1,2

Растения озимой пшеницы ощущали дефицит почвенной влаги. Июнь месяц характеризовался жаркой погодой, которая установилась во второй и третьей декадах, со среднесуточной температурой, на 1-2°С превышающей среднемноголетнее значение. Осадки в количестве 16,6 мм выпадали в первой и во второй декадах при нормативе 71,6 мм, что негативно сказалось на росте и развитии растений озимой пшеницы. В июле месяце среднесуточные температуры воздуха не превышали норматив, а выпавшие осадки в первой (30 мм) и второй (13,2 мм) декадах улучшили условия вегетации озимой пшеницы. В третьей декаде выпало 113,8 мм осадков, что в целом благоприятно сказалось на прохождении заключительных фаз роста и развития озимой пшеницы и формировании хорошего урожая зерна.

Апрель месяц 2018 года характеризовался положительными среднесуточными температурами воздуха, превышающими среднемноголетние значения во всех декадах месяца. Осадков за месяц выпало 23,9 мм (норматив 38,9 мм) при их равномерном распределении по декадам. Среднесуточная температура воздуха мая превышала среднемноголетний показатель на 1,8°С. Количество выпавших осадков во второй и третьей декадах составило 13,3 мм при нормативе 54,4 мм, что характерно для острой засухи в мае месяце. Июнь был теплым, среднесуточная температура воздуха составила 19,8°С при норме 18,3°С. Количество выпавших осадков составило 78,9 мм, их выпадение пришлось на вторую и третью декады месяца, что весьма благоприятствовало росту и развитию растений озимой пшеницы. Июль месяц характеризовался теплой и дождливой погодой, среднесуточные температуры воздуха по декадам месяца незначительно

превышали среднеголетние значения, а наибольшее количество осадков (95,1 мм) выпало во второй декаде, при среднеголетнем значении 25,5 мм. В целом июль месяц оказался избыточно увлажненным, что, однако, положительно сказалось на условиях созревания зерна озимой пшеницы и условиях уборки урожая.

2.2 Схема и условия проведения опытов

В факториальном опыте по методу расщепленных делянок изучали два фактора: фактор А – фоны удобренности, фактор В – опрыскивание растений пшеницы биопрепаратом Гумистим.

Фактор А – фоны удобренности:

1. Контроль (без удобрений)
2. N₉₀P₆₀ – фон I
3. Фон I + K₆₀
4. Фон I + K₉₀
5. Фон I + K₁₂₀
6. N₁₂₀P₉₀ – фон II
7. Фон II + K₉₀
8. Фон II + K₁₂₀
9. Фон II + K₁₅₀

Фактор В – опрыскивание растений пшеницы биопрепаратом Гумистим:

1. Контроль + Гумистим
2. Фон I + Гумистим
3. Фон I + K₆₀ + Гумистим
4. Фон I + K₉₀ + Гумистим
5. Фон I + K₁₂₀ + Гумистим
6. Фон II + Гумистим
7. Фон II + K₉₀ + Гумистим
8. Фон II + K₁₂₀ + Гумистим
9. Фон II + K₁₅₀ + Гумистим

Норма высева – 5,0 млн. всхожих семян на 1 га, способ посева рядовой (ширина междурядий 15 см) сеялкой СЗ-3,6, срок посева – третья декада августа. Биопрепаратом Гумистим посевы обрабатывали весной в фазу кущения из расчета расхода препарата 6 л/га. Препарат Гумистим производства ООО «Женьшень» содержит в себе все компоненты вермикомпоста в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогармоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Фунгицидные и бактерицидные свойства препарата обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой дождевого червя в процессе вермикультивирования.

Опыт развернут в четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: люпин на зеленый корм – озимая пшеница – ячмень – овес. Схема опыта: 1. контроль (без удобрений); 2. N₉₀P₆₀ – фон I; 3. Фон I + K₆₀; 4. Фон I + K₉₀; 5. Фон I + K₁₂₀; 6. Контроль + Гумистим; 7. Фон I + Гумистим; 8. Фон I +

K₆₀ + Гумистим; 9. Фон I + K₉₀ + Гумистим; 10. Фон I + K₁₂₀ + Гумистим; 11. N₁₂₀P₉₀ – фон II; 12. Фон II + K₉₀; 13. Фон II + K₁₂₀; 14. Фон II + K₁₅₀; 15. Фон II + Гумистим; 16. Фон II + K₉₀ + Гумистим; 17. Фон II + K₁₂₀ + Гумистим; 18. Фон II + K₁₅₀ + Гумистим. Сорт озимой пшеницы – Московская-39. Основная обработка почвы включала лушение стерни луцильником ЛДГ-10, через две недели вспашка плугом ПЛН-4-35 на глубину пахотного слоя (18-20 см). Предпосевную обработку почвы проводили комбинированным препаратом РВК-3,6. Минеральные удобрения: аммиачная селитра (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (48% P₂O₅), калий хлористый (56-60% K₂O) вносили вручную вразброс. Всю расчетную дозу фосфорных удобрений вносили в предпосевную обработку почвы. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: N₉₀K₆₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₃₀K₃₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀ – выход в трубку; N₉₀K₁₂₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₃₀K₆₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀K₃₀ – выход в трубку; N₁₂₀K₁₅₀ → N₃₀K₃₀ до посева осенью + N₆₀K₉₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀K₃₀ – выход в трубку.

Проведение фенологических наблюдений за растениями озимой пшеницы в полевом эксперименте осуществляли, руководствуясь методиками Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985 г., 1989 г.) на всех вариантах опыта по двум несмежным повторностям.

Срок наступления фазы определяли при вступлении в фазу 5-10% растений по всей площади делянки, при наступлении фазы у 75% растений отмечалась полная фаза.

Густота стояния растений измерялась на постоянных площадках 0,25 м² в 4-х кратной повторности в период полных всходов и перед уборкой.

Фиксировали такие показатели как полевая всхожесть, перезимовка, весенне-летняя выживаемость, общая выживаемость растений, руководствуясь формулами, используемыми в своих исследованиях Н.В. Птицыной (2010):

Полевая всхожесть (ПВ) = Число всходов, шт./м² × 100/ Число высеянных семян, шт./м², %;

Перезимовка (Пер.) = Число растений перед уходом в зиму, шт./м² × 100/ Число растений после весеннего отрастания, шт./м², %;

Весенне-летняя выживаемость (ВВ) = Число растений перед уборкой урожая, шт./м² × 100/ Число растений после весеннего отрастания, шт./м², %.

Общая выживаемость (ОВ) = Число растений перед уборкой, шт./м² / Число высеянных всхожих семян, шт./м², %.

В фазу полной спелости озимой пшеницы проводили отбор сноповых образцов для проведения структурного анализа урожая по методике Госсортсети (1989). Уборку и учет урожая проводили поделяночно, методом сплошной уборки учетной делянки комбайном «Сампо-500». Полученную массу зерна с делянки взвешивали на весах с точностью до ±50 г с последующим пересчетом на стандартную влажность (14%) и 100% чистоту.

Лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым методикам в центре коллективного пользования научным оборудованием при Брянском ГАУ. В почве опытного участка перед закладкой опыта по методикам, принятым в агрохимической службе, определяли содержание гумуса по

Тюрину (ГОСТ 26213-91), pH_{KCl} ионометрически (ГОСТ-24483-85), гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ-26212-91); подвижный P_2O_5 и обменный K_2O определяли из одной вытяжки по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ-26207-91).

Анализ качества зерна проводили по стандартным методам: отбор проб, выделение навесок для определения качества – ГОСТ-13586.3-83, общий азот – индофенольным методом (ГОСТ-13496.4-93), сырой белок - пересчетом $N_{общ} \times 5,7$. Сырая клейковина – ГОСТ-13586.1-68; нитраты – ГОСТ-13496.19-2015; объемную массу зерна (натуру) определяли по ГОСТ-10840-64, стекло-видность – ГОСТ-10987-76, масса 1000 зерен – ГОСТ-10842-89. Удельная активность ^{137}Cs в зерне определяли, используя измерительный комплекс УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии «Маринелли». Статистическую обработку результатов, полученных в полевом опыте, осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Экономическую эффективность изучаемых приемов возделывания озимой пшеницы рассчитывали по методике Всероссийского НИИ экономики сельского хозяйства с использованием типовых технологических карт.

Характеристика озимой мягкой пшеницы сорта Московская 39. Сорт мягкой озимой пшеницы Московская 39 создан НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны (НИИСХ ЦРНЗ). Авторы: Б.И. Сандухадзе, Е.Т. Вареница, Г.В. Кочетыгов и другие. Родословная сорта. Индивидуальный отбор из гибридной популяции (Обрий \times Янтарная 50). Разновидность эритроспермум. Куст промежуточный, соломина полая, средней толщины, флаговый лист имеет восковой налёт. Колос веретеновидный, средней плотности, белый, ости прямые, длиной 6–7 см. Масса 1000 зёрен 34–42 г. Зерно красное, удлинённойцевидной формы. Биологические особенности. Сорт среднеспелый, вегетационный период 305–308 дней. Зимостойкость и морозоустойчивость на уровне стандарта, устойчив к ранневесенней засухе. Устойчив к полеганию, высота растений 91–100 см. Устойчив к твёрдой головне, снежной плесени и септориозу, в средней степени поражается бурой ржавчиной и мучнистой росой. Обладает высокими хлебопекарными качествами, содержание белка выше стандарта на 1,5–2,0% и клейковины - на 6–8%.

Московская 39 признана лучшим сортом озимой пшеницы по итогам Международного испытания в Канаде в 1998–2000 г. Сорт Московская 39 предназначен для получения продовольственного зерна (сильная пшеница) в Центральном, Центрально–Черноземном регионах России, перспективен и для сопредельных регионов. Обладает высокой технологичностью возделывания, отзывчив на удобрения, практически не полегает, имеет повышенные показатели в производстве. Сбор высококачественного зерна составляет 35–50 ц с 1 га.

ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕГО КАЧЕСТВА

3.1 Изменение элементов структуры урожая в зависимости от применяемых средств химизации

В современных интенсивных системах возделывания зерновых формирование оптимальной плотности продуктивного стеблестоя является одним из ключевых моментов. Уровень урожайности на 50% зависит от плотности продуктивного стеблестоя, на 25% – от числа зерен в колосе и на 25% – от массы 1000 зерен (Couvreur, 1985).

Оптимальной считается такая плотность продуктивного стеблестоя, превышение которой снижает продуктивность посева. Оптимальная плотность продуктивного стеблестоя зависит как от агроэкологических условий (плодородие почвы, поступление ФАР и т.д.), так и от свойств культуры и сорта. В условиях средней полосы РФ оптимальная плотность продуктивного стеблестоя у озимой пшеницы колеблется в пределах 400-800 колосьев на 1 м² (Фолтин, 1978).

Известно, что величина урожайности озимых зерновых хлебов определяется такими весьма значимыми элементами структуры урожая, как: густота продуктивного стеблестоя и продуктивность колоса. Густота продуктивного стеблестоя напрямую зависит от полевой всхожести, перезимовки, весенне-летней и общей выживаемости, а также определяется величиной продуктивной кустистости растений (Князев и др., 2003).

Продуктивность колоса обеспечивается количеством формирующихся зерен в колосе, массой его зерна с 1 колоса. Кроме того, резервом служит кустистость, которая по сути является фактором наследственно-биологической природы сорта и зависит как от сроков сева, так и условий минерального питания (Юлушева, 1976).

Важнейшим фактором, непосредственно влияющим на количество продуктивных стеблей и продуктивную кустистость, является уровень содержания в почве основных элементов минеральной пищи, где азоту принадлежит особая роль.

В наших исследованиях применение полного минерального удобрения с последовательно возрастающими дозами калия в среднем способствовало повышению показателей структуры урожая в сравнении с контролем (табл. 3), при достижении относительно более высоких значений показателей на варианте N₉₀P₆₀ K₁₂₀ выживаемость растений озимой пшеницы возросла на 6,0%. Количество продуктивных стеблей на этом варианте относительно контроля возросло на 102 шт./м² (25,1%), продуктивная кустистость увеличилась на 0,15 ед. (10,8%), число зерен в колосе возросло на 6 шт. (15%), масса зерна с 1 колоса повысилась на 0,40 г (22,2%), масса 1000 зерен увеличилась на 2,9 г (11,2%).

При обработке вегетирующих растений озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим (вариант контроль + Гумистим) отмечено повышение показателей структуры урожая в сравнении с контролем. Так, число продуктивных стеблей

увеличивалось на 13 шт./м² (4,1%), продуктивная кустистость возрастала на 0,02 ед. (1,6%), число зерен в колосе увеличивалась на 1,0 (2,9%), масса зерна с 1 колоса повышалась на 0,05 г (3,4%). Применение гуминового препарата как на фоне азотно-фосфорного удобрения N₉₀P₆₀ (фон I), так и на фоне полного минерального удобрения с последовательно возрастающими дозами калия, способствовало повышению показателей структуры урожая. Наиболее высокие показатели структуры отмечены в варианте N₉₀P₆₀K₁₂₀ + Гумистим.

Увеличение дозы азотно-фосфорного удобрения до N₁₂₀P₉₀ (фон II) отмечено повышением структуры урожая озимой пшеницы как по отношению к контролю, так и по отношению к фону I. При внесении N₁₂₀P₉₀ (фон II) число продуктивных стеблей в сравнении с контролем увеличивалось на 96 шт./м² (24,1%), а в сравнении с фоном I на 48 шт./м² (13,7%), продуктивная кустистость относительно контроля увеличивалась на 0,15 ед. (12,1%), а в сравнении с фоном I на 0,1 шт. на 1 растение (6,5%), число зерен в колосе в сравнении с контролем увеличивалось на 3 шт. (7,5%), а относительно фона I на 1 шт. (2,5%), масса зерна одного колоса повышалась в сравнении с контролем на 0,3 г (17,6%), в сравнении с фоном I на 0,12 (5,9%).

Таблица 3 - Изменение элементов структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации (среднее за 2016-2018 гг.)

Вариант		Элементы структуры урожая					
		весенне-летняя выживаемость, %	продуктивный стеблей, шт./м ²	продуктивная кустистость, шт./раст.	длина колоса, см	число зерен в колосе, шт.	масса зерна одного колоса, г
1	Контроль	80	303	1,24	6,53	33	1,40
2	N ₉₀ P ₆₀ – фон I	83	351	1,30	6,88	36	1,60
3	Фон I+K ₆₀	84	348	1,34	6,97	37	1,70
4	Фон I+K ₉₀	85	385	1,36	7,24	39	1,75
5	Фон I+K ₁₂₀	86	405	1,39	7,31	40	1,80
6	Контроль+ Гумистим	81	316	1,26	6,69	35	1,45
7	Фон I + Гумистим	84	359	1,31	7,06	37	1,68
8	Фон I+K ₆₀ + Гумистим	84	393	1,38	7,15	38	1,73
9	Фон I+K ₉₀ + Гумистим	86	404	1,39	7,32	40	1,79
10	Фон I+K ₁₂₀ + Гумистим	87	417	1,40	7,45	40	1,86
11	N ₁₂₀ P ₉₀ – фон II	85	399	1,39	7,50	37	1,70
12	Фон II+K ₉₀	86	416	1,40	7,53	43	1,90
13	Фон II+K ₁₂₀	87	424	1,40	7,46	43	2,00
14	Фон II+K ₁₅₀	87	432	1,41	7,68	44	2,10
15	Фон II + Гумистим	86	412	1,40	7,72	38	1,82
16	Фон II+K ₉₀ + Гумистим	88	429	1,41	8,68	45	2,16

Продолжение таблицы 3

17	Фон II+K120 + Гумистим	88	444	1,44	8,74	45	2,21
18	Фон II+K150 + Гумистим	86	445	1,44	7,47	46	2,28
В среднем по опыту		85	393	1,37	7,39	40	1,83
НСР ₀₅ факт. А (Гумистим)		1,3	9,1	0,019			
НСР ₀₅ факт. В, АВ (удобрения)		2,7	19,3	0,040			

Внесение калийного удобрения в возрастающих дозах 90, 120 и 150 кг/га д.в. на фоне азотно-фосфорного удобрения N₁₂₀P₉₀ (фон II) приводило к увеличению показателей структуры урожая озимой пшеницы как по отношению к контролю, так в сравнении с фоном II. Наибольшее значение элементов структуры урожая отмечено на варианте N₁₂₀P₉₀K₁₅₀.

Применение гуминового препарата Гумистим на повышенном азотно-фосфорном фоне N₁₂₀P₉₀ (фон II) способствовало увеличению продуктивного стеблестоя в сравнении с фоном II на 13 шт./м² (3,15%), продуктивной кустистости на 0,1 ед. (0,14%), число зерен в колосе на одну штуку (2,6%), массы зерна одного колоса на 0,12 г (6,6%).

Обработка посевов озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим в вариантах с возрастающими дозами калия 90, 120 и 150 кг/га д.в. на фоне применения повышенной дозы NP – удобрения (фон II) обеспечило повышение значений элементов структуры урожая озимой пшеницы, при достижении максимальных значений на варианте N₁₂₀P₉₀K₁₅₀+Гумистим.

В этом варианте весенне-летняя выживаемость растений была на уровне 88%, продуктивный стеблестой составлял 445 шт./м², продуктивная кустистость достигала 1,44 ед., число зерен в колосе достигало 46 шт., масса зерна одного колоса составляла 2,28 г.

Длина колоса озимой пшеницы также находилась в прямой зависимости от уровня применяемых средств химизации, которые повышали этот показатель.

В среднем за годы проведения исследований продуктивный стеблестой по опыту составил 393 шт./м² с варьированием по изучаемым вариантам от 303 (контроль) до 445 шт./м² на варианте фон II+K₁₅₀+Гумистим. Масса зерна с одного колоса в среднем по опыту составляла 1,82 г, число зерен с одного колоса – 40 шт., длина колоса – 7,47 см.

Следует отметить, что наиболее низкие показатели элементов структуры урожая отмечены в менее благоприятном по погодным условиям 2017 году (прил. 1-10).

3.2 Влияние действия применяемых средств химизации на урожайность зерна пшеницы

Устойчивое увеличение производства высококачественного зерна одна из важнейших народнохозяйственных проблем агропромышленного комплекса, успешное решение которой в короткий срок позволит повысить рентабельность зернового производства и обеспечить решение продовольственной безопасности населения России (Соловиченко и др., 2018). Важный фактор повышения

урожайности зерновых культур является применение интенсивных технологий, которые предполагают комплекс взаимосвязанных мероприятий по оптимизации жизнедеятельности культурных растений, удовлетворению их потребности в питательных веществах, созданию благоприятных условий формирования максимального урожая высококачественного зерна (Тарасов, 2012).

Основной зерновой культурой в России является озимая пшеница (Марченко, 2011; Пигорев и другие, 2014), которая по посевным площадям и валовым сборам превосходит другие зерновые культуры.

Доля пшеницы среди зерновых культур в 2016-2017 гг. составила 61-65%, а в экспортном потенциале 2015 года из 30,7 млн. т проданного зерна 21,2 млн. т (70%) принадлежит пшенице (Милащенко и др., 2018).

Опыт применения интенсивных технологий при возделывании зерновых культур основанных преимущественно на использовании химико-техногенных факторов интенсификации в конце восьмидесятых годов двадцатого века показал, что во многих районах европейской части Нечерноземной зоны России и Украины, реальная урожайность озимой пшеницы составляла 60-70 ц/га (Ильченко, 1987). В 1987 году в целом по стране интенсивные технологии производства зерна озимой пшеницы и других зерновых культур использовали на 34,1 млн. га (Пухальский, 1987).

В настоящий период времени, несмотря на значительные капитальные вложения, генетический потенциал озимой пшеницы по продуктивности используется менее чем на одну треть. Исходя из этого, возникает острая необходимость изыскивать и использовать новые элементы технологий, которые способны обеспечивать интегративные эффекты, дополняя традиционные средства интенсификации. Интенсификация производства зерна требует принудительно нового, комплексного подхода к использованию средств химизации, который предусматривает проведение химической мелиорации почв с неблагоприятными физико-химическими свойствами, совместное или последовательное применение расчетных доз минеральных удобрений (в том числе азотных по этапам органогенеза), микроэлементов, пестицидов и регуляторов роста (Пигорев, Тарасов, 2014).

Основным требованием к системе удобрения зерновых культур, возделываемых по интенсивным технологиям, является оптимизация режима питания и полное удовлетворение растений в макро- и микроэлементах в течение всего периода вегетации и особенно в наиболее критические периоды их роста и развития (Алиев и др., 2013).

Результаты исследований ряда авторов свидетельствуют, что в Нечерноземной зоне применение минеральных удобрений позволяет повышать урожайность зерновых культур от 17 до 50%, наибольшие прибавки урожая обеспечивают озимые культуры (Постников, Шафран, 1983; Кореньков, 1985; Филиппова, 1991; Есаулко и др., 2018).

Рациональное сочетание традиционных химических средств интенсификации с регуляторами роста растений микробной природы – наиболее перспективный путь совершенствования технология возделывания озимой пшеницы в

нечерноземной зоне РФ (Парахин, Мельник, 2015; Тиханович, Завалин, 2016; Степанов и др. 2018).

Необходимо также учитывать, что эффективность применяемых средств интенсификации подвержена влиянию такого важного, но весьма изменчивого даже в пределах одной территории фактора, как погодно-климатические условия (Минеев, Рэмпе, 1991). Погодные условия оказывают довольно сильное влияние на рост и развитие растений, при этом коэффициенты использования питательных веществ из вносимых удобрений существенно различаются, заметно снижаясь особенно в периоды острого дефицита почвенной влаги (Державин, 1992), что приводит к снижению урожайности возделываемых культур.

Принято считать, что основным критерием оценки эффективности применения того или иного элемента технологии, в определенных почвенно-климатических условиях, является урожайность, которая определяется такими показателями как число растений на единицу площади, продуктивной кустистостью, числом зерен в колосе, массой 1000 зерен (Ламан, 1995).

Потенциал продуктивности современных сортов пшеницы превышает 10 т/га (Птицина и др., 2007; Пигорев, Тарасов, 2014), в тоже время средние урожаи в производственных условиях характеризуются относительно низкими величинами. Следовательно, одним из основных резервов роста урожайности является наиболее полная реализация потенциала продуктивности районированных сортов (Лапшин, Барканова, 2015; Гладышева, 2018). При этом для современных систем возделывания зерновых культур характерно усиленное внимание к растению, как биологическому средству производства (Кереева, Ташилов, 2007). Интенсивные системы строят на знании биологических особенностей растения, процессов формирования компонентов урожайности и влияния на них климатических условий и агротехники.

Все агромероприятия по уходу за посевами проводят только в определенные фазы развития растений и увязывают с климатическими периодами в формировании продуктивных органов. Хлебные злаки в своем развитии проходят ряд важных этапов, на один из которых закладывается и развивается один из компонентов урожайности (плотность продуктивного стеблестоя, число зерен в колосе, масса 1000 зерен) (Volger, 1980). Формирование продуктивных органов осуществляется не одновременно, а более или менее последовательно. Поэтому низкие показатели одного из компонентов урожайности могут в определенной степени компенсироваться более интенсивным развитием других (Тороп и др., 2015). Растения закладывают продуктивные органы (побеги, зачатки зерен) больше, чем позднее могут их реализовать. При наступлении неблагоприятных условий или истощении ресурсов растения хлебных злаков могут уменьшить потребление влаги и питательных веществ, сбрасывая часть побегов или других продуктивных органов. Наибольшей редукации (от 50 до 94%) подвергается число побегов на растении (Ремесло и др., 1982).

Исключительно важная роль при формировании продуктивности зерновых культур принадлежит условиям минерального питания, где минеральные удобрения – главенствующий фактор (Юркеева и др., 2011; Гармашов и др., 2015; Есаулко и др., 2018).

В наших исследованиях наименьший уровень урожайности зерна озимой пшеницы 3,58 т/га в среднем по изучаемым вариантам опыта формировался в 2018 году. Наибольшая урожайность озимой пшеницы в среднем 3,99 т/га получена в 2017 году (табл. 4, прил. 11-13). В среднем за три года проведения исследований урожайность зерна озимой пшеницы изменялась по вариантам опыта от 2,33 т/га (контроль) до 5,09 т/га в варианте фон II+K₁₅₀+Гумистим.

Внесение азотно-фосфорного удобрения (N₉₀P₆₀ – фон I) обеспечило повышение урожайности озимой пшеницы по сравнению с контролем в среднем на 0,68 т/га, а дополнительное внесение калийного удобрения в возрастающих дозах от 60 до 120 кг/га д.в. на азотно-фосфорном фоне N₉₀P₆₀ повышало урожайность зерна озимой пшеницы в сравнении с фоном I в 1,07-1,27 раза, при этом увеличение урожайности зерна относительно контрольного варианта было в 1,43-1,64 раза или на 42,5-63,5%. В целом прибавки урожайности и зерна озимой пшеницы составили 0,98 – 1,47 т/га.

Таблица 4 - Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации, т/га

Вариант		Урожайность, т/га				Прибавка, т/га		
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	от удобрений	от Гумистима	от удобрений и Гумистима
1	Контроль	2,45	2,01	2,54	2,33	-	-	-
2	N ₉₀ P ₆₀ – фон I	3,20	2,52	3,34	3,02	0,68	-	-
3	Фон I+K ₆₀	3,23	2,89	3,84	3,32	0,98	-	-
4	Фон I+K ₉₀	3,25	3,08	4,24	3,53	1,19	-	-
5	Фон I+K ₁₂₀	3,56	3,30	4,56	3,81	1,47	-	-
6	Контроль+ Гумистим	2,58	2,17	2,87	2,54	-	0,21	-
7	Фон I + Гумистим	3,52	2,86	3,74	3,37	-	0,35	1,04
8	Фон I+K ₆₀ + Гумистим	3,66	3,28	4,03	3,66	-	0,34	1,32
9	Фон I+K ₉₀ + Гумистим	3,82	3,63	4,46	3,97	-	0,44	1,64
10	Фон I+K ₁₂₀ + Гумистим	4,17	3,86	4,69	4,24	-	0,43	1,91
11	N ₁₂₀ P ₉₀ – фон II	3,59	3,63	3,70	3,64	1,31	-	-
12	Фон II+K ₉₀	3,72	3,83	3,75	3,77	1,43	-	-
13	Фон II+K ₁₂₀	3,80	4,21	3,98	4,00	1,66	-	-
14	Фон II+K ₁₅₀	3,42	4,53	4,41	4,12	1,78	-	-
15	Фон II + Гумистим	3,78	3,83	3,91	3,84	-	0,20	1,50
16	Фон II+K ₉₀ + Гумистим	4,15	4,26	4,19	4,20	-	0,43	1,87
17	Фон II+K ₁₂₀ + Гумистим	4,60	4,93	4,72	4,75	-	0,76	2,42
18	Фон II+K ₁₅₀ + Гумистим	4,80	5,54	4,93	5,09	-	0,97	2,76
В среднем по опыту		3,63	3,58	3,99	3,99	-	-	-

НСР₀₅факт. А (Гумистим)

0,16 0,04 0,11

НСР₀₅факт. В, АВ (удобрения)

0,34 0,09 0,24

Как известно интродукция в почву и на растения полезных микроорганизмов за счет обработки микробными препаратами, а также применение регуляторов роста растений на основе метаболитов, микроорганизмов, повышающих биогенность ризосферы и филлосферы способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы до 10% и более с высокими показателями качества (Шаповал, 2004; Кудашкин, 2011; Стародубцев и др., 2012; Гаринова, Сахибгареев, 2016; Ишков, 2018).

В наших опытах применение биопрепарата Гумистим также способствовало повышению урожая зерна озимой пшеницы, включая контроль без удобрений и фон I с последовательно возрастающими дозами калия от 60 до 120 кг/га д.в. При этом прибавки урожая зерна озимой пшеницы от применения биопрепарата Гумистим изменялись в пределах 0,21-0,44 т/га или 9,02-19,32%.

При увеличении дозы азотно-фосфорного удобрения до $N_{120}P_{90}$ (фон II) отмечено повышение урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с дозой $N_{90}P_{60}$ (фон I) на 0,62 т/га или в 1,21 раза. Внесение калийного удобрения в дополнение к $N_{120}P_{90}$ в последовательно возрастающих дозах от 90 до 150 кг/га д.в. отмечалось повышением урожайности зерна озимой пшеницы в сравнении с фоном II в среднем на 0,13-0,48 т/га, а относительно контрольного варианта на 1,43-1,78 т/га или на 68,8-76,8%. При обработке посевов озимой пшеницы гуминовым препаратом в комплексе с азотно-фосфорным удобрением $N_{120}P_{90}$ (фон II) отмечалось увеличение урожайности относительно фона II в среднем на 0,20 т/га, а прибавки урожая зерна озимой пшеницы от Гумистима в вариантах с возрастающими дозами калийного удобрения в составе $N_{120}P_{90}$ (фон II) варьировали в среднем от 0,43 до 0,97 т/га. Применение $N_{120}P_{90}$ (фон II) с последовательно возрастающими дозами калия ($K_{90} - K_{150}$) совместно с гуминовым препаратом Гумистим способствовало росту урожайности зерна от 4,20 до 5,09 т/га. Прибавки урожая зерна от комплексного применения удобрений и биопрепарата Гумистим составляли от 1,50 до 2,76 т/га или от 64,8 до 118,5%.

Таким образом, в среднем за годы исследований самая высокая урожайность зерна озимой ржи 5,09 т/га формировалась при комплексном применении средств химизации в варианте $N_{120}P_{90} K_{150}$ +Гумистим.

По оценкам многих ученых, потери урожая сельскохозяйственных культур от неблагоприятных факторов окружающей среды достигают 50- 80% их генетически обусловленной продуктивности (Прусакова, Чижова, 1996, Прусакова, и др., 2005).

В последнее время всё больше внимания уделяют регуляторам роста, как альтернативе протравителям при предпосевной обработке семян. Воздействуя на метаболизм растений, эти вещества способствуют усилению ростовых процессов, повышению устойчивости к болезням бактериального, грибного и вирусного происхождения, увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур (Засорина и др., 2006).

Поэтому ведение современного сельского хозяйства в настоящее время невозможно без применения технологий с использованием в них агропрепаратов разного назначения, в том числе регуляторов роста растений (Пономаренко, 2003).

Регуляторы роста растений обеспечивают решение следующих задач: предотвращение полегания зерновых культур и стекания зерна, повышение урожайности и качества выращиваемой продукции, ускорение созревания, улучшение завязываемости плодов, облегчение механизированной уборки урожая, повышение засухо- и морозоустойчивости растений, улучшение вегетативного размножения растений, повышение их неспецифического иммунитета, и как следствие, снижение содержания нитратов и радионуклидов в выращиваемой продукции и повышение ее сохранности. Поэтому их практическое применение приобретает особую актуальность (Шаповалов и др., 2006).

Особенностью действия новых регуляторов роста является то, что они интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях и одновременно повышают устойчивость к стрессам и болезням. Как известно, основную роль в фотосинтезе растений играют пигментные системы, выполняющие функции первичных акцепторов световой энергии и преобразующие её в химическую. Количество хлорофилла определяет потенциальные возможности фотосинтетического аппарата в формировании общей биологической продуктивности растений (Андрианова, 2000). Экзогенное применение росторегулирующих веществ оказывает влияние на эндогенный уровень фитогормонов и метаболизм растений (Третьяков, 2000).

Применение регуляторов роста растений приводит к увеличению устойчивости культурных растений к повреждающему действию гербицидов и катионов твёрдых металлов, увеличению содержания в них антиоксидантов, предотвращению поступления соединений тяжёлых металлов и радиоактивных элементов в растения в зонах промышленного загрязнения (Малеванная, 2005; Ульяненко, 2005).

В практике растениеводства России в последние годы широко распространён раствор эпибрассинолида в ампулах, получивший фирменное название Эпин-Экстра Р, выпускаемый ННПП «НЭСТ М». Эпин-Экстра является экологически безопасным препаратом, рекомендованным для всех культур от газонных трав до плодовых деревьев. Этот природный фитостимулятор обеспечивает стимуляцию роста и развития растений, мобилизует их жизненные ресурсы, активизирует защитную реакцию растения к различным болезням, обладает антистрессовым и адаптогенным действием, повышающим устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Достоинством препарата так же является его способность оказывать положительное действие при низких концентрациях (Кукреш, 2007).

Комплексный препарат Альбит, обладающий свойствами регулятора роста, фунгицида, удобрения и антистрессанта (антидота), разработан в институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина совместно с Научно-производственной фирмой «Альбит». Высокая эффективность Альбита подтверждена более чем в 300 успешных полевых опытах, проведённых в 26 регионах России ведущими научными учреждениями: ВНИИЗ, ВНИИ биологической защиты растений, ВИЗР, ВНИИ зерновых культур и др. (Алехин, Злотников, 2006).

В состав препарата входят очищенные действующие вещества из почвенных бактерий, которые в природных условиях обитают на корнях растений, стимулируют их рост, защищают от болезней и неблагоприятных условий внешней среды. В отличие от биопрепаратов, содержащих живые микроорганизмы, действие Альбита стабильнее, менее подвержено влиянию условий внешней среды.

Основными хозяйственно-значимыми способами применения препарата Альбит являются: протравливание семян; применение совместно с гербицидами, инсектецидами; инкрустация (дражирование) семян.

Альбит стабильно на 12-23% повышает урожай зерновых. Содержание клейковины в зерне пшеницы при применении Альбита в среднем повышается на 2,3% (Злотников и др., 2006).

Комплексное использование регуляторов роста позволяет экономить материально-технические ресурсы, сокращать проходы агрегата по полю в 3-4 раза (Кукреш, Ходянкова, 2007).

В 2003 г. в растениеводстве России испытывались 83 препарата на основе 33 действующих веществ. Воздействие регуляторов роста и бактериальных препаратов на растения возможно на разных этапах их роста и развития. Однако, наиболее эффективный приём - обработка семян перед посевом, которые в момент прорастания обладают высокой пластичностью и восприимчивостью к изменениям условий окружающей среды. Поэтому использование препаратов в этот период может оказывать полифункциональное действие (Карпова, 2007).

По оценкам ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, в настоящее время в сельском хозяйстве применяют 8-10 регуляторов роста, а обрабатываемые площади составляют около 10 млн. га. Темпы роста их применения постоянно увеличиваются. Существенные объёмы применения регуляторов роста растений отмечены в личных подсобных и фермерских хозяйствах для получения максимально возможного урожая овощных, плодовых и ягодных культур. Наибольшим спросом пользуются препараты: Эпин-экстра, Циркон, Новосил, Агат-25, Байкал-ЭМ1, гуматы и др.

Из широкого спектра всех регуляторов роста предпочтение отдаётся природным веществам, которые могут быть выделены из растений, грибов, микроорганизмов, и выполняют роль, с одной стороны, стимуляторов роста, а с другой стороны, функции защиты растений от неблагоприятного воздействия абиотических и антропогенных факторов и болезней (Прусакова, 2005).

Среди биопрепаратов, число которых увеличивается с каждым годом на 4-5%, особое место занимает Байкал ЭМ1 - препарат эффективных микроорганизмов (Баталова, Будиная, 2007).

Препарат эффективных микроорганизмов впервые открыт в Японии в 1988 г микробиологом Торуо Хига. Он создал свехсложный комплекс из полезных бактерий, которых назвал эффективными микроорганизмами (ЭМ); отсюда и название «ЭМ-технология». ЭМ-технология признана и внедряется во многих странах мира.

В 1998 году российский ученый доктор медицинских наук Шаблин П.А. на основе анабиотических микроорганизмов байкальской экосистемы создал отечественный ЭМ-препарат - «Байкал ЭМ-1», который по некоторым показателям даже превзошел японский аналог (Сухамера, 2006).

Шаблин П. А. (2006) отмечает, что если говорить о мировых тенденциях, то, пожалуй, ни одна оздоровительная экологическая технология, не получила в последние годы такого развития, как ЭМ-технология. Многочисленные материалы, опубликованные в сборниках «Достижения ЭМ-технологии России» (2004, 2006) показывают высокую эффективность препарата Байкал ЭМ 1 при его применении на разных культурах, почвах и способствует повышению устойчивости растений к болезням и вредителям, к неблагоприятным природным факторам, ведет к росту урожайности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции.

Урожайность озимой тритикале при опрыскивание посевов биопрепаратом в концентрации 1:100 в среднем за три года на 7 ц/га превосходила контроль и достигла 38 ц/га (Долгодворов, Джари Сануси, 2004).

При обработке препаратом семян пшеницы перед посевом всходы были дружные, растения крепкие, без признаков фитозаболеваний, прибавка урожая составила 1 ц/га (Одинокоев, 2004).

По данным опытов, проведенных во Всероссийском НИИ свеклы и сахара, использование Байкала ЭМ1 на озимой пшенице повышало число зёрен в колосе на удобренном фоне на 5,4-7,9 шт., на удобренном – на 6-10,2 шт. на одно растение. Создавались благоприятные условия для стеблевания и формирования продуктивных побегов. Была отмечена тенденция увеличения роста пшеницы в высоту при отсутствии полегания посевов. Статистический анализ полевых данных показал, что при обработке препаратом семян урожайность зерна повышалась на 0,9-1,18 т/га, содержание сырой клейковины увеличивалось на удобренном фоне на 2,8-3,8%, а на удобренном – на 4,0-5,0% (Безлер, 2004).

При обработке семян пшеницы сорта Иргина 50%-м раствором препарата Байкал-ЭМ1 увеличивалась всхожесть на 9,2% по сравнению с контролем и урожайность повышалась на 1,7 ц/га, содержание клейковины – на 1,1% (Зыбалов, 2006).

Применение Байкала ЭМ1 при выращивании пшеницы, чечевицы и подсолнечника путем промачивания семян привело к появлению дружных всходов, более быстрому созреванию культур. Урожайность увеличилась на 1-2 ц/га (Одинокоев, 2004).

При выращивании овса получена прибавка урожая в зависимости от способа применения и от сорта в размере 0,5-1,1 т/га, увеличилось натура зерна и количество крахмала. Снизилась себестоимость производства, возросла рентабельность (Баталова, Будина, 2007).

Использование данного препарата в концентрациях 0,1% способно в кратчайшие сроки даже самые бедные почвы направить в сторону регенерации. Это происходит под влиянием микроорганизмов, которые стимулируют процесс регенерации, очищают воздух и воду, содержащиеся в почве, и

интенсифицируют рост растений. Другая позитивная черта анабиотических микроорганизмов заключается в том, что их секреты содержат в больших количествах питательные вещества, как для растений, так и для животных (Ходянова, 2007).

Среди разнообразных препаратов, применяемых в сельском хозяйстве, препарат Циркон имеет определённое значение как средство, которое применяется в малых дозах (0,4-1 мг д.в./га). Его действующим веществом является смесь оксикоричных кислот, выделенных из эхинацеи пурпурной, известной своими иммуномодулирующими свойствами (Прусакова, 2005; Будыкина, 2007).

Производные гидроксикоричных кислот (Циркон) обладают росторегулирующими свойствами, связанными с активацией фитогормонов и защитой ИУК через механизм ингибирования активности ауксиноксидазы, а также антибактериальным, противовирусными фунгипротекторными действиями (Пушкина, Бушкова 2004; Рункова и др., 2001).

Регуляторы роста нового поколения обладают тройным действием на растения: стимуляцией физиологических процессов, повышением устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов и усилением неспецифического иммунитета. Результатом такого действия является повышение урожайности и качества выращиваемой продукции. Особенно важно отметить, что соединения, созданные на основе гидроксикоричных кислот и метаболитов грибов, позволяют индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения и одновременно развивать антистрессовую активность. Проявление их действия в исключительно малых концентрациях позволило широко применять их в практике сельскохозяйственного производства. Изучение влияния Циркона на продуктивность яровой пшеницы показало, что при недостатке водообеспечения обработка семян препаратом увеличивала продуктивность растений. Анализируя влияние Циркона на элементы продуктивности, можно отметить стимулирующее действие препарата на число зёрен в колосе и массу 1000 зерен. В условиях засухи обработка Цирконом семян яровой пшеницы и ярового ячменя в количестве 1 мл/т и последующего опрыскивания зерновых в фазу кущения при норме расхода препарата 20 мл/га увеличивало сбор пшеницы с 24,9 до 27,8 ц/га (Гаврилюк, 2004).

Обработка Цирконом семян яровой пшеницы не только увеличивала ассимиляционную поверхность растений в условиях засухи, но и стимулировала интенсивность фотосинтеза в течение всей вегетации. Циркон повышал содержание хлорофилла в листьях сортов яровой пшеницы Приокская и Лада, как в период засухи, так и в период репарации. Растения, семена которых обрабатывали Цирконом, характеризовались в период засухи понижением активности дыхания. Изменения в газообмене яровой пшеницы повышали адаптивную способность к водному стрессу (Ильина, 2004).

Согласно имеющимся в литературе данным, фенольные соединения, входящие в состав Циркона, проявляют свойства стрессовых метаболитов и

участвуют в адаптации растений к неблагоприятным условиям среды (Прусакова, Чижова, 2005).

Помимо всего сказанного выше, следует отметить и экономическую эффективность применения ростовых веществ, которая для разных культур составляет на 1 рубль затрат получение от 3 рублей (для зерновых) до 50 (для овощных) чистой прибыли. Учитывая, что при этом повышается иммунитет растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, целому ряду заболеваний грибного, бактериального и вирусного происхождения, становится возможным снизить нормы расхода фунгицидов при совместном или отдельном их применении, а также кратность обработок (Прусакова и др., 2005).

Экономические выгоды от использования синтетических регуляторов роста и фитогормонов многократно превышает затраты на их приобретение. Многие из них нашли применение на практике. Однако применяют стимуляторы роста не так широко, как они того заслуживают. Прежде всего, сказывается недостаточная информированность об этих препаратах. Кроме того, как любые биологически активные вещества, регуляторы роста требуют очень осторожного обращения с ними. Передозировка этих соединений очень опасна: можно не только не получить ожидаемого эффекта, но и столкнуться с прямо противоположными результатами. Большинство из биологически активных веществ в низких и очень низких концентрациях играют роль стимуляторов роста, способствуют повышению иммунитета, активизируют плодоношение. В высоких концентрациях эти же препараты оказывают действие, угнетающее физиологические процессы в растении. Хуже всего то, что часто диапазон концентраций, стимулирующих рост, весьма узок и специфичен для разных стадий развития растений, поэтому вероятность передозировки очень велика. И, пожалуй, наиболее правильная тактика действий в этом случае, такая же, как и при использовании азотных удобрений: лучше немного недодать, чем передать (Мачихина, 2006).

Исследования по яровой пшенице проводились в двухфакторном микрополевым опыте, заложенном на опытном поле.

Фактор А – контрольный и минеральный фон; фактор Б – бактериальный препарат Байкал ЭМ1 в двух концентрациях и регулятор роста Циркон.

Схема микрополевого опыта включала 8 вариантов (табл. 5)

Таблица 5 - Схема микрополевого опыта

Наименование варианта	Номер делянок по повторениям			
	I	II	III	IV
Контроль без удобр. и препаратов	2	6	7	5
Байкал ЭМ1 (1:1000)	5	8	6	1
Байкал ЭМ1 (1:100)	7	3	4	8
Циркон	8	4	5	6
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀	1	7	3	2

Продолжение таблицы 5

N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ +Байкал ЭМ1 (1:1000)	6	2	1	3
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ +Байкал ЭМ1 (1:100)	3	5	8	4
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Циркон	4	1	2	7

Размер делянки 1,44 м² (1,2 x 1,24), размер учетной делянки 1 м². Размещение вариантов рендомизированное, повторность четырехкратная.

Изучаемая культура - яровая пшеница сорта Лада. Опыт закладывался в звене севооборота, где предшественником был картофель.

Агротехника выращивания яровой пшеницы в опыте включала весновспашку, культивацию в два следа с последующим боронованием.

Посев проводили рядовым способом, вручную, с глубиной заделки семян 4-6 см. Норма высева - 7,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Семена яровой пшеницы за 1 день до посева обрабатывали водным раствором изучаемых препаратов путем замачивания на 2 часа с последующим подсушиванием. Семена фоновых вариантов обрабатывали водой. Вторую обработку препаратами проводили по вегетирующим растениям в фазу кущения-выхода в трубку. Удобрения вносили перед закладкой опыта в виде азофоски, с содержанием NPK по 16%, и аммиачной селитры. Уборку проводили вручную 20 августа.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая профильно-слабоглееватая легкосуглинистая на лессовидном суглинке, что следует из изучения ее морфологических признаков.

До закладки опыта, почва участка, на котором проводились исследования, характеризовалась агрохимическими показателями, приведенными в таблице 6, которые свидетельствуют о очень низком содержании гумуса, слабокислой реакции среды, средней обеспеченностью обменными основаниями, повышенной – доступным фосфором, средней – обменным калием.

По совокупности агрохимических показателей почва является среднекультуренной (Ганжара, Борисов, Байбеков, 2002).

Таблица 6 - Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Показатели	Величина
Гумус (по Тюрину), %	1,58
Обменная кислотность, рН _{KCl}	5,22
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100г	2,48
Сумма обменных оснований, мг-экв/100г	21,65
Подвижный P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг почвы	146,3
Подвижный K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг почвы	79

Характеристика препаратов. Байкал ЭМ-1 – это созданный по специальной технологии концентрат в виде жидкости, в которой выращено более 70 видов полезных микроорганизмов, обитающих в почве:

фотосинтезирующих, молочнокислых, азотфиксирующих и других бактерий, дрожжей. Взаимодействуя с почвой, они вырабатывают ферменты и физиологически активные вещества, аминокислоты, нуклеиновые кислоты и прочее, оказывающие как прямое, так и косвенное положительное влияние на рост и развитие растений. Байкал ЭМ-1 разработан в 1998 г. доктором медицинских наук Шаблиным П.А. на основе анабиотических микроорганизмов байкальской экосистемы.

Свойства препарата: ускоряет рост растений; ускоряет созревание плодов; преобразует органические отходы в эффективное удобрение в виде компоста; восстанавливает естественное плодородие почвы; резко снижает содержание токсичных элементов; 1 л ЭМ-препарата достаточно для получения 1 т компоста, заменяющего 5 т органических удобрений; улучшает вкусовые качества выращиваемой продукции, повышает её оздоровительные свойства; увеличивает сроки хранения плодов в естественном виде.

Концентрация водного раствора при обработке семян и вегетирующих растений в опыте составляла 0,1%.

Циркон Р – регулятор роста. Действующее вещество - смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), полученных из растительного сырья эхиноцеи пурпурной. Относится к обширному классу фенольных соединений, повсеместно распространенных в растениях. Циркон в растениях выполняет функции регулятора роста, иммуномодулятора и антистрессового адаптогена. Циркон стимулирует корнеобразование, является индуктором цветения и плодообразования. Эффективно защищает от засухи, увеличивает всхожесть семян, срок хранения продукции, ускоряет укоренение рассады, черенков, защищает от стрессов, снижает бактериоз, фузариоз, корневые гнили.

Концентрация водного раствора при обработке семян в опыте составляла 0,1%, вегетирующих растений - 0,04%.

ГЛАВА 4. КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

Химизация – наиболее действенный фактор интенсификации сельского хозяйства. Опыт показывает, что химизация сельского хозяйства активно влияет на биохимические циклы обмена веществ и на равновесие природных экологических систем. Неправильное использование средств химизации может нарушать экологическое равновесие природных экосистем, что, как правило, приводит к ухудшению качества растениеводческой продукции и нежелательным изменениям в окружающей среде (Кузмич и др., 2007).

В практике передового сельскохозяйственного производства повышение урожая высококачественного зерна зерновых колосовых хлебов, в том числе и озимой пшеницы, возможно достичь осуществляя сбалансированное питание растений, устраняя недостаток или избыток тех или иных элементов питания. Эффективность применения удобрений определяется тем, насколько правильно удастся установить соотношение между отдельными элементами питания путем внесения недостающих и перевода в менее подвижные формы и нейтрализации находящихся в избытке токсично действующих элементов (Ремесло и др., 1982; Беркутова, 1992; Посыпанов, 1995).

По мнению Губанова, Иванова (1988) качество зерна озимой пшеницы – это «степень выраженности технологических свойств, характеризующих мукомольные, крупяные и хлебопекарные достоинства зерна».

Руководствуясь, ГОСТ 15467-79 (Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения), понятие качество – это «совокупность свойств продукции, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением», принято считать, что довольно широко неиспользуемое в практике растениеводства понятие качества включает около 30 признаков, присовокупленных к нескольким группам. Важнейшие из них представлены следующими: физические (стекловидность, масса 1000 зерен, натура, количество зерен в колосе, масса зерна с одного колоса и др.); биохимические (содержание белков, углеводов, жиров, зольность и др.); технологические и хлебопекарные (Гончаренко, 2010).

Считается, что натура зерна, представленная массой единицы объема зерна, выравненной по влажности и сортности материала, является наиболее надежным показателем качества зерна. Относящийся к физическим свойствам зерна, такой показатель как масса 1000 зерен определяется крупностью и выполненностью зерна, характеризующих в основном его посевные свойства (Казakov, Кретович, 1980).

Одним из критериев при оценке мукомольно-хлебопекарных качеств зерна озимой пшеницы и других зерновых культур (озимая рожь, тритикале) служит стекловидность, хотя она отождествляется с внешними признаками качества зерна. Тем не менее, стекловидность отражает структуру внутренних тканей зерновки и отчасти химический состав. Характерно, что мучнистый эндосперм характеризует слабую связь крахмальных зерен с белковым комплексом, а для

стекловидного зерна характерно наличие прочной связи крахмал-белок. Как правило, стекловидный эндосперм характеризуется более высокой белковостью относительно мучнистого эндосперма (Козьмина и др., 2006).

Стекловидность зерна озимой пшеницы определяет режим и схему помола (Казаков, 1983). При размолке стекловидного эндосперма образуется, как правило, большее количество крупок, что характерно для получения высококачественной и ценной для хлебопечения муки.

При оценке «силы» пшеницы он входит в классификацию. Зерно, используемое при производстве хлебопродуктов, должно характеризоваться стекловидностью не ниже 60%. Высокостекловидные мягкие пшеницы при выпечке дают хлеб большего объема, чем низко стекловидные. Выход муки, крупы из стекловидного зерна всегда выше, кроме того стекловидное зерно лучше размалывается (Павлов, 1984).

В зерне с высокой стекловидностью отмечается, как правило, высокое содержание белка (Дорофеев и др., 1983). Важнейшим биохимическим показателем качества зерна, характеризующим не только питательную его ценность, но также и другие качественные показатели (силу муки, содержание клейковины), напрямую зависят от белковости зерна (Птицына, Романова, 2008).

Установлено, что белковость зерна злаковых культур в значительной степени подвержена влиянию условий возделывания, зональных особенностей, технологий возделывания, сортовых особенностей. При этом при хлебопечении необходимо использовать зерно с содержанием белка не менее 12% (Панников, 1983).

Содержание белка в зерне определяется в значительной мере условиями возделывания и погодными условиями, особенно в период созревания (Иванова, 1989). Дефицит почвенной влаги в периоды формирования и созревания зерна снижает эффективность азотных удобрений, что уменьшает величину прибавок урожаев, но при этом отмечается повышение белковости зерна в сравнении с нормальными условиями вегетации (Ваулина, Воллейдт, 1998). В условиях повышенной кислотности почвенного раствора по данным Н.Е. Авдонина (1979) ухудшается режим азотного питания растений, что приводит к снижению урожайности зерна и его качества.

Минеральные удобрения, и прежде всего азотные, имеют большое значение в повышении урожая и качества зерна пшеницы. Эффективность их применения определяется агроклиматическим фактором, обеспеченностью почв доступными элементами питания, сроков сева, норм высева, сортов и других. Комплексное внесение минерального удобрения, где ведущая роль принадлежит азоту, имеет большое значение в повышении урожайности и увеличении белковости зерна озимой пшеницы и содержания клейковинообразующих белков, а также в улучшении ее технологических свойств (Бондарев, Вавилова, 1990; Мязин, Луценко, 2002). Высокий урожай зерна с повышенным содержанием белка получают в тех случаях, когда в используемых удобрениях азот преобладает над фосфором (Гиленко, Филимонова, 1985).

В Нечерноземной зоне РФ для получения максимальных урожаев озимой пшеницы необходимо вносить азотных удобрений около 100 кг/га д.в., а для

получения зерна с содержанием 14% белка и выше – более 120 кг/га (Уваров, Азаров, 2005), поскольку в этом случае наблюдается процесс торможения роста растений и повышение содержания азота в генеративных органах (Ториков и др., 2001).

При применении высоких доз азота необходимо вносить их дробно, используя подкормки, как правило, поздние подкормки увеличивают белковость зерна озимой пшеницы практически во всех почвенно-климатических зонах страны (Завалин, Пасынков, 2007; Кононова и др., 2012).

Среди весьма значимых показателей качества зерна озимой пшеницы следует выделить содержание и качество клейковины, представляющих собой совокупность физических и физико-химических свойств и определяющих выпечку хлеба с хорошей пористостью и объемным выходом (Ториков, 1999). По содержанию массовой доли клейковины в зерне озимой пшеницы Н.В. Птицына (2008) выделила три основных класса. К первому классу она отнесла зерно с содержанием клейковины не менее 32%, второму классу соответствует зерно с содержанием клейковины на уровне 28%, к третьему – не менее 23%.

4.1 Изменение физико-химических показателей качества зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации

Натура зерна – достаточно надежный показатель выполненности зерна в зависимости от применения того или иного элемента технологии и зональных особенностей место возделывания.

В условиях проводимого эксперимента натурная масса зерна в среднем была относительно высокой и изменялась по вариантам опыта в пределах 715-766 г/л.

Наиболее высокой натурой характеризовалось зерно озимой пшеницы, полученное при применении повышенных доз минеральных удобрений, при этом внесение возрастающих доз калия в составе $N_{120}P_{90}$ (фон II) способствовало повышению натурной массы зерна озимой пшеницы (табл. 7). Обработка посевов озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим способствовала повышению натуры зерна при достижении самых высоких показателей в вариантах 16, 17, 18.

Этот показатель определяется изменением массы 1000 зерен и их выравненности. Как известно, уровень урожайности озимой пшеницы формируется в своей основе за счет увеличения числа продуктивных стеблей на единице площади, количеством зерен на один колос и массой 1000 зерен (Исмагилов и др., 2006). Величина зерна определяется массой 1000 зерен, а именно для крупного зерна характерна большая масса 1000 зерен при более высокой его плотности.

В наших опытах изучаемые системы удобрения оказали положительное влияние на массу 1000 зерен, которая изменялась по вариантам опыта от 32,7 г (контроль) до 40,9 г (вариант фон II + K_{150} + Гумистим) (табл. 8), то есть комплексное применение средств химизации способствует достоверному повышению массы 1000 зерен и увеличению натуры зерна (варианты 16, 17, 18). Погодные условия вегетационных периодов также оказывали влияние на физико-химические по-

казатели, заметно снижая их при недостаточной обеспеченности растений почвенной влагой, высокими температурами воздуха (2017 год) (прил. 15).

Таблица 7 - Влияние средств химизации на изменение натуры зерна озимой пшеницы, г/л

Вариант		Натура зерна, г/л			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1	Контроль	722	702	721	715
2	N90P60 – фон I	726	711	731	723
3	Фон I+K60	735	717	740	731
4	Фон I+K90	737	721	742	733
5	Фон I+K120	741	726	752	740
6	Контроль+ Гумистим	728	709	734	724
7	Фон I + Гумистим	739	718	747	735
8	Фон I+K60 + Гумистим	743	726	758	742
9	Фон I+K90 + Гумистим	749	729	761	746
10	Фон I+K120 + Гумистим	751	730	766	749
11	N120P90 – фон II	746	739	742	742
12	Фон II+K90	750	742	755	749
13	Фон II+K120	754	746	766	755
14	Фон II+K150	758	748	767	758
15	Фон II + Гумистим	760	753	756	756
16	Фон II+K90 + Гумистим	764	756	764	761
17	Фон II+K120 + Гумистим	766	759	766	764
18	Фон II+K150 + Гумистим	768	761	769	766
НСР _{05факт.А} (Гумистим)		1,91	2,29	1,74	
НСР _{05факт.В, АВ} (удобрения)		4,05	4,86	3,69	

Таблица 8 – Влияние средств химизации на массу 1000 зерен озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации, г

Вариант		Масса 1000 зерен, г			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1		2	3	4	5
1	Контроль	35,6	27,8	34,7	32,7
2	N90P60 – фон I	35,9	29,3	35,6	33,6
3	Фон I+K60	36,5	29,8	36,1	34,1
4	Фон I+K90	36,7	32,1	36,3	35,0
5	Фон I+K120	36,9	32,6	36,5	35,3
6	Контроль+ Гумистим	36,3	28,8	35,7	33,6
7	Фон I + Гумистим	38,5	31,6	38,3	36,1
8	Фон I+K60 + Гумистим	38,9	33,5	38,7	37,0
9	Фон I+K90 + Гумистим	39,2	33,8	38,9	37,3

Продолжение таблицы 8

10	Фон I+K120 + Гумистим	39,4	34,3	39,1	37,6
11	N120P90 – фон II	38,6	31,6	38,2	36,4
12	Фон II+K90	38,8	32,8	38,7	36,8
13	Фон II+K120	38,9	33,1	39,0	37,0
14	Фон II+K150	39,1	33,6	38,9	37,2
15	Фон II + Гумистим	40,2	35,8	39,8	38,6
16	Фон II+K90 + Гумистим	41,6	36,3	41,3	39,7
17	Фон II+K120 + Гумистим	41,9	36,8	41,7	40,1
18	Фон II+K150 + Гумистим	42,0	38,2	41,9	40,7
НСР _{05факт.А} (Гумистим)		0,38	0,25	0,22	
НСР _{05факт.В} , АВ (удобрения)		0,81	0,54	0,47	

Стекловидность зерна в наших исследованиях также определялась влиянием средств химизации и погодными условиями. Наиболее благоприятные условия для формирования более стекловидного зерна складывались в 2016 и 2018 годах (рис. 1, прил. 16, 17).

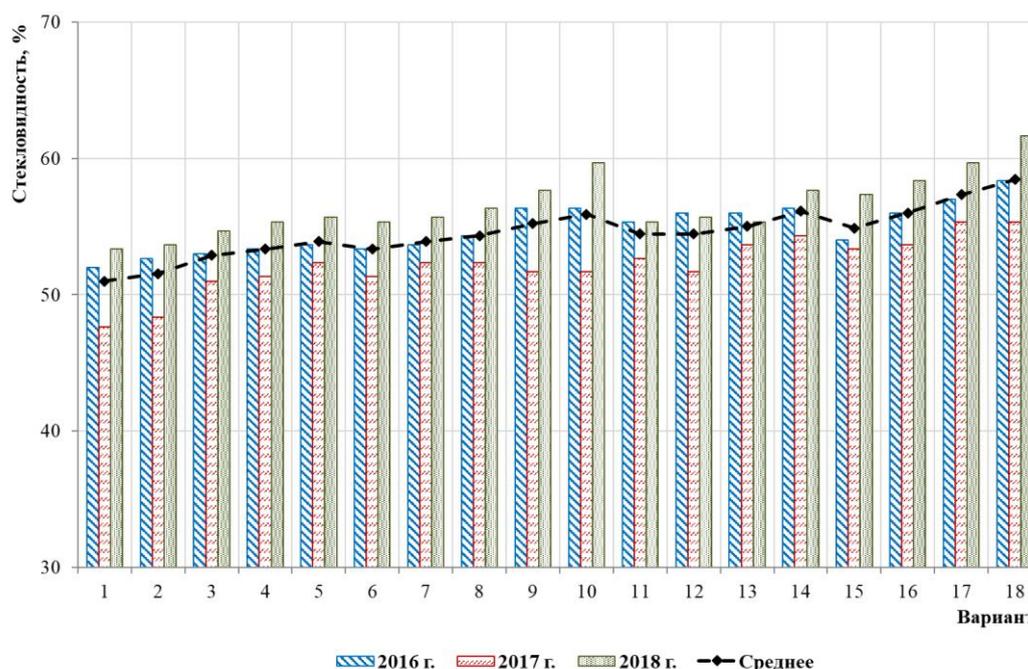


Рисунок 1 – Влияние средств химизации на стекловидность зерна озимой пшеницы

В среднем за годы опытов стекловидность зерна в зависимости от уровня насыщенности применяемых средств химизации изменялись в пределах 51-58% при наиболее высоком значении этого показателя в вариантах с комплексным применением минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим (варианты фон II + K₉₀ + Гумистим, фон II + K₁₂₀ + Гумистим, фон II + K₁₅₀ + Гумистим).

В наших исследованиях содержание клейковины в зерне озимой пшеницы изменялось в зависимости от фона минерального питания, а также действия

гуминового препарата. Повышение уровня минерального питания способствовало повышению содержания клейковины в зерне озимой пшеницы. Следует отметить, что в менее благоприятном 2017 году содержание клейковины в зерне было ниже в сравнении с 2016 и 2018 годами (табл. 9). В среднем за годы опытов содержание клейковины по изучаемым вариантам опыта изменялось в зависимости от фона удобренности в пределах 24,8 – 27,6%.

Таблица 9 - Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на массовую долю клейковины в зерне озимой пшеницы, %

Варианты		Массовая доля клейковины, %			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средн.
1	Контроль	23,5	27,2	23,8	24,8
2	N90P60 – фон I	23,7	27,3	24,4	25,1
3	Фон I+K60	24,2	27,3	24,5	25,3
4	Фон I+K90	24,3	27,5	24,8	25,5
5	Фон I+K120	24,3	27,9	25,1	25,8
6	Контроль+ Гумистим	23,9	27,4	24,5	25,3
7	Фон I + Гумистим	24,2	27,8	24,7	25,6
8	Фон I+K60 + Гумистим	24,3	27,7	25,1	25,7
9	Фон I+K90 + Гумистим	24,5	28,1	25,7	26,1
10	Фон I+K120 + Гумистим	24,7	28,2	26,2	26,4
11	N120P90 – фон II	25,3	28,2	26,6	26,7
12	Фон II+K90	25,4	28,3	26,8	26,8
13	Фон II+K120	26,3	28,3	26,2	26,9
14	Фон II+K150	27,3	28,5	27,4	27,7
15	Фон II + Гумистим	25,4	28,2	26,9	26,8
16	Фон II+K90 + Гумистим	25,6	28,2	27,2	27,0
17	Фон II+K120 + Гумистим	25,8	28,3	27,4	27,2
18	Фон II+K150 + Гумистим	26,2	28,3	28,2	27,6

НСР₀₅факт.А (Гумистим)

0,15 0,13 0,25

НСР₀₅факт.В, АВ (удобрения)

0,32 0,27 0,53

Применение гуминового препарата оказало относительно невысокое действие на содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы, увеличение этого показателя в среднем составило около 0,3%. При внесении азотно-фосфорного удобрения N₉₀P₆₀ (фон I) на фоне применения биопрепарата Гумистим отмечено повышение содержания сырой клейковины в сравнении с вариантом контроль + Гумистим в среднем на 0,8%. Следует отметить, что при добавлении последовательно увеличивающихся доз калия 60, 90, 120 кг/га д.в. к азотно-фосфорному удобрению N₉₀P₆₀ (фон I) в сочетании с гуминовым биопрепаратом содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в сравнении с фоном I повышалось на 0,1-0,5%. Внесение возрастающих доз калийного удобрения от K₉₀, K₁₂₀ и K₁₅₀ в составе N₁₂₀P₉₀ (фон II) в сочетании с обработкой рас-

тений гуминовым биопрепаратом способствовало повышению содержания клейковины относительно вариантов, не предусматривающих применение Гумистима (вар.12, 13, 14) в среднем на 0,2%. Наиболее высоким содержанием клейковины в зерне озимой пшеницы отмечался вариант с комплексным внесением полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{150}$ и биопрепаратом Гумистим.

Применение минеральных удобрений, как при отдельном внесении, так и в комплексе с гуминовым препаратом оказало заметное влияние на изменение довольно значимых показателей качества зерна «число падения» и активность амилолитических ферментов, выраженное через показатель «высота амилограммы», который называют силой муки. Величина этих показателей характеризует состояние углеводно-амилазного комплекса зерна и определяет его хлебопекарные качества, связанные с состоянием активности фермента амилазы и состоянием крахмала в зерне. При пониженной активности амилолитических ферментов повышается число падения, в результате чего повышаются хлебопекарные качества зерна. Повышение активности амилазы способствует усилению гидролиза крахмала и снижению хлебопекарных качеств зерна (Исмагилов и др., 2013). Сила муки по определению М.Ш. Тагирова и др. (2014) – способность при хлебопечении давать формоустойчивый хлеб большого объема с хорошим мякишем. Её параметры связаны с количеством и качеством клейковины в зерне.

В наших исследованиях в среднем число падения изменялось по изучаемым вариантам опыта в пределах 244-276 секунд (табл. 10).

Таблица 10 – Влияние удобрений и биопрепарата Гумистим на хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы

Вариант		Показатели	
		число падения, с	высота амилограммы, е.а
1		2	3
1	Контроль	244	266
2	$N_{90}P_{60}$ – фон I	261	272
3	Фон I+K60	267	276
4	Фон I+K90	264	281
5	Фон I+K120	260	288
6	Контроль+ Гумистим	251	279
7	Фон I + Гумистим	264	337
8	Фон I+K60 + Гумистим	273	342
9	Фон I+K90 + Гумистим	272	348
10	Фон I+K120 + Гумистим	268	351
11	$N_{120}P_{90}$ – фон II	273	292
12	Фон II+K90	273	298
13	Фон II+K120	265	308
14	Фон II+K150	262	313
15	Фон II + Гумистим	278	352

16	Фон II+K90 + Гумистим	277	385
17	Фон II+K120 + Гумистим	277	418
18	Фон II+K150 + Гумистим	276	443
НСР _{05факт.А} (Гумистим)		1,54	
НСР _{05факт.В} , АВ (удобрения)		3,27	

Последовательно увеличивающиеся дозы калия, как в составе фона I ($N_{90}P_{60}$), так и в составе фона II ($N_{120}P_{90}$) способствовали снижению числа падения. Высота амилограммы повышалась под влиянием систем удобрения, как при отдельном применении, так и в комплексе с гуминовым препаратом. Обработка посевов озимой пшеницы гуминовым препаратом оказала положительное влияние на изменение числа падения и высоту амилограммы, повышая эти показатели.

4.2. Влияние комплексного применения средств химизации на содержание азотсодержащих соединений в зерне озимой пшеницы

Успешное решение проблемы увеличения производства зерна основных зерновых культур, включая озимую пшеницу, должно осуществляться с учетом его высоких качественных кондиций, и содержание белка – один из важнейших и основных показателей качества зерна. Известно, что пищевые достоинства белка определяются его аминокислотным составом и, вследствие этого, значение белка в рационе питания человека приобретает особо важное значение (Кореньков, 1980; Минеев, 1980).

Содержание белка в зерне злаковых культур в значительной степени может быть подвержено изменениям от множества внешних факторов: погодноклиматических, географических, условий возделывания, сортовых особенностей. Оно может варьировать от 8 до 20%, составляя в среднем 10-14% (Алтухов, А.И., 2004; Ногенберг, 1981).

Установлено (Кунцевич, Пикун, 2001), что в наибольшей мере на размеры содержания белка в зерне оказывают влияние условия возделывания, особенно в период созревания; в качестве основного фактора выступает обеспеченность растений азотом и погодные условия (Иванова, 1989).

При дефиците почвенной влаги в период активной вегетации озимых культур отмечается снижение эффективности азотных удобрений, что отражается на уровне урожайности, но, как правило, в этих условиях повышается белковость зерна (Кореньков, 1985; Ваулина, 1998).

Установлено, что эффективность азотных удобрений по степени их влияния на урожайность зерновых культур тенденциозно снижается с продвижением в южном направлении, а по отношению к содержанию белка наоборот повышается в связи с ухудшением влагообеспеченности растений и ослаблением обеспеченности растений почвенным азотом (Войтович и др., 2003). Следует также учитывать, что кислая реакция почвенного раствора не способствует улучшению режима азотного питания растений, что является одним из факторов сни-

жению продуктивности и белковости зерна злаковых культур и озимой пшеницы в том числе (Кулаковская, 1978; Авдонин, 1979).

Применение полного минерального удобрения независимо от почвенно-климатических зон способствует значительному увеличению урожайности зерновых культур и повышению содержания белка в зерне (Нурлыгаянов, 1999; Парахин и др., 2011). При этом наиболее высокое содержание белка в зерне отмечалось при внесении повышенных доз азотных удобрений, особенно в случаях преобладания в полном минеральном удобрении азота и фосфора над калием или при их равновесном соотношении (Гиленко, Филимонова, 1985; Завалин, Пасынков, 2007). Внесение высоких доз азотных удобрений сопровождается, как правило, снижением темпов роста растений и увеличением содержания азота в генеративных органах (Гамзикова, 1994).

Применение азотных подкормок в весенний период на фоне основного удобрения сопровождается повышением урожайности и белковости зерна озимых культур, включая озимую пшеницу (Терентьев и др., 2012; Шмырева и др., 2014).

Увеличение дозы вносимых азотных удобрений до 120 кг/га д.в. на фоне невысоких доз фосфора (60 кг/га P_2O_5) и калия до (30 кг/га K_2O) способствовало повышению содержания белка с 11,6 до 15,1% соответственно, отмечено увеличение и содержание массовой доли клейковины (Ториков, Куликович, 2013). Исследованиями А.Н. Павлова (1984) установлено, что припосевное внесение азотного удобрения наряду с азотными подкормками пшеницы в фазы кущения и колошения повышают содержание белка в зерне.

Применение высоких доз азота должно предусматривать их дробное внесение при проведении азотных подкормок, в том числе и в поздние сроки, что существенно способствует не только увеличению урожайности, но и повышению белковости зерна (Завалин, 2005; Кононова и др., 2011).

В настоящее время при интенсификации сельскохозяйственного производства наиболее быстро реализуемым фактором в технологиях возделывания зерновых культур особая роль принадлежит комплексному применению средств химизации, где основой является применение полного минерального удобрения (Кашукоев, 2009; Соснина, 2013; Козлова, 2015). Правильный выбор сроков применения, доз, соотношений при их комплексном применении с эффективными средствами защиты и регуляторами роста определяют формирование урожая определенного уровня и показателями его качества (Жученко, 2004; Завалин, Пасынков, 2007; Птицына, 2009). Значительное влияние на качество зерна озимых культур могут оказывать такие природные факторы, как тепло и влагообеспеченность, которые в отличие от антропогенных факторов практически не регулируются. В вегетационные периоды, характеризующиеся высокими среднесуточными температурами воздуха и недостаточной влагообеспеченностью, отмечено повышение белковости зерна до 14-15%, что объясняется снижением размера вовлечения в процессы синтеза почвенного азота и азота удобрений, используемого на формировании урожая зерна, значительно в большом количестве азот используется на синтез белкового комплекса (Зиганшин, Шарифуллин, 1981).

В наших исследованиях, содержание белка в зерне в среднем за три года по изучаемым вариантам опыта изменялось от 11,5 до 13,4% (табл. 11). Применение азотно-фосфорного удобрения в дозе N₉₀P₆₀ (фон I) увеличивало содержание сырого белка в зерне в сравнении с контролем на 1,1%. При увеличении дозы азотно-фосфорного удобрения до N₁₂₀P₉₀ (фон II) отмечено повышение белковости зерна относительно фона I на 0,3%, а в сравнении с контролем на 1,4%.

Применение последовательно увеличивающихся доз калийного удобрения 60, 90 и 120 кг/га д.в. позволило повысить содержание сырого белка в зерне в сравнении с фоном I на 0,2-0,3%, а относительно контрольного варианта на 1,3-1,4%. Внесения калийного удобрения в последовательно увеличивающихся дозах 90, 120 и 150 кг/га д.в. на фоне II (N₁₂₀P₉₀) обеспечило повышение белковости зерна в сравнении с вариантами с последовательно возрастающими дозами калия на фоне I (N₉₀P₆₀) на 0,2 -0,1%, а по отношению к контролю на 1,6-1,7%. Проведение обработки посевов озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим обеспечило повышение содержание белка в зерне озимой пшеницы с 11,5 до 11,9%.

Таблица 11 - Содержание и сбор сырого белка урожай зерно озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации (2016-2018 гг.)

Варианты		Содержание белка, %				Прибавка к контролю, ±	Сбор белка, т/га
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее		
1		2	3	4	5	6	7
1	Контроль	11,3	11,7	11,6	11,5	-	0,268
2	N ₉₀ P ₆₀ – фон I	12,8	12,9	12,2	12,6	+1,1	0,381
3	Фон I+K ₆₀	12,8	13,0	12,6	12,8	+1,3	0,425
4	Фон I+K ₉₀	12,9	13,0	12,6	12,8	+1,3	0,452
5	Фон I+K ₁₂₀	12,9	13,1	12,6	12,9	+1,4	0,491
6	Контроль+ Гумистим	11,8	12,0	11,9	11,9	+0,4	0,302
7	Фон I + Гумистим	12,3	12,9	12,6	12,6	+1,1	0,425
8	Фон I+K ₆₀ + Гумистим	12,7	13,1	12,8	12,9	+1,4	0,472
9	Фон I+K ₉₀ + Гумистим	12,8	13,2	12,8	12,9	+1,4	0,512
10	Фон I+K ₁₂₀ + Гумистим	12,8	13,0	12,9	12,9	+1,4	0,547
11	N ₁₂₀ P ₉₀ – фон II	12,9	13,0	12,8	12,9	+1,4	0,470
12	Фон II+K ₉₀	12,9	13,1	13,0	13,0	+1,5	0,490
13	Фон II+K ₁₂₀	12,9	13,3	13,0	13,1	+1,6	0,524
14	Фон II+K ₁₅₀	13,1	13,3	13,1	13,2	+1,7	0,544
15	Фон II + Гумистим	13,0	13,4	13,2	13,2	+1,7	0,507
16	Фон II+K ₉₀ + Гумистим	13,1	13,5	13,3	13,3	+1,8	0,559
17	Фон II+K ₁₂₀ + Гумистим	13,2	13,7	13,3	13,4	+1,9	0,637
18	Фон II+K ₁₅₀ + Гумистим	13,2	13,9	13,4	13,5	+2,0	0,687
НСР ₀₅ факт.А (Гумистим)		0,19	0,07	0,16			
НСР ₀₅ факт.В, АВ (удобрения)		0,39	0,14	0,34			

При обработке растений озимой пшеницы гуминовым препаратом на фоне азотно-фосфорного удобрения $N_{90}P_{60}$ (фон I) отмечено повышение белковости зерна по сравнению с обработкой растений на контроле на 0,7%, а по отношению к абсолютному контролю содержание белка повышалось на 1,1%. Обработка растений пшеницы биопрепаратом Гумистим на фоне азотно-фосфорного удобрения $N_{120}P_{90}$ (фон II) способствовала повышению белковости зерна в сравнении с контролем на 1,5%, а относительно фона I + Гумистим на 0,4%. Применение гуминового препарата при обработке озимой пшеницы в вариантах с последовательно возрастающими дозами калия (90, 120, 150 кг/га д.в.) в составе $N_{120}P_{90}$ (фон II) способствовало повышению содержания белка в зерне по сравнению с вариантами без обработки гуминовым препаратом (вар.12, 13, 14) на 0,2, 0,2, 0,3%.

Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы 13,5% и его сбор (0,687 т/га) отмечены в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Наши данные согласуются с результатами исследований В.М. Гармашова с соавторами (2015).

4.3 Аминокислотный состав зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений и биопрепарата Гумистим

Одним из важнейших и наиболее значимых качественных показателей зерна хлебных злаков, является аминокислотный состав белкового комплекса, определяющий его биологическую ценность (Козьмина и др., 2006). Являясь основными структурными составляющими молекул всех белковых веществ, аминокислоты определяют ценность белка той или иной зерновой культуры. Известно, что восемь протеиновых кислот, входящих в состав белкового комплекса растений лизин, метионин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, триптофан, фенилаланин не синтезируются в организм человека и животных и их называют незаменимыми (Плешков, 1969).

Потребность в незаменимых аминокислотах удовлетворяется поступлением их в организм человека и животных вместе с пищей. Образование всех протеиновых аминокислот, включая и незаменимые, осуществляется в процессе реакций первичного синтеза на основе простейших органических соединений – углекислого газа, аммиака, нитратов и воды (Козьмина, Гунькин, Сусянок, 2006).

В пищевом отношении биологически полноценными белками считаются те, в составе которых содержится комплекс всех аминокислот, а при отсутствии в составе белкового комплекса хотя бы одной из незаменимых аминокислот приводит к серьезному нарушению обмена веществ в животном организме (Казаков, Кретович, 1989). Ценность растительной продукции определяется количеством в них белка и содержанием в нем всего комплекса протеиновых аминокислот, включая восемь незаменимых (Селиванов и др., 1985; Ториков, Фокин, 1999).

Из всего разнообразия зерновых злаковых культур наиболее сбалансированными по аминокислотному составу считаются белки таких злаков как рожь, овес, рис, однако незаменимые аминокислоты триптофан, метионин и гистидин в составе их белковых комплексов не всегда достаточно полно представлены.

Обобщения результатов многочисленных исследований о влиянии удобрений в различных почвенно-климатических зонах страны академиком В.Г. Минеевым и др. (1980) показало, что интенсификацией земледелия наравне с повышением уровня урожайности зерновых культур повышается содержание белка и аминокислот в зерне. При этом применение полого минерального удобрения способствует увеличению суммы свободных аминокислот в зерне хлебных злаков (Бекмухамедова и др., 1978; Моисеенко, 1978; Мерзлая и др., 1997).

Исследованиями М.Ф. Томме, Р.В. Мартыненко (1972) установлено, что условия минерального питания в значительной степени определяют содержание и соотношение аминокислот в растениях.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что содержание аминокислот в зерне озимой пшеницы определялось влиянием применяемых средств химизации (табл. 12).

Таблица 12 - Аминокислотный состав зерна озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения (г/100 г зерна) (2016-2018 гг.)

Аминокислоты	Варианты			
	контроль	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Гумистим
1	2	3	4	5
Незаменимые				
Валин (Val)	2,358	1,784	1,853	2,366
Гистидин (His)	0,783	0,748	0,762	0,796
Метионин (Met)	0,468	0,472	0,586	0,764
Лейцин (Leu) + Изолейцин (Ile)	0,366	0,678	0,686	0,723
Лизин (Lys)	0,476	0,364	0,359	0,481
Треонин (Thr)	1,653	2,346	2,281	2,389
Триптофан (Trp)	1,184	1,698	1,837	2,374
Фенилаланин (Phe)	0,436	0,562	0,446	0,576
Сумма незаменимых аминокислот	7,724	8,652	8,810	10,469
Свободные				
Аргинин (Arg)	1,310	2,843	2,938	2,733
Аланин (Ala)	2,118	2,262	2,712	2,258
Аспарагин (Asp)	0,321	0,356	0,423	0,418
Глицин (Gly)	0,586	0,518	0,328	0,589
Глутаминовая кислота (Glu)	0,203	0,245	0,315	0,320
Пролин (Pro)	0,487	0,423	0,576	0,612
Серин (Ser)	0,952	0,864	0,917	0,828
Тирозин (Tyr)	0,442	0,648	0,660	0,674
Цистин (Cys)	0,276	0,354	0,466	0,542
Общая сумма аминокислот	14,419	17,165	18,145	19,443

В условиях проводимого эксперимента применяемые удобрения способствовали увеличению общего содержания аминокислот в зерне озимой пшеницы с 17,165 до 18,145 г/100 г зерна относительно контрольного варианта, где содержание аминокислот составляло 14,419 г/100 г зерна. При этом отмечено увеличение суммы незаменимых аминокислот. Обработка растений пшеницы гуминовым биопрепаратом на фоне полного минерального удобрения повышала сумму незаменимых аминокислот с 8,810 г до 10,469 г/100 г зерна. Такая же закономерность отмечена и в отношении содержания свободных аминокислот.

Следует отметить, что аминокислотный состав зерна озимой пшеницы заметно различался содержанием по его составу. Так, среди свободных аминокислот явное преимущество имели аргинин (1,310-2,733 г/100 г) и аланин (2,118-2,258 г/100 г).

В составе незаменимых аминокислот наибольшим содержанием в зерне выделялись следующие аминокислоты по возрастающей: гистидин – 0,783-0,796, триптофан – 1,184-2,374, треонин – 1,653-2,389, валин – 2,358-2,366 г/100 г зерна.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что в наших исследованиях наиболее высокой пищевой ценностью обладал белковый комплекс зерна озимой пшеницы, выращенной в варианте с применением полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Гумистим (вариант 18).

4.3.1 Изменение химического состава зерна озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации

Качество зерна хлебных злаков определяется в значительной степени такими показателями его химического состава, как углеводы (крахмал), зола, клетчатка, жир. По данным Б.П. Плешкова (1969) в зерне озимой пшеницы в среднем содержится крахмала (основного запасного вещества) от 49 до 73%, содержание золы в зависимости от многих факторов может варьировать от 1,3 до 2,8%. Содержание клетчатки в зерне озимой пшеницы, которая, главным образом, более, чем на 58% входит в состав семенных оболочек, обычно составляет 2-3%. Содержание жиров в зерне озимой пшеницы в среднем составляет 1,6-3,2%.

В наших исследованиях установлено, что содержание золы в зерне озимой пшеницы на контрольном варианте составляло в среднем 1,45%, увеличиваясь под влиянием минеральных удобрений до уровня 2,10% при применении полного минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{90}K_{150}$ (рис. 2).

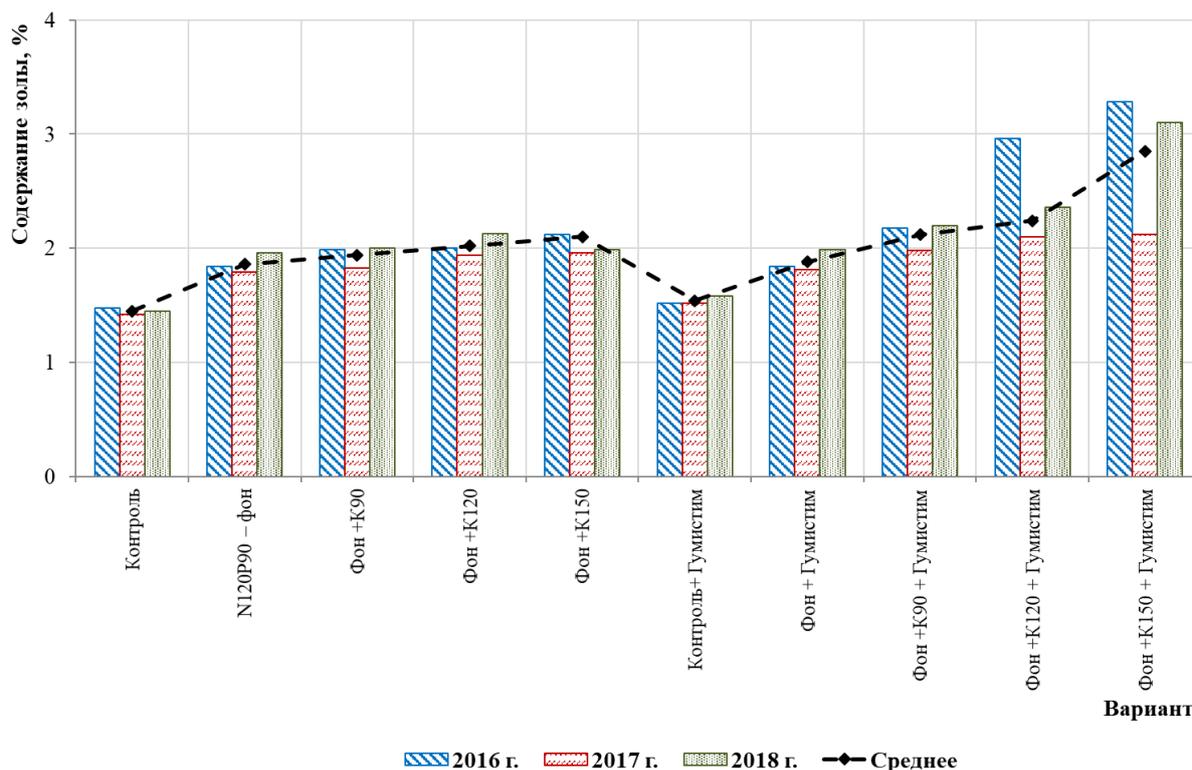


Рисунок 2 – Содержание золы в зерне озимой пшеницы

Обработка посевов озимой пшеницы гуминовым препаратом Гумистим способствовала повышению зольности зерна в сравнении с контрольным вариантом на 0,9%. Применение гуминового препарата на фоне систем минерального удобрения повышало содержание золы в зерне относительно контроля на 0,43-1,4%, а в сравнении с вариантами, где он применялся, на 0,2-0,75% при максимуме в варианте $N_{120}P_{90}K_{150} + \text{Гумистим}$ 2,85%.

Содержание клетчатки в зерне озимой пшеницы по вариантам опыта в среднем изменялось от 2,91 на контроле, увеличиваясь под влиянием как отдельного применения систем удобрения до 4,4%, так и в комплексе с гуминовым препаратом Гумистим, достигая максимального значения 4,69% в варианте $N_{120}P_{90}K_{150} + \text{Гумистим}$.

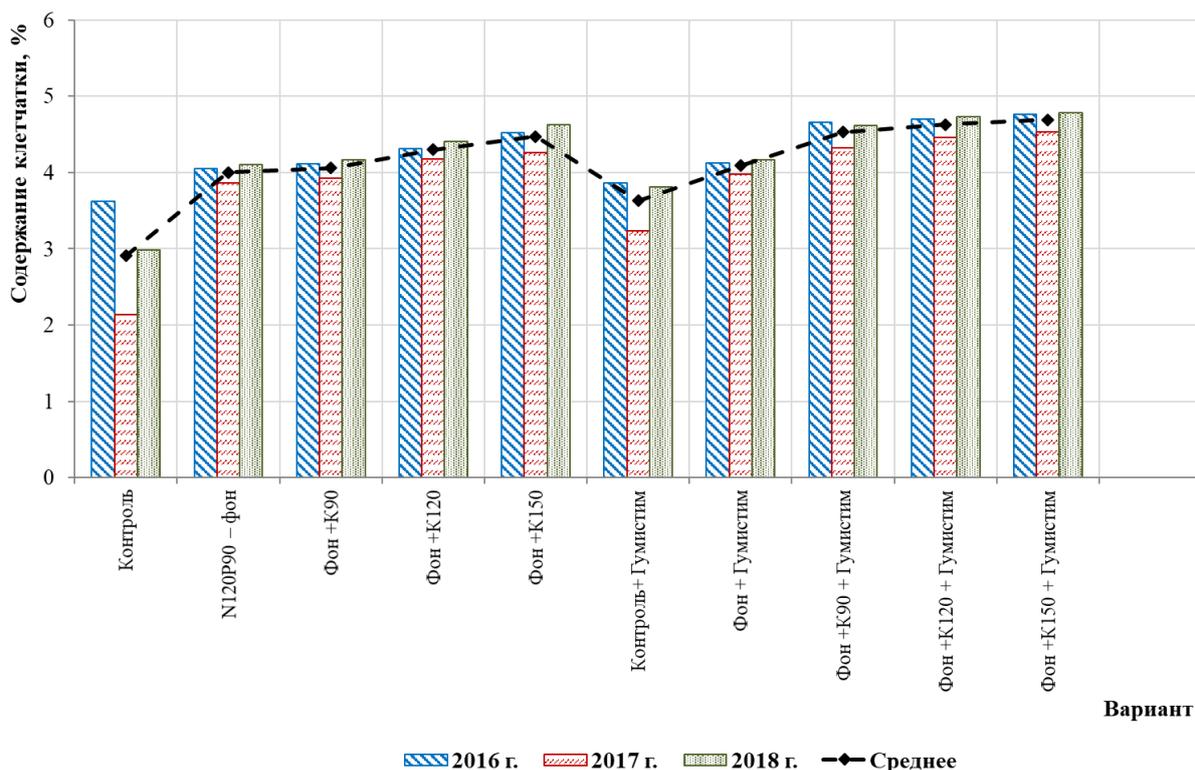


Рисунок 3 – Содержание клетчатки в зерне озимой пшеницы

Под влиянием азотно-фосфорного удобрения N₁₂₀P₉₀ (фон) содержание клетчатки повышалось до 4,0%; возрастающие дозы калия в составе N₁₂₀P₉₀ в дозах 90, 120 и 150 кг/га д.в. повышали содержание клетчатки по сравнению с контролем на 1,15, 1,39 и 1,56% соответственно. Обработка посевов озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим способствовала повышению содержания клетчатки в зерне (вариант контроль + Гумистим) относительно контроля на 0,72%, а при обработке растений гуминовым препаратом на фоне применяемых систем удобрения повышало содержание клетчатки в зерне по сравнению с контролем на 1,18-1,78%, при максимуме в варианте N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим.

Содержание жира в зерне озимой пшеницы в среднем за годы проведения опыта изменялось с 1,36%, достигая максимального значения 1,58% при комплексном применении удобрений и гуминового препарата (вариант N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим).

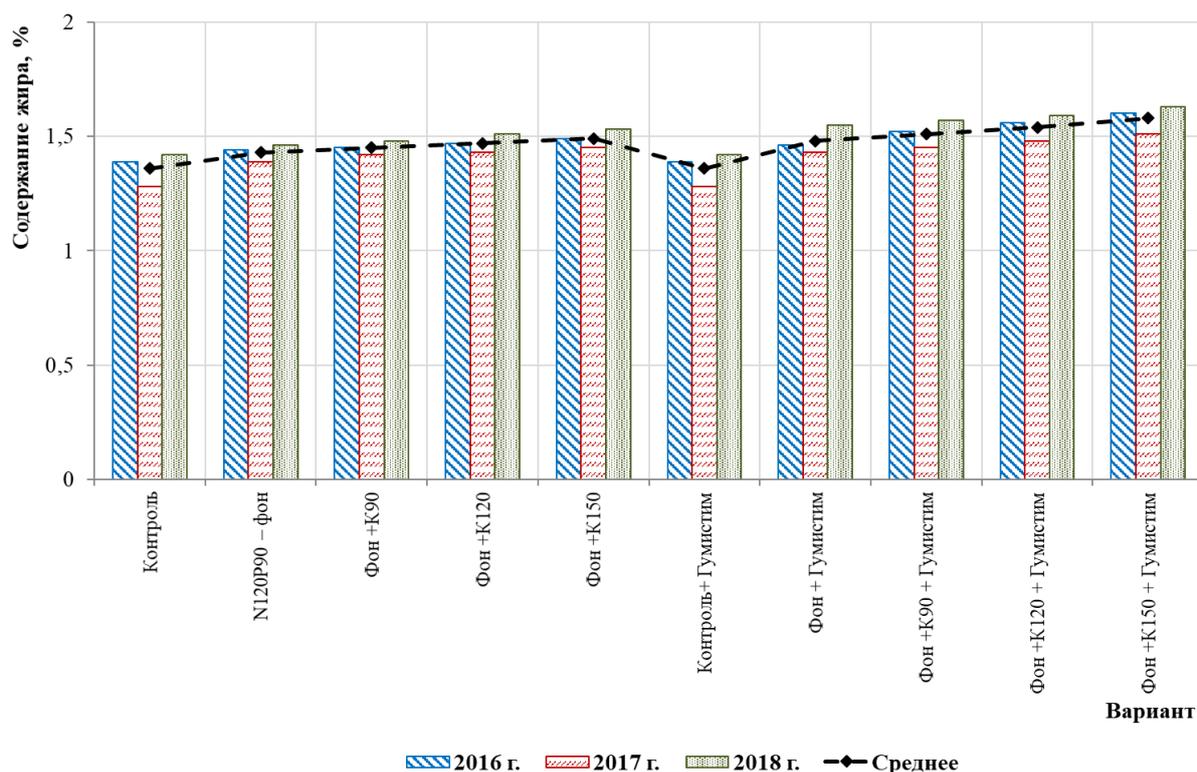


Рисунок 4 – Содержание жира в зерне озимой пшеницы

Углеводы являются главнейшими энергетическими источниками, потребляемыми человеком и животными с различными пищевыми продуктами и кормами растительного происхождения. В зерновом сырье содержится до 82% углеводов, из которых основную долю составляет крахмал (Андреев, 2004). Наибольшее его количество сосредоточено в эндосперме центральной части зерновки (Ториков, Куликович, 2013).

Лабораторными исследованиями установлено, что в среднем за годы опытов содержание крахмала в зерне озимой пшеницы на контрольном варианте составляло 46,5%. При этом, наиболее низкое содержание крахмала в зерне отмечено в менее благоприятном 2017 году (табл. 13). При внесении азотно-фосфорного удобрения N₁₂₀P₉₀ повышало крахмалистость зерна в среднем на 4,1% в сравнении с контролем. Добавление калийного удобрения в последовательно возрастающих дозах от 90 до 150 кг/га д.в. в зерне озимой пшеницы в составе N₁₂₀P₉₀ (фон) на 1,4-3,5%. От применения биопрепарата Гумистим крахмалистость зерна озимой пшеницы возрастала на 1,6%, а обработка растений гуминовым препаратом в комплексе с применяемыми системами удобрения приводила к повышению содержания крахмала в зерне озимой пшеницы при максимальном его содержании 55,8% на варианте N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим. Это явилось следствием улучшения углеводного обмена в вариантах с применением гуминового препарата, поскольку зерно, полученное на этих вариантах, отличалось хорошей выполненностью.

Таблица 13 - Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Вариант	Содержание, %			Среднее	Отношение крахмал/белок
	2016 г.	2017 г.	2018 г.		
Контроль	49,4	43,2	46,9	46,5	4,04
N ₁₂₀ P ₉₀ – фон	53,7	46,4	51,7	50,6	4,1
Фон +K ₉₀	57,3	54,5	57,1	56,3	4,3
Фон +K ₁₂₀	58,1	55,4	57,8	57,1	4,3
Фон +K ₁₅₀	59,0	55,6	58,2	57,6	4,3
Контроль+ Гумистим	48,7	46,3	50,2	48,4	4,1
Фон + Гумистим	58,1	56,8	58,5	57,8	4,4
Фон +K ₉₀ + Гумистим	59,2	57,7	61,3	59,4	4,4
Фон +K ₁₂₀ + Гумистим	61,0	57,1	61,6	59,9	4,5
Фон +K ₁₅₀ + Гумистим	64,5	58,8	62,1	61,8	4,6

Установлено, что хлеб хорошего качества можно выпекать при определенном соотношении между крахмалом и белком с оптимумом в пределах 4,6-5,2 (Толстоусов, 1987). В наших исследованиях повышение белковости зерна озимой пшеницы сопровождалось также повышением содержания крахмала, в следствие этого величина соотношения крахмал/белок находилось в пределах 4,4-4,6, что близко к оптимальному значению.

4.4 Влияние удобрений и биопрепарата Гумистим на накопление остаточных нитратов в зерне озимой пшеницы

Известно, что активизация потоков нитратов в биосфере в первую очередь связана с возрастающим антропогенным вовлечением в круговорот веществ технического и биологического азота. Установлено, что количество их содержания во многом определяет уровень азотного питания растений в фитоцинозах и, как правило, это подтверждается наличием положительной корреляции с размерами урожая и его качественными показателями (Буянкин, 2005). Избыточная концентрация нитратов в продукции растениеводства в значительной мере снижает ее качество и является основной причиной потенциального нарушения важнейших функций живых организмов (Завалин, Пасынков, 2007).

В процессе роста и развития растений нитраты рассматриваются в качестве основного источника азотного питания и, в связи с этим, их содержание в производимой растениеводческой продукции определяется дозами минеральных и органических удобрений, сроками их внесения, биологическими особенностями возделываемых культур, а также погодно-климатическими и зональными условиями (Хисматуллин, 2010). Как правило, в тканях растений более высокое содержание нитратов отмечается в ранний период онтогенеза и к началу созревания их концентрация в нормальных условиях может уменьшаться от 2 до 15 раз (Шамрай, 1988).

Улучшение условия минерального питания, проведение агротехнических мероприятий в оптимальные сроки способствует интенсификации процесса нитрификации в почве, а это в свою очередь благоприятствует увеличению потребления растениями нитратного азота и при недостатке углеводов он может накапливаться в растениях в избыточном количестве, создавая серьезную угрозу состоянию здоровья человека и животных (Макарцев, 1999).

Важнейшим фактором, влияющим на уровень содержания нитратов в растениях, является применение азотных удобрений. При этом особенно важно соблюдать сроки их внесения, дробность применения с учетом условий освещения, обеспеченности влагой, макро- и микроэлементами, реакции почвенного раствора. Высокая обеспеченность растений азотом при дефиците калия способствует избыточной концентрации нитратов (Драганская, 2004).

В среднем за годы проведения опытов содержание нитратов в зерне озимой пшеницы по вариантам изменялось от 38 до 57 мг/кг (ПДК – 93 мг/кг) (рис. 5, прил. 29).

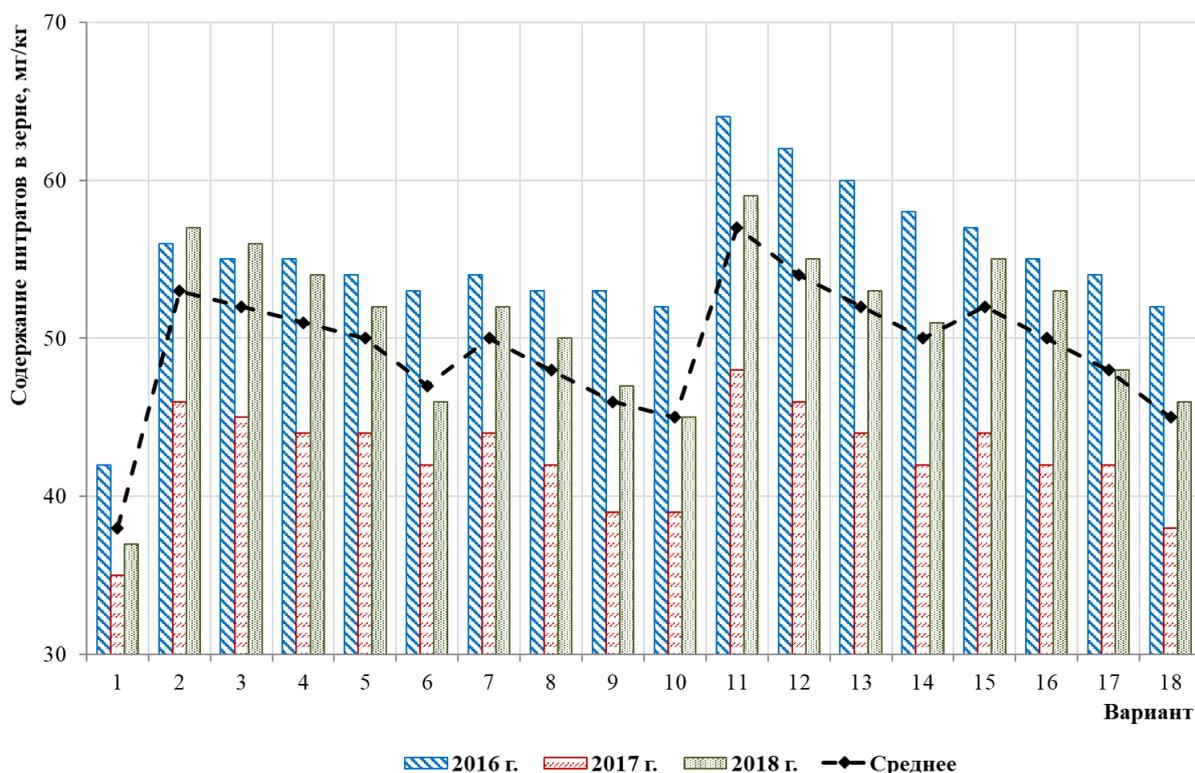


Рисунок 5 – Содержание нитратов в зерне озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации (2016-2018 гг.)

Минимальная концентрация остаточных нитратов 38 мг/кг была отмечена на контрольном варианте, наиболее высокое содержание нитратов – 57 мг/кг на варианте N₁₂₀P₉₀ (фон II). Применение последовательно возрастающих доз калийного удобрения как в составе N₉₀P₆₀ (фон I), так и в составе N₁₂₀P₉₀ способствовало оптимизации минерального питания озимой пшеницы, что оказывало положительное влияние на интенсификацию синтетических процессов в расте-

ниях и более полное использование минерального азота растениями (Козьмина и др., 2006).

Обработка растений озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим как отдельно, так и в комплексе с минеральными удобрениями разной степени насыщенности, не способствовала накоплению в зерне озимой пшеницы остаточных нитратов.

Таким образом, концентрация нитратов в зерне озимой пшеницы по всем системам удобрения, как при отдельном применении, так и в комплексе с гуминовым препаратом, не превышало ПДК. Зерно озимой пшеницы, полученное на всех вариантах опыта, может быть использовано на продовольственные цели без ограничений.

4.5. Действие средств химизации на размеры поступления ^{137}Cs из почвы в урожай зерна озимой пшеницы

В условиях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий в результате глобальной аварии на Чернобыльской АЭС, получение продукции растениеводства и животноводства, соответствующей требованиям санитарно-гигиенического норматива – главная задача сельхозтоваропроизводителей различных форм собственности (Шаповалов и др., 2015).

Основой приемов ведения сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях является знание закономерностей поведения долгоживущих радионуклидов в системе «почва-растение» (Алексахин и др., 1992).

Известно, что поведение долгоживущих радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) в агроценозах определяется двумя постоянно присутствующими группами факторов: первая включает биохимические естественно протекающие процессы поведения радионуклидов в почвенном профиле и механизм их транслокации из почвенного раствора в растения; вторая группа объединяет факторы, связанные с проведением комплекса мероприятий агротехнического и агрохимического характера, влияющих на характер миграции радионуклидов в агросистемах (Алексахин и др., 2006; Богдевич и др., 2006; Белоус и др., 2012).

Исследованиями (Фесенко, 1997; Anderson, 1994) показано, что поступление и содержание радионуклидов в урожай сельскохозяйственных растений определяется, как правило, уровнем плотности загрязнения почвенного покрова, ландшафтными особенностями территории, климатическими и зональными особенностями технологических приемов возделывания основных сельскохозяйственных культур, их видов и сортовых особенностей. При этом размеры поступления радионуклидов в системе «почва-растения» определяется содержанием их в почве, агрофизическими и агрохимическими свойствами данного типа почвы, ее минералогическим составом (Алексахин и др., 1997; Богдевич и др., 2004).

Одним из важнейших приемов, уменьшающих размеры поступления радионуклидов из почвы в урожай сельскохозяйственных культур, являются мероприятия, направленные на повышение уровня почвенного плодородия, где

органическим удобрениям принадлежит ведущая роль (Прудников, 2006; Белоус и др., 2012).

Органические растворимые вещества, связывая ионы радионуклидов в форме радионуклид органических соединений, способствуют вхождению радионуклида ^{137}Cs в кристаллическую решетку глинистых минералов почвы, достаточно прочно закрепляя их (Агапкина и др., 1989). Исследованиями установлено (Пристер и др., 1992), что внесение навоза в дозе 50 т/га на дерново-подзолистой предварительно известкованной почве способствует уменьшению поступления цезия-137 в урожай клубней картофеля до 5 раз. Из этого следует, что на низко плодородных, малогумусированных дерново-подзолистых почвах отмечается более интенсивное корневое поглощение ^{137}Cs , а на почвах, более обогащенных органическим веществом, радиоцезий в основном содержится в форме негидролизуемого остатка в необменном состоянии (Бондарь, Ивашкевич, 2003). В этом случае основой механизма сорбции служит ионный обмен (Поникарова и др., 1995).

Исследованиями на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава установлено (Белоус, 2001; Ибрагимов и др., 2011; Шаповалов, Силаев, 2017), что применение средств химизации (минеральные удобрения, химические мелиоранты) эффективно уменьшает поступление радионуклидов в продукцию растениеводства.

Установлено, что применение калийных удобрений особенно в повышенных дозах, превышающих ранее рекомендованные, изменяя содержание подвижных форм калия в почве и соответственно в растениях, способствует снижению размеров накопления ^{137}Cs в растениях до 20 раз (Просьянников и др., 2005; Белоус и др., 2017; Справцева и др., 2018).

Применение полного минерального удобрения в сочетании с известкованием как агрохимический прием позволяет уменьшить поступление радиоцезия из почвы в сельскохозяйственные растения от 3 до 10 раз и более (Плющикова и др., 2004; Санжарова и др., 2004; Малявко и др., 2010; Секирников, Шаповалов, 2018). Необходимо также отметить, что многочисленными исследованиями установлено, что применение азотных удобрений в аминокислотной форме способствуют существенному повышению доступности ^{137}Cs растениям.

Объясняется это тем, что гидратированные ионы NH_4^+ радиоцезия-137 имеют одинаковые радиусы, что позволяет иону NH_4^+ замещать ионы цезия-137 в кристаллической решетке глинистых минералов, которые, вытесняясь в почвенный раствор, поступают через корни в надземную часть растений. Так исследованиями ряда авторов (Санжарова, Кузнецов и др., 1996; Ратников и др., 1998; Сушеница и др., 2011; Пакшина и др., 2019) показано, что применение аммиачной селитры в дозах от 90 и более кг/га д.в. увеличивало поступление ^{137}Cs в урожай сельскохозяйственных культур.

Применение защитных мероприятий должно носить комплексный характер и осуществляться на основе полного анализа агрохимического, радиологического состояния радиоактивно загрязнённых сельскохозяйственных угодий (Воробьев, 2002; Белоус и др., 2006).

Таблица 14 - Влияние средств химизации на удельную активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы (2016-2018 гг.)

Варианты		Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг				Кратность снижения, раз		
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	от удобрений	от Гумистима	от удобрений и Гумистима
1	Контроль	18,00	16,37	14,22	16,20	-	-	-
2	N90P60 – фон I	13,80	12,28	11,63	12,57	1,29	-	-
3	Фон I+K60	8,22	8,78	8,80	8,60	1,89	-	-
4	Фон I+K90	7,79	7,65	7,55	7,66	2,12	-	-
5	Фон I+K120	4,33	6,24	6,26	5,61	2,89	-	-
6	Контроль+ Гумистим	12,42	10,56	10,52	11,17	-	1,45	-
7	Фон I + Гумистим	9,65	9,48	9,65	9,59	-	1,31	1,69
8	Фон I+K60 + Гумистим	8,76	8,45	8,48	8,56	-	1,01	1,90
9	Фон I+K90 + Гумистим	6,26	5,66	6,24	6,05	-	1,27	2,68
10	Фон I+K120 + Гумистим	5,19	6,26	6,16	5,87	-	-	2,76
11	N120P90 – фон II	13,66	10,35	11,42	11,81	1,38	-	-
12	Фон II+K90	9,37	9,87	9,85	9,70	1,67	-	-
13	Фон II+K120	8,32	8,15	7,66	8,04	2,02	-	-
14	Фон II+K150	6,01	6,30	6,44	6,25	2,60	-	-
15	Фон II + Гумистим	9,26	8,26	9,55	9,02	-	1,31	1,80
16	Фон II+K90 + Гумистим	6,70	7,35	6,96	7,00	-	1,39	2,32
17	Фон II+K120 + Гумистим	5,18	5,26	5,78	5,40	-	1,49	3,00
18	Фон II+K150 + Гумистим	3,12	3,50	4,52	3,71	-	1,69	4,37
НСР ₀₅ факт.А (Гумистим)		0,17	0,34					
НСР ₀₅ факт.В, АВ (удобрения)		0,35	0,72					

Проведенными исследованиями установлено, что величина ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы в разрезе анализируемых вариантов была сравнительно невысокой относительно действующего в настоящее время норматива (60 Бк/кг), которая изменялась по вариантам опыта в среднем от 16,20 Бк/кг (контроль) до 3,71 Бк/кг в варианте Фон II+K₁₅₀+Гумистим (табл. 14, прил. 29-31).

Применение азотно-фосфорного удобрения N₉₀P₆₀ (фон I) и N₁₂₀P₉₀ (фон II) не приводило к заметному снижению удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы, поскольку кратность снижения в этих вариантах была сравнительно невысокой и составляла порядка 1,29-1,38 раза относительно контроля.

Внесение калийного удобрения в дозах 60, 90 и 120 кг/га д.в. в составе $N_{90}P_{60}$ способствовало уменьшению удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы относительно контрольного варианта в среднем в 1,89-2,89 раза. Применение калийного удобрения в дозах 90, 120 и 150 кг/га д.в. в составе азотно-фосфорного удобрения $N_{120}P_{90}$ (фон II) приводило к уменьшения удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы как по отношению к контролю, так и относительно фона II ($N_{90}P_{60}$). Кратность снижения в этих вариантах в сравнении с контролем составляла 1,67-2,60 раза. Обработка растений озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим оказало положительное влияние на снижение перехода цезия-137 из почвы в растения озимой пшеницы, уменьшая удельную активность ^{137}Cs в зерне в 1,45 раза в сравнении с абсолютным контролем. При обработке растений озимой пшеницы гуминовым биопрепаратом в сочетании с минеральными удобрениями уменьшалась удельная активность радиоцезия в урожае зерна в зависимости от дозы калия в составе $N_{90}P_{60}$ (фон I) в 1,69-2,76 раза, а в составе $N_{120}P_{90}$ кратность удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы изменялась в пределах 1,80-4,37 раза. Таким образом, в оптимальном варианте фон II+ K_{150} +Гумистим удельная активность цезия-137 в среднем была в 16,17 раза ниже норматива. В целом зерно озимой пшеницы по уровню удельной активности в нем ^{137}Cs на всех изучаемых вариантах опыта ниже действующего норматива в 3,7-16,17 раза и пригодно для использования на продовольственные цели без ограничений.

4.6. Влияние систем удобрения и биопрепарата Гумистим на концентрацию токсичных элементов в зерне озимой пшеницы

Быстро набирающий темпы научно-технический прогресс в промышленности и сельском хозяйстве явился основной причиной вмешательства человека в динамическое равновесие геологического и биологического круговорота веществ. Имеющая место трансформация веществ и перенос энергии на современном этапе увеличилась в размерах, сравнимых с протеканием глобальных геологических процессов планетарного масштаба (Ковда, 1973).

Добыча и использование полезных ископаемых, применение различных агрохимикатов стали основой антропогенного вмешательства в процессы сбалансированного круговорота веществ и энергии в биосфере, вовлекая в него порой сконцентрированные до опасных уровней, участвующие в биосферном круговороте биогенные вещества, включая макро, микро и ультрамикроэлементы, к которым относят тяжёлые металлы (Овцинов, 2005).

К настоящему времени отмечено накопление в различных типах почв независимо от почвенно-климатических и зональных условий избыточного количества приоритетных экотоксинов, входящих в группу тяжёлых металлов. Туда относят свыше 40 химических элементов с плотностью не менее 5 г/см³ или атомной массой, превышающей 50 единиц. При наличии высоких концентраций их считают тяжёлыми (Баранников, Кириллов, 2005).

По мнению А.М. Державина (1992) недостаток, а также полное отсутствие их в почве, является причиной нарушения метаболизма растений, поскольку они являются составной частью многих ферментативных систем.

Принято считать, что избыток тяжёлых металлов в почве приводит к отрицательному действию в случае, если урожайность сельскохозяйственных культур снижается на 10% и более (Максимов и др. 2002).

Исследованиями Н.А. Черных (1995) установлено, что при избытке тяжёлых металлов отмечается расстройство физиологически важных функций в живых организмах, где они отрицательно влияют на синтез множества биологически активных соединений, блокировкой течения множества реакций с участием различных ферментов и возможной коагуляцией белков.

Исследованиями, проведенными в разных странах, выявлено накопление тяжёлых металлов во всех объектах окружающей среды (воздух, вода, почва, живые организмы). При этом наиболее опасны для всех живых организмов в первоочередном порядке такие тяжелые металлы как ртуть, свинец, кадмий и мышьяк (Карнаухов, 2010).

Источниками поступления токсических веществ в окружающую среду могут быть ТЭЦ, атомные электростанции (АЭС), автотранспортные средства, газы и стоки промышленных предприятий, внесение в почву в качестве удобрений различных отходов промышленности без предварительной обработки и должного контроля и т.д. (Завалишин, 2005).

По опасности отравления для всех живых организмов ртуть занимает первое место. Основные источники загрязнения среды – промышленные предприятия по электролитическому производству хлора и каустической соды, целлюлозно-бумажные комбинаты и другие производства. В окружающую среду ртуть попадает при сжигании топлива и переработке руд редких и цветных металлов, а также в результате применения ртутьсодержащих пестицидов (Черных, 1995).

Особо опасно загрязнение ртутью природных вод. Ртуть накапливается в донных осадках, где под действием метановых бактерий превращается в метилртуть, которая концентрируется в водных организмах. Создаётся целая система перераспределения ртути в живых организмах: через фитопланктон она попадает в беспозвоночные (ракообразные), а затем в рыбу. Накопление этого токсиканта в рыбах достигает 20 мг/кг сырой массы (по рекомендации ВОЗ ПДК ртути в рыбе составляет 0,05 мг/кг). У человека симптомы отравления проявляются в нарушении мозговой деятельности, слепоте (Макарцев, 1999). В организм сельскохозяйственных животных ртуть попадает главным образом с кормом (скармливание зерна, протравленного ртутьорганическими препаратами, или других кормов, загрязнённых этим металлом, приводит к отравлению животных). Попадая в организм, ртуть разносится по всему телу и накапливается в печени, почках и тканях мозга. Она обладает высокой степенью кумулятивного действия, метиловая ртуть длительное время сохраняется в организме и очень медленно выводится из него. При хроническом отравлении животные сильно худеют из-за развития стоматита, наблюдаются кишечные колики, дрожание и паралич конечностей, анемия и состояние прострации (Можайский, 2005).

Во многих странах наличие ртути выявлено в продуктах питания. В ряде случаев высокая концентрация ртути явилась причиной запрещения использования их в пищу. По рекомендации ВОЗ еженедельная доза поступления ртути

в организм человека не должна превышать 0,3 мг, в том числе метилртути – 0,2 мг. В скармливание нашей стране категорически запрещено скармливание животным протравленных семян, использование транспорта и тары, загрязненных ядохимикатами для перевозки кормов, а также убой животных на мясо при отравлении их ртуть органическими ядохимикатами (Покровская, 1981). Другой путь снижения содержания ртути в окружающей среде – ограничение сброса этого металла со сточными водами химическими и целлюлозно-бумажными предприятиями (Городный и др., 2007).

Свинец – токсикант, наиболее распространенный в окружающей среде. Загрязнение этим металлом связано с работой автомобильного транспорта в связи с тем, что около 75% содержащегося в бензине свинца выделяется в воздух с выхлопными газами. Из воздуха свинец оседает на поверхность земли и накапливается в почве и растениях. Повышенное содержание свинца обнаруживают в промышленных районах в местах сброса сточных вод (до 100 мкг/л) (Фокина, Покровская, 1981).

Скармливание животным растений, которые содержат свинец в концентрациях, превышающий допустимый уровень может оказать вредное воздействие на организм и привести к отравлению. Клинические признаки острого отравления свинцом проявляются у различного вида животных по-разному. У жвачных животных отмечают расстройство дыхания, сердечной деятельности, пищеварения, зрения, движения. При остром отравлении наблюдаются конвульсии, оскаливание зубов, кружение на месте, паралич языка. У животных с однокамерным желудком появляются признаки нервного возбуждения: судороги, атаксия, раздражительность (Макарцев, 1999).

Содержание свинца в кормах не должно превышать для крупного рогатого скота 2 мг/кг массы тела в день в рационе, скармливаемом в течение 2-3 лет, для овец – 10 мг/кг массы тела в день в рационе в течение 6 месяцев. У птицы отмечали снижение живой массы при концентрации свинца 1000 мг/л в рационе, скармливаемом в течение 4 недель. Для рыб токсический уровень содержания свинца в зависимости от условий обитания колеблется в пределах от 0,01 до 63 мг/л. В массе здоровых животных количество свинца варьирует в пределах 0,03-0,16 мг/л. (Фокина, Покровская, 1981).

Пороговая величина свинца в крови человека – 0,5 мг/кг. В промышленных районах в сухом веществе пшеницы содержится 0,41 мг/кг свинца, в картофеле – 0,26, в многолетних травах – 6,6-6,8 мг/кг (Ильин, 2004).

Кадмий, способный накапливаться в организме животных и человека, поступает в атмосферу при сгорании некоторых видов топлива и истирании автомобильных шин, с промышленных предприятий (химическое производство). Кадмий присутствует в морской воде, донных отложениях, рыбе и водных организмах. Концентрация кадмия в загрязненных водах достигает 600-1400 мкг/л. Содержание кадмия в рыбе чистых водоемов колеблется от 0,001 до 0,003 мг/кг. Из загрязненной почвы этот металл довольно быстро поглощается и накапливается растениями. Скармливание кормов, загрязненных кадмием, приводит к тяжелым нарушениям функций почек, половой и нервной системы и разрушению костной ткани. Содержание кадмия в корме 300 мг/кг сухой массы

вызывало снижение продуктивности у коров, а концентрация 160 мг/кг в корме телят замедляла рост (Фокина, 1980).

Отравление животных кадмием проявляется анемией, поражением кожи, повышенной чувствительностью к инфекционным заболеваниям. Токсичность кадмия может быть уменьшена минеральными добавками в кормах, содержащими цинк, кобальт, селен, серу, которые находятся в антагонистических взаимодействиях с кадмием. Кадмий в растениях содержится в следующих количествах (мг/кг): в сухом веществе луговых трав – 0,13-0,21, корнеплодах кормовой свеклы – 0,10; в овсе на зеленый корм – 0,04 мг/кг, озимой пшенице – 0,02-0,04 мг/кг (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

Мышьяк поступает в окружающую среду с выбросами промышленных предприятий в процессе переработки сульфидных руд цветных металлов и серного колчедана, а также с некоторыми пестицидами, применяемыми в защите растений. В большинстве пищевых продуктов мышьяк присутствует в количестве 0,5 мг/л. и ниже (Максимов и др., 2002). Признаки острого отравления мышьяком крупного рогатого скота проявляются через 6-10 часов с момента поступления в организм животного. У животных наблюдается подергивание мышц, головы, шеи, туловищ, у некоторых наблюдается паралич. Хроническое отравление сопровождается общей слабостью и слепотой. Специфические антитоды – унитиол и дикаптол (Фокина, Покровская, 1981).

Применение в качестве удобрений сточных вод и отходов животноводческих комплексов без достаточного контроля может стать причиной накопления в почве солей тяжелых металлов. По данным шведских авторов в твердых отстоях сточных вод содержится до 524 мг свинца, около 16 мг кадмия, ртути до 9 мг на кг сухого вещества (Юркин и др., 1978).

В кормах, приготавливаемых из органических отходов животноводческих комплексов, содержание меди может достигать 250 мг/кг при допустимой норме Cu для КРС 15-30 мг/кг, для свиноголовья – 250 мг/кг. Легче поглощаются растениями марганец, цинк, кобальт и кадмий особенно на кислых почвах. В связи с этим их содержание в растениях может увеличиваться при внесении в почву удобрений (Державин, 1992).

Проведенными исследованиями установлено, что содержание меди в зерне озимой пшеницы по изучаемым вариантам было на уровне 4,08-7,72 мг/кг, при содержании на контрольном варианте 6,04 мг/кг (табл. 15). Следует отметить, что с увеличением доз калия в составе полного минерального удобрения НРК содержание меди в зерне снижалось. Обработка растений пшеницы гуминовым препаратом способствовала снижению содержания меди в зерне озимой пшеницы. В целом содержание меди в зерне озимой пшеницы в среднем за годы исследований было ниже ПДК.

Содержание свинца в зерне озимой пшеницы имело тенденцию к увеличению под влиянием применяемых удобрений. Применение гуминового препарата Гумистим уменьшало содержание свинца в зерне озимой пшеницы. В среднем за годы исследований содержание свинца в зерне озимой пшеницы изменялось по вариантам опыта от 0,10 до 0,18 мг/кг, что в 5,0-2,8 раза ниже ПДК.

Содержание цинка в зерне злаковых растений обычно не превышает 4,9

мг/кг (Черных, 1995). В наших исследованиях содержание цинка по изучаемым вариантам опыта изменялось от 18,60 (контроль) до 12,16 в варианте N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим. Максимальное накопление цинка в зерне озимой пшеницы отмечено в вариантах с внесением полного минерального удобрения N₉₀P₆₀K₆₀ и N₁₂₀P₉₀K₁₅₀. Применение возрастающих доз калия как на фоне I (N₉₀P₆₀), так и на фоне II (N₁₂₀P₉₀) уменьшило накопление цинка в зерне озимой пшеницы. Обработка растений гуминовым биопрепаратом снижало поступление цинка в урожай зерна озимой пшеницы.

Таблица 15 - Влияние средств химизации на содержание токсичных веществ в зерне озимой пшеницы (2016-2018 гг.)

Варианты		Содержание, мг/кг						
		Cu	Pb	Zn	Cd	As	Hg	Co
1	Контроль	6,04	0,12	18,60	<0,1	0,1	0,011	<0,006
2	N ₉₀ P ₆₀ – фон I	6,29	0,17	17,30	<0,1	0,03	0,009	<0,006
3	Фон I+K ₆₀	6,22	0,17	16,93	<0,1	0,04	0,008	<0,006
4	Фон I+K ₉₀	4,44	0,14	16,39	<0,1	0,04	0,009	<0,006
5	Фон I+K ₁₂₀	5,45	0,16	17,18	<0,1	0,06	0,009	<0,006
6	Контроль+ Гумистим	5,21	0,10	16,21	<0,1	0,03	0,009	<0,006
7	Фон I + Гумистим	5,42	0,15	15,33	<0,1	0,03	0,008	<0,006
8	Фон I+K ₆₀ + Гумистим	6,18	0,15	14,28	<0,1	0,03	0,008	<0,006
9	Фон I+K ₉₀ + Гумистим	4,22	0,12	14,06	<0,1	0,03	0,008	<0,006
10	Фон I+K ₁₂₀ + Гумистим	4,39	0,10	13,18	<0,1	0,03	0,008	<0,006
11	N ₁₂₀ P ₉₀ – фон II	4,74	0,18	16,21	<0,1	0,06	0,008	<0,006
12	Фон II+K ₉₀	6,46	0,18	16,83	<0,1	0,06	0,007	<0,006
13	Фон II+K ₁₂₀	4,69	0,15	16,80	<0,1	0,03	0,007	<0,006
14	Фон II+K ₁₅₀	4,31	0,15	12,19	<0,1	0,03	0,007	<0,006
15	Фон II + Гумистим	4,36	0,14	14,18	<0,1	0,04	0,006	<0,006
16	Фон II+K ₉₀ + Гумистим	4,88	0,13	14,03	<0,1	0,03	0,006	<0,006
17	Фон II+K ₁₂₀ + Гумистим	4,36	0,12	13,22	<0,1	0,03	0,005	<0,006
18	Фон II+K ₁₅₀ + Гумистим	4,08	0,10	12,16	<0,1	0,02	0,005	<0,006
ПДК, мг/кг		10	0,5	50	0,1	0,2	0,03	0,3

Содержание кадмия в зерне озимой пшеницы по изучаемым системам удобрения в среднем было ниже ПДК.

Концентрация мышьяка, ртути и кобальта в зерне озимой пшеницы по изучаемым вариантам опыта не превышала ПДК, но следует отметить, что калийные удобрения в возрастающих дозах в составе НРК повышали содержание мышьяка и ртути в зерне, а обработка растений биопрепаратом Гумистим наоборот уменьшала концентрацию этих элементов в зерне, что, очевидно связано с ростовым разбавлением их концентрации в связи с повышением урожая зерна в этих вариантах.

Таким образом, выращенное в условиях проводимого эксперимента зерно озимой пшеницы по уровню содержания в нем тяжелых металлов может быть использовано для приготовления различных пищевых продуктов, в том числе и для детского питания без ограничений.

4.7 Особенности роста и развития яровой пшеницы под действием бактериального препарата Байкал ЭМ1 и регулятора роста Циркон

Ростовые вещества являются регуляторами роста и развития растений. Большинство из них стимулируют рост растений в начальные фазы развития (прорастание, всходы), тем самым обеспечивая доминирование растений в агроценозе. Другие способствуют сокращению длины междоузлий и высоты стебля. Увеличивается диаметр соломины и толщина ее стенок, вследствие чего растения становятся устойчивыми к полеганию. Помимо защиты от полегания регуляторы роста влияют на процесс кущения растений. Они уменьшают апикальное доминирование главного стебля, формируется больше боковых стеблей, которые равномерно развиты и мало отстают в росте от основного стебля, т.е. обеспечивается синхронное кущение. Внесение морфорегуляторов повышает интенсивность кущения, предотвращает полегание, способствует равномерному цветению и созреванию зерна, повышает устойчивость к болезням, улучшает качество зерна, способствует полной реализации производственного потенциала сорта, экономит средства при сборе урожая.

Определение высоты растений яровой пшеницы проводилось 4 раза во время вегетации и при уборке. Наиболее высокими были растения на минеральном фоне (табл. 16). Различия в высоте растений составили 3,1-8,5 см. Наибольшее влияние на высоту растений применяемые препараты оказали в начале вегетации. При этом их применение без удобрений привело к снижению высоты растений на 1,5-9,1 см. В дальнейшем различия уменьшились и при уборке сравнялись с фоном.

Таблица 16 - Динамика высоты яровой пшеницы, см

Вариант	Дата определения				
	4.06	25.06	16.07	3.08	24.08
Контроль без удобр. и препаратов	17,2	53,9	100,9	110,4	112,8
Байкал ЭМ1 (1:1000)	15,7	47,0	102,2	113,7	115,6
Байкал ЭМ1 (1:100)	14,9	47,0	94,1	109,4	111,7
Циркон	14,5	44,6	92,0	113,2	110,4
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀	20,3	61,1	108,5	114,1	115,6
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ +Байкал ЭМ1 (1:1000)	21,3	74,0	109,3	117,2	119,4
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ +Байкал ЭМ1 (1:100)	21,1	73,6	107,5	117,7	118,3
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Циркон	18,3	72,8	113,5	118,1	119,8

На минеральном фоне растения яровой пшеницы при применении препаратов была выше фоновых на протяжении всей вегетации на 1-12,5 см. Наибольшие различия в высоте растений яровой пшеницы наблюдались в фазу трубкования и составляли 11,7-12,9 см. Более длительное положительное действие на данный показатель оказало использование Циркона.

Таким образом, на высоту растений яровой пшеницы оказал влияние вид препарата, его доза и почвенный фон.

4.8 Влияние бактериального препарата Байкал ЭМ1 и регулятора роста Циркон на урожайность и структуру урожая яровой пшеницы

Основной целью возделывания сельскохозяйственных культур является получение урожая, а урожайность – показатель, количественно характеризующий его величину.

Урожайность посева тесно связана с ростом и развитием растений в период вегетации и зависит практически от всех факторов внешней среды (приход солнечной радиации, влагообеспеченность, состав почвы, аэрация, динамика температурного режима и т. п.)

Влияние факторов внешней среды на уровень и качество урожая проявляются в основном через почву и технологию возделывания посредством взаимодействия с генотипом растений (Фирсов, Соловьев, Трифонова, 2005).

Применение бактериального препарата Байкал и биологического регулятора роста Циркон при выращивании яровой пшеницы привело к росту урожайности культуры. Однако достоверная прибавка урожая получена при применении Байкала в концентрации 1:100 и составила на фоне контроля – 15 г/м², а на минеральном фоне – 24 г/м², при НСР равной 13 г/м² (табл. 17).

Несколько выше была прибавка при применении Циркона и составила 18 г/м² на контрольном фоне и 27 г/м² на фоне N₁₁₀P₉₀K₉₀. При применении Байкала в концентрации 1:1000 на контрольном фоне прибавка урожая была ниже НСР, т. е. недостоверная, а на фоне минеральных удобрений наблюдалось некоторое снижение урожая, но было в пределах НСР₀₅ (на 6 г/м² при НСР₀₅ 13 г/м²).

Таблица 17 - Влияние Байкала ЭМ1 и Циркона на урожайность яровой пшеницы

Вариант	Урожайность г/м ²	Прибавка			
		к контролю		к NPK	
		г/м ²	%	г/м ²	%
Контроль б/у и препаратов	308	-	-	-	-
Байкал ЭМ1(1:1000)	317	9	2,9	-	-
Байкал ЭМ1 (1:100)	323	15	4,9	-	-
Циркон	326	18	5,8	-	-
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀	373	65	21,1	-	-
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:1000)	367	59	19,2	-6	-1,6
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:100)	397	89	28,9	24	6,4
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ +Циркон	400	93	30,2	27	7,2
НСР ₀₅		13			

Определение структуры урожая показало, что в момент уборки количество растений на 1м² составляло 282-357 шт. и наибольшим было при применении Циркона на фоне удобрений (табл. 18).

Общая и продуктивная кустистость была высокой, составив соответственно 1,65-1,74; 1,39-1,73. Более высокой продуктивная кустистость была на минеральном фоне. Применяемые препараты не оказали заметного влияния на ее величину.

Применение Байкала и Циркона способствовало увеличению длины колоса в большей степени на контрольном фоне – на 0,1-0,6 см, а на минеральном на 0,2-0,3 см

Число колосков в колосе по вариантам опыта составило 16-17,3 штук. Применяемые препараты и удобрения оказали слабое влияние на данный показатель.

Число зерен в колосе составило 37-39 штук. При применении препаратов их количество увеличилось в среднем на 1 зерно, как на фоне удобрений, так и на фоне без них.

Масса зерна с колоса была самой низкой в контроле, составив 1,1 г. Применение препаратов привело к увеличению массы зерна с колоса как на фоне контроля (на 0,11-0,18 г), так и на минеральном фоне (0,5-1,1 г).

Масса 1000 зерен свидетельствует об их крупности и была самой высокой в варианте с применением Циркона, составив 33,8г на фоне контроля и 34,1 на минеральном фоне, что превышает фоны соответственно на 3,7; 2,0 г. Применение Байкала также способствовало увеличению крупности семян, но в меньшей степени. Масса 1000 зерен составила 31,6; 32,1 г на фоне контроля и 32; 33,4 г на минеральном фоне.

Таким образом, увеличение урожайности при применении препаратов произошло за счёт увеличения количества зерен с колоса, их массы и массы 1000 зерен.

Соотношение зерна к соломе в урожае было высоким и составило на фоне контроля 1:2,26 – 1:1,88. Наиболее узким оно было при применении бактериального препарата Байкал ЭМ1 в концентрации 1:100. Это свидетельствует об увеличении выхода зерна в общем урожае яровой пшеницы.

Применение удобрений расширило данный показатель до 1:2,60, а применение препаратов на этом фоне, так же как и на фоне без удобрений способствовало уменьшению данного соотношения до 1:2,30.

Таблица 18 - Структура урожая яровой пшеницы

Вариант	Приходиться на 1 м ²			Кустистость		Колос				Масса, г/м ²		Масса 1000 зерен	Биологический урожай, т/га			соотношение зерно:солома
	растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	число колос- ков, шт.	число зерен в колосе, шт.	масса зерна с колоса, г	растений	зерна		общий	зерна	соломы	
		всего	с колосом													
Контроль	291	480	404	1,65	1,39	8,8	16,0	37,2	1,10	1005	308	30,1	10,05	3,08	6,97	1:2,26
Байкал ЭМ1 (1:1000)	282	490 0	396	1,73	1,40	8,7	16,3	38,4	1,22	1020	317	31,6	10,20	3,17	7,03	1:2,22
Байкал ЭМ1 (1:100)	320	525	445	1,64	1,39	9,1	16,7	38,6	1,28	930	323	32,1	9,30	3,23	6,07	1:1,88
Циркон	330	573	468	1,74	1,42	8,9	16,9	39,0	1,26	995	326	33,8	9,95	3,26	6,69	1:2,05
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀	346	580	538	1,68	1,55	9,0	17,0	38,5	1,24	1345	373	32,1	13,45	3,73	9,72	1:2,60
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:1000)	348	559	543	1,70	1,56	9,0	17,2	39,2	1,33	1235	367	32,1	12,35	3,67	8,68	1:2,37
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:100)	356	596	557	1,67	1,56	9,2	17,2	39,5	1,33	1310	397	33,4	13,10	3,97	9,13	1:2,30
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Циркон	357	600	561	1,68	1,57	9,3	17,3	39,6	1,37	1320	401	34,1	13,2	4,01	9,19	1:2,30

4.9 Показатели качества яровой пшеницы в зависимости от изучаемых препаратов

В зависимости от направления использования зерна к его качеству предъявляют разные требования. Качественные показатели, в зависимости от назначения по-разному влияют на реализуемые цены. Совокупность товарных, технологических, пищевых и вкусовых свойств ставит зерно пшеницы на особое место среди всех зерновых культур. Пшенице как продукту питания человека нет равноценного заменителя.

Под качеством зерна следует понимать степень выраженности технологических свойств, характеризующих мукомольные, крупяные и хлебопекарные достоинства зерна. В понятие качества зерна входит более 20 признаков, которые в совокупности характеризуют, биологические, физико-химические и технологические свойства зерна.

Почти половину химического состава хлеба составляют углеводы, в которых основное место занимает крахмал (до 80%). Под влиянием ферментов он расщепляется до простых сахаров, необходимых организму.

Так же высоко ценится содержание протеинов, их аминокислотный состав, содержание минеральных (зольных) веществ и витаминов (Шпаар, 2000).

Физико-химические свойства зерна, к которым относится натура, стекловидность, содержание белка и другие показатели качества приведены в таблице 19.

Массу зерна в единице объема называют натурой. Пшеница с низкой натурой щуплая, имеет пониженный выход ценной продукции. Она зависит от степени выполненности зерна, от его плотности, крупности. Натура для пшеницы составляет от 700 до 840 г/л. Для зерна пшеницы, выращенной в Смоленской области, установлен стандарт 730 г/л.

Натура зерна яровой пшеницы в нашем опыте составила 733-750 г/л. Отмечена тенденция к ее увеличению при применении удобрений и препаратов. Наибольшую величину она составила при применении Циркона на минеральном фоне. Это согласуется с массой 1000 зерен, которая была максимальной так же в этом варианте.

Существенное значение, определяющее качество зерна, имеет стекловидность. Высокая стекловидность, как правило, отражает содержание белка в зерне. Показатель стекловидности зерна входит в классификацию при оценке ее «силы». Для зерна сильных пшениц стекловидность должна быть не ниже 60%.

Определение стекловидности зерна яровой пшеницы показало, что она высокая и составила 69-71%. Зависимости от препаратов и удобрений не обнаружено.

Таблица 19 - Показатели качества зерна яровой пшеницы и его биохимический состав (% от сухой массы)

Варианты	Натура, г/л	Стекловидность	Сырой протеин	Сбор сырого протеина, кг/га	Сырая зола	Крахмал	Клетчатка
Контроль	733	69,0	10,72	330,2	2,34	47,9	2,72
Байкал ЭМ1 (1:1000)	729	70,6	10,77	341,4	2,32	48,8	2,52
Байкал ЭМ1 (1:100)	735	69,5	11,00	355,3	2,41	50,5	2,50
Циркон	738	69,5	11,00	358,6	2,34	47,0	2,65
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀	740	70,8	11,06	412,5	2,43	48,2	2,57
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:1000)	745	69,5	11,29	414,3	2,63	51,7	2,61
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:100)	748	70,0	10,94	434,3	2,54	49,5	2,58
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Циркон	750	71,0	11,12	444,8	2,48	49,3	2,63

Содержание сырого протеина, являющегося основным показателем качества зерна, составило 10,72-11,29%. Под влиянием бактериального препарата Байкала ЭМ1 и регулятора роста Циркона отмечена тенденция к увеличению его содержания в зерне яровой пшеницы в вариантах с Байкалом в концентрации 1:1000 (11,29%) и Цирконом (11,12%) на минеральном фоне (табл.19). Его количество возросло соответственно на 0,57 и 0,3% по сравнению с контролем.

Сбор сырого протеина с 1 га возрос на 11,2 - 114,6 кг/га по сравнению с контролем, в основном за счет роста урожайности. Наибольшим он оказался на минеральном фоне при применении Байкала в концентрации 1:100 и Циркона, составив соответственно 434,3 и 444,8 кг/га.

Зольность зерна влияет на качество вырабатываемой муки, и чем она меньше, тем выше качество муки. По содержанию сырой золы различий по вариантам опыта не отмечено.

Содержание крахмала составило 47-57,1%. При применении препаратов его содержание выросло на 1-2% и максимальным было в варианте с Байкалом в концентрации 1:1000 на минеральном фоне. При применении Байкала без удобрений в концентрации 1:100 содержание крахмала снизилось на 0,9% по сравнению с контролем.

Содержание клетчатки в зерне по вариантам опыта колебалось в пределах от 2,5 до 2,75% и наибольшим было в контроле.

Применение регуляторов роста не оказало значительного влияния на химический состав зерна и соломы яровой пшеницы (табл. 20).

По данным химического анализа зерна и соломы яровой пшеницы видно, что содержание фосфора в зерне составило 0,58-0,62%, а в соломе 0,42-0,45%. В

содержании калия отмечена тенденция к его увеличению на минеральном фоне, в среднем на 0,1%.

Содержание азота минимальным было в контрольном варианте – 1,88%, и изменялось от 1,89% в варианте с Байкалом в концентрации 1:1000 до 1,98% на минеральном фоне с Байкалом той же концентрации.

Таблица 20 - Химический состав зерна и соломы яровой пшеницы, % от сухой массы

Варианты	N	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	зерно	зерно	солома	зерно	солома
Контроль	1,88	0,58	0,45	0,98	0,46
Байкал ЭМ1 (1:1000)	1,89	0,58	0,45	1,03	0,49
Байкал ЭМ1 (1:100)	1,93	0,62	0,45	1,02	0,50
Циркон	1,93	0,62	0,42	1,03	0,47
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀	1,94	0,60	0,42	1,13	0,56
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:1000)	1,98	0,59	0,42	1,11	0,56
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Байкал ЭМ1 (1:100)	1,92	0,61	0,45	1,12	0,58
N ₁₁₀ P ₉₀ K ₉₀ + Циркон	1,95	0,61	0,42	1,12	0,58

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

При выращивании растениеводческой продукции в условиях рыночной экономики важнейшим показателем является экономическая эффективность производства зерна, при этом выявление экономической эффективности проводимых технологических приемов возможно путем соизмерения затрат в денежном выражении с полученными результатами проводимых агроприемов. Прежде всего, в условиях рыночной экономики необходимо исходить из того, что основными критериями оценки производственно-хозяйственной деятельности предприятий различной формы собственности является прибыль и рентабельность производства.

Следует также иметь в виду, что наиболее приоритетны показатели эффективности проводимых мероприятий, действие которых напрямую связано с повышением количественных и качественных показателей производимой товарной продукции.

Для оценки эффективности производства продукции растениеводства применяются общепринятые экономические показатели: себестоимость производства единицы продукции; прибыль от реализации единицы продукции; рентабельность, кроме того используются такие специфические показатели, как урожайность культур, количество минеральных удобрений, применяемых на единицу площади посева.

Как правило, наибольшая эффективность достигается при научно-обоснованном применении оптимальных доз удобрений в комплексе с другими средствами химизации.

Поскольку эффективность производства оценивают величиной чистого дохода и уровнем рентабельности производства при расчете учитывают действующие на данный период времени цена реализации. Эффективность применяемых средств химизации оценивается по ведущему показателю – уровню урожайности данного вида сельскохозяйственной продукции. Увеличение урожайности данного вида сельскохозяйственной продукции. Увеличение урожайности, как правило, сопровождается снижением себестоимости единицы продукции, уровня производственных затрат на единицу продукции и повышение рентабельности производства.

Таблица 21 - Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации

Показатель	Вариант		
	контроль	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + + Гумистим
Посевная площадь, га	100,0	100,0	100,0
Урожайность, т/га	2,33	4,12	5,09
Валовое производство, т	233	412	509

Продолжение таблицы 21

Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1980,5	3502,0	4326,5
Производственные затраты, тыс. руб./га	1135,0	1438,0	1534,0
Себестоимость 1 т продукции, руб.	487,1	349,0	301,4
Условно-чистый доход, тыс. руб.	845,5	2064	2795,5
Рентабельность производства, %	74,5	143	182

Как следует из данных табл. 21, урожайность зерна озимой пшеницы в вариантах с применением агрохимических средств значительно повысилась относительно контрольного варианта, отмечено снижение себестоимости единицы продукции. Величина себестоимости одной тонны зерна изменялась в пределах 487,1-301,4 руб./т, то есть минимальный показатель себестоимости продукции отмечен на варианте комплексного применения удобрений и гуминового биопрепарата при максимальной урожайности зерна 5,09 т/га. Оптимальному по применяемым средствам химизации варианту (N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим) и максимальному уровню урожайности соответствуют производственные затраты на 1 га в размере 1534,0 тыс. рублей, условно чистый доход составил 2795,5 тыс. рублей при уровне рентабельности 182%.

Таким образом, на основании проведенных исследований в условиях рыночного механизма хозяйствования, сопровождаемого явно выраженным процессом стабилизации и повышения эффективности производства товарной продукции зерновой отрасли растениеводства, будет способствовать внедрение экономически обоснованной технологии возделывания озимой пшеницы на основе применения минеральной системы удобрения в сочетании со стимулятором роста.

Экономическая оценка эффективности применения Байкала ЭМ1 и Циркона при возделывании яровой пшеницы показала следующие результаты.

Расчет показателей экономической эффективности рассмотрено на примере варианта с наибольшей урожайностью - фон + Циркон.

1. Производственные затраты берем из технологической карты. Они составляют: 14974 руб/га

2. Себестоимость продукции равна отношению производственных затрат (ПЗ) к урожайности (У): $C = ПЗ/У$;

Отсюда $C = 14974 : 40,1 = 373,4$ руб./ц

3. Стоимость урожая рассчитывается исходя из рыночной стоимости центнера зерна яровой пшеницы для продовольственных целей, которая составляет 500 рублей, отсюда:

$$У \times 500 \times 40,1 = 20050 \text{ руб.}$$

4. Чистый доход равен разности между стоимостью продукции (В) и производственными затратами (ПЗ):

$$ЧД = В - ПЗ;$$

$$ЧД = 20050 - 14974 = 5076 \text{ руб}$$

5. Уровень рентабельности равен отношению чистого дохода (ЧД) к производственным затратам (ПЗ):

$$P = ЧД : ПЗ \times 100\%;$$

$$P = 5076 : 14974 \times 100 = 33,9\%$$

По остальным вариантам расчет проведен аналогично.

Из данных таблицы 9 можно сделать вывод, что применение бактериального препарата Байкал ЭМ1 при разведении 1:100 и регулятора роста Циркон экономически оправдано. Наиболее выгодным с экономической точки зрения является применение Байкала ЭМ1 и Циркона без внесения минеральных удобрений. При этом получена наименьшая себестоимость, высокая величина чистого дохода (6551; 6689) и высокая рентабельность (68%; 70%).

Применение Байкала ЭМ1 и Циркона на фоне минеральных удобрений из-за их высокой рыночной цены способствовало росту себестоимости, снижению величины чистого дохода и рентабельности.

Таблица 22 - Экономическая эффективность применения Байкала ЭМ1 и Циркона при выращивании яровой пшеницы

Показатели	Контроль	Байкал ЭМ1 1:1000	Байкал ЭМ1 1:100	Циркон	НРК	НРК+ Байкал ЭМ1 1:1000	НРК+ Байкал ЭМ1 1:100	НРК+ Циркон
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайность, т/га	3,08	3,17	3,23	3,26	3,73	3,67	3,97	4,01
Производствен- ные затраты, руб./га	9381	9432	9599	9611	14650	14698	14958	14974
Себестоимость продукции, руб/ц	295,0	297,5	297,2	294,8	394,2	400,5	376,8	373,4
Стоимость уро- жая, руб.	15400	15850	16150	16300	18650	18350	19850	20050
Чистый доход, руб.	6019	6418	6551	6689	3960	3652	4892	5076
Уровень рента- бельности, %	64,2	68,0	68,2	69,6	27,0	24,8	32,7	33,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования на дерновой среднеподзолистой легкосуглинистой радиоактивно загрязненной почве позволяют заключить.

1. В среднем за годы исследований наиболее высокий уровень урожайности зерна озимой пшеницы Московская-39 5,09 т/га формировался при внесении полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Гумистим ($N_{30}P_{90}K_{30}$ до посева с осени + $N_{60}K_{90}$ – весеннее возобновление вегетации + $N_{30}K_{30}$ – выход в трубку), в фазу кущения весной – внекорневая подкормка биопрепаратом Гумистим из расчета 6 л/га.

Данный фон минерального питания способствовал формированию продуктивного стеблестоя 445 шт./м² с продуктивной кустистостью 1,37 шт./раст. На этом варианте весенне-летняя выживаемость была наиболее высокой, составляя 86%, длина колоса достигала 7,47 см, число зерен в колосе – 46 штук, масса зерна с одного колоса – 2,28 г, масса 1000 зерен – 40,7 г.

2. Белковость зерна озимой пшеницы зависела от метеорологических условий вегетационных периодов и доз азотных удобрений в составе НРК. В среднем за годы опытов содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы по вариантам опыта изменялось в пределах 11,5-13,5%, при максимальной величине его сбора 0,687 т/га в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Аминокислотный состав зерна озимой пшеницы определялся уровнем минерального питания. Более высокие показатели аминокислотного состава белкового комплекса зерна озимой пшеницы по содержанию, как общего количества, так и незаменимых аминокислот, отмечены в оптимальном по удобренности варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Гумистим.

3. В условиях проводимого эксперимента натурная масса зерна в среднем была относительно высокой и по изучаемым вариантам опыта и изменялась от 715 до 766 г/л. Этот показатель определялся массой 1000 зерен, которая по вариантам опыта изменялась от 32,7 г (контроль) до 40,9 г (вариант $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим).

Стекловидность зерна в наших исследованиях определялась погодными условиями и влиянием средств химизации. Более стекловидное зерно формировалось в 2016 и 2018 годах. В среднем за годы опытов стекловидность зерна в зависимости от уровня насыщенности средств химизации изменялась в пределах 51-58% при наибольшем ее значении в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Массовая доля клейковины в зерне озимой пшеницы изменялись в зависимости от фона минерального питания и условий увлажнения. В условиях дефицита почвенной влаги содержание клейковины в зерне озимой пшеницы снижалось. В наших исследованиях содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в зависимости от фона удобренности варьировало в пределах 24,3-27,3%, при наиболее высоком ее содержании в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Число падения в среднем по вариантам опыта возрастало с 244 секунд (контроль), достигая максимума 276 секунд в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

4. Применение систем удобрения как отдельно, так и в комплексе с гуминовым препаратом Гумистим, в среднем способствовало повышению содержа-

ния в зерне озимой пшеницы золы, клетчатки, жира и крахмала. Соотношение крахмал/белок в вариантах с применением биопрепарата Гумистим было близким к оптимуму и составило 4,5-4,6.

5. Концентрация остаточных нитратов в зерне озимой пшеницы, как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим в среднем повышалась по мере повышения уровня насыщенности применяемых средств химизации, но не превышало ПДК для зерновых культур (93 мг/кг).

6. Удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы под изучаемыми системами удобрения изменялась в среднем от 16,20 до 3,71 Бк/кг (норматив 60 Бк/кг). Комплексное применение минеральных удобрений с последовательно возрастающими дозами калия (90, 120, 150 кг/га д.в.) в комплексе с биопрепаратом Гумистим уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы в 1,8-4,37 раза.

7. Применение средств химизации различной насыщенности в годы проведения опытов, как при отдельном внесении, так и в комплексе с гуминовым биопрепаратом не способствовало токсическому накоплению тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы.

8. Достоверная прибавка урожая зерна яровой пшеницы получена при применении Байкала в концентрации 1:100 и Циркона, как на фоне без удобрений, так и на минеральном фоне, составив 15-27 г/м². Прибавка урожая от применения удобрений составила 65 г/м². Увеличение урожайности произошло за счёт увеличения числа зерен с колоса и их массы, массы 1000 зерен.

9. При применении Байкала ЭМ 1 и Циркона отношение зерна к соломе уменьшилось, что свидетельствует об увеличении выхода зерна в общем урожае яровой пшеницы. Натура зерна составила 733-750 г/л и наибольшей была в варианте с применением Циркона на минеральном фоне. Стекловидность колебалась в пределах 69-71% и не зависела от препаратов и удобрений. Сбор сырого протеина увеличился на 11,2-114,6 кг/га и был наибольшим при применении Байкала в концентрации 1:100 и Циркона на фоне минеральных удобрений. Содержание крахмала возросло на 1-2%.

10. Расчет экономической эффективности показал, что при возделывании озимой пшеницы на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой радиоактивно загрязненной почве при средней урожайности 5,09 т/га на фоне внесения полного минерального удобрения $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Гумистим себестоимость 1 т зерна составила 301,4 рубля. Условно чистый доход 2725,5 тыс. рублей, при уровне рентабельности производства 182%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В полевых севооборотах на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава в условиях радиоактивного загрязнения территории для получения высокой урожайности экологически чистого зерна озимой пшеницы порядка 5,0 /га и более рекомендуем применять дозу минерального удоб-

рения $N_{120}P_{90}K_{150}$ в комплексе с некорневой подкормкой биопрепаратом Гумистим в фазу весеннего кушения и расчета 6 л/га.

На основании результатов исследований можно рекомендовать применение Байкала ЭМ1 и Циркона в технологии выращивания яровой пшеницы, путем обработки семян и вегетирующих растений. Их использование позволит снизить дозы минеральных удобрений.

Байкал ЭМ1 следует применять в дозе 1%.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем планируется изучить эффективность применения биостимуляторов нового поколения Центрино и Фортигрейн зерновой в сравнении с препаратами Эпин-Экстра и Циркон на различных фонах минерального удобрения; провести исследования по влиянию применяемых средств химизации за ротацию севооборота на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы.

ГЛОССАРИЙ

Агрохимическая характеристика почв - совокупность агрохимических показателей, определяющих плодородие почвы.

Агрохимическое картирование почв – составление агрохимических карт на основе полевых, лабораторных и камеральных работ.

Азот аммонийный – азот, находящийся в аммонийной форме.

Азот биологический – азот, поступающий в почву и растение в результате фиксации азота микроорганизмами.

Азот валовой (общий) – сумма органического и минерального азота.

Азот гидролизуемый – органические соединения азота, переходящие в раствор при обработке почвы слабыми растворами кислот и щелочей.

Азот гуминов – азот, входящий в состав негидролизуемых остатков гумусовых соединений.

Азот минеральный – сумма нитритного, нитратного и аммонийного азота почвы.

Азот негидролизуемый – органические соединения азота почвы, которые не гидролизуются при обработке ее концентрированными растворами минеральных кислот или щелочей.

Азот нитратный – азот, находящийся в формате нитратов.

Азот нитритный – азот, находящийся в форме нитритов.

Азот органический – органические соединения азота, входящие в состав гумуса и других органических компонентов почвы.

Азотонакопители – растения, способные использовать атмосферный азот и обогащать им почву.

Азотное удобрение – удобрение, содержащее азот в усвояемой форме.

Калий почвы валовой – общее содержание калия в почве.

Калий почвы водорастворимый – калий, способный переходить из твердой фазы почвы в водную вытяжку.

Калий почвы необменный – калий, включающий природный необменный калий, который прочно связан с кристаллической решёткой минералов и переходит в доступные для питания растений формы только в процессе выветривания и антропогенного воздействия на почву, и необменно-фиксированный калий удобрений, который более доступен для питания растений.

Калийное удобрение – удобрение, содержащее калий в усвояемой растениями форме.

Удобрение – вещество, используемое для питания растений и воспроизводства плодородия.

Удобрение азотное - минеральное удобрение, действующем веществом в котором является азот.

Удобрение амидное - минеральное удобрение, действующем веществом в котором является азот в амидной форме.

Удобрение аммонийное - минеральное удобрение, действующем веществом в котором является азот в аммонийной форме.

Удобрение аммонийно-нитратное - минеральное удобрение, действующим веществом в котором является азот в аммонийной и нитратной форме.

Удобрение борное - минеральное удобрение, действующим веществом в котором является бор.

Удобрение в запас – разовое внесение удобрения для обеспечения культур севооборота питательными элементами на несколько лет.

Удобрение гуминовое – удобрение, действующим веществом которого являются гуминовые кислоты.

Удобрение зеленое (сидераты) – вегетативная масса растений, выращиваемых для запахивания в почву.

Удобрение калийное – минеральное удобрение, действующим веществом в котором является калий.

Удобрение комплексное жидкое – минеральное удобрение в виде раствора или суспензии питательных элементов в соответствующем растворителе, содержащее не менее двух главных питательных элементов.

Удобрение комплексное смешанное – минеральное удобрение, полученное в результате механического смешения двух или более видов удобрений.

Удобрение минеральное – удобрение промышленного или ископаемого происхождения, содержащее питательные элементы в минеральной форме.

Удобрение фосфорное – минеральное удобрение, действующим веществом в котором фосфор.

Физиологически кислое удобрение – удобрение, при внесении которого подкисляется почва из-за преимущественного использования растениями катионов.

Фосфор почвы валовой – общее содержание фосфора в почве.

Фосфор почвы минеральный – часть фосфора, представленная минеральными соединениями.

Фосфор почвы органический – фосфорсодержащие органические соединения, являющиеся резервом для пополнения запасов доступных растениям фосфатов почвы.

Фосфоритование почвы – внесение фосфоритной муки для увеличения запасов подвижных фосфатов в почве.

Фракция бесподстилочного навоза жидкая – текучая масса, полученная при разделении бесподстилочного навоза на фракции.

Фракция бесподстилочного навоза твердая – не текучая масса, полученная при разделении бесподстилочного навоза на фракции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абраменко, А. Н. Действие минеральных удобрений на озимую пшеницу в зависимости от погодных условий / А. Н. Абраменко, С. Н. Градунов, А. Д. Недосейкин // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – № 12. – С. 12-14.
2. Авдеенко, А. П. Биоэнергетическая эффективность чистого, занятых и сидеральных паров в условиях Ростовской области / А. П. Авдеенко, Н. А. Зеленский // Образование, наука, медицина: эколог-экономический аспект: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 91-92.
3. Авдонин, Н. С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции / Н. С. Авдонин. – М.: Колос, 1979. – С. 68-74.
4. Агапкина, Г. И. Радионуклид-органические соединения в почвенных растворах / Г. И. Агапкина, Ф. А. Тихомиров, А. И. Щеглов // Тез. докл. I Всесоюз. радиологического съезда. – Пущино, 1989. – Т. 2. – 408 с.
5. Агеец, В. Ю. Система радиологических контрмер в агрофере Беларуси: монография / В. Ю. Агеец. – Мн.: РНИУП «Институт радиологии», 2001. – 250 с.
6. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев и др.; под ред. В. А. Черников, А. И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
7. Агроэкономическая характеристика пахотных почв Российской Федерации по содержанию тяжелых металлов, мышьяка и фтора / П. Г. Максимов, Н. М. Васильев, А. В. Кузнецов и др. – М.: Агроконсалт, 2002. – 50 с.
8. Азаров, Б. Ф. Содержание тяжелых металлов в сахарной свекле и ячмене в зависимости от концентрации их в почве и уровня удобренности / Б. Ф. Азаров, В. Д. Соловиченко, А. Т. Лобарева // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 5. – С. 31-33.
9. Азотные удобрения и удельная активность ^{137}Cs филомассы загрязненных радионуклидами пойменных сенокосов / С. М. Пакшина, Н. М. Белоус, Е. В. Смольский, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, Е. А. Кротова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – № 1. – С. 26-32.
10. Алабушев, А. В. Функционирование рынка зерна в России в современных условиях / А. В. Алабушев, С. А. Раева // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 1 (31). – С. 5-9.
11. Алексахин, Р. М. Поведение ^{137}Cs в системе почва-растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклидов в урожае / Р. М. Алексахин // Агрохимия. – 1992. – № 10. – С. 123-138.
12. Алексахин, Р. М. Реабилитационные мероприятия в агропромышленном комплексе как основа социально-экономического развития территорий, подвергшихся воздействию аварии на Чернобыльской АЭС / Р. М. Алексахин, Н. И. Санжарова, А. В. Панов // Вестник РАСХН. – 2009. – № 6. – С. 28-30.
13. Алексахин, Р. М. Сельскохозяйственная радиэкология / Р. М. Алексахин, Н. А. Корнев. – М.: Экология, 1992. – 400 с.
14. Алексеева, К. Л. Влияние циркона на урожайность и качество продукции капусты белокочанной и моркови столовой // Применение препарата

циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 12-13.

15. Алехин, В. Т. Биологическая и хозяйственная эффективность биофунгицидов и регуляторов роста на зерновых культурах / В. Т. Алехин, Ю. В. Попов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агросистем: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2009. – С. 170-172.

16. Алехин, В. Т. Хозяйственная и экономическая эффективность Альбита / В. Т. Алехин, В. М. Слободянюк, А. К. Злотников // Защита и карантин растений. – 2005. – № 9. – С. 26-27.

17. Алтухов, А. И. Повышение качества зерна – комплексное решение / А. И. Алтухов // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 3-4.

18. Альбит на озимой пшенице / А. К. Злотников, И. И. Дерев, И. И. Бегунов, К. М. Злотников // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 31-32.

19. Андреев, Н. Р. Технологии переработки зерна ржи на крахмал и крахмалопродукты / Н. Р. Андреев // Вестник РАСХН. – 2004. – № 1. – С. 34.

20. Андрианова, Ю. Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю. Е. Андрианова, Н. А. Тарчевский. – М.: Наука, 2000. – 135 с.

21. Андрющенко, В. К. Нитраты в овощах и пути их снижения / В. К. Андрющенко. – Кишинёв, 1983. – 58 с.

22. Анспок, П. И. Содержание нитратов в злаковых кормовых травах при выращивании их в Латвийской ССР./ П. И. Анспок, Я. К. Краулерс, А. Я. Симень // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – № 9. – С.49.

23. Бакунов, Н. А. К вопросу о снижении накопления ^{137}Cs в растениях при обогащении почв природными сорбентами / Н. А. Бакунов, Е. В. Юдинцева // Агрохимия. – 1989. – № 6. – С. 90-96.

24. Баранников, В. Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В. Д. Баранников, Н. К. Кириллов. – М.: Колос, 2005. – 352 с.

25. Барчукова, А.Я. Циркон – стимулятор продуктивности овощных культур // Применение препарата циркона в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 16.

26. Баталова, Г. А. Эффективность применения микробиологического удобрения «Байкал ЭМ1» на яровом овсе / Г.А. Баталова, Е. А. Будина // Земледелие. – 2007. – № 2 – С. 29-30.

27. Бахтунин, И. Р. Повышение эффективности расчетных доз удобрений под планируемый урожай озимых культур / И. Р. Бахтунин // Научные основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1978. – С. 128-139.

28. Бегунов, И. И. Снижение пестицидного пресса – важная ступень в стабилизации агроэкосистем / И. И. Бегунов, В. Н. Довгаленко, Е. В. Стрелков // Состояние и перспективы повышения экологической безопасности: тез. междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2004. – С. 13-14.

29. Безлер, Н. В. Влияние препарата «Байкал ЭМ1» на основные показатели продуктивности озимой пшеницы, размещённой по чистым и занятым парам / Н. В. Безлер // Достижения ЭМ-технологии в России: сб. тр. – М.: «ЭМ-кооперация», 2004.

30. Белоус, И. Н. Применение систем удобрения при возделывании озимой ржи в условиях юго-запада Нечерноземья / И. Н. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Г. П. Малявко // *Агрохимия*. – 2017. – № 9. – С. 49-57.
31. Белоус, И. Н. Продуктивность и качество одновидовых посевов многолетних трав в зависимости от уровня минерального питания / И. Н. Белоус, Е. В. Смольский, В. Ф. Шаповалов // *Вестник Брянской ГСХА*. – 2012. – № 4. – С. 29-33.
32. Белоус, Н. М. Влияние удобрений на содержание азотистых веществ и тяжелых металлов в клубнях картофеля / Н. М. Белоус, В. В. Талызин, Н. К. Симоненко // *Агрохимия*. – 2010. – № 3. – С. 22-28.
33. Белоус, Н. М. Способы поступления радионуклидов в растения на загрязненных почвах / Н. М. Белоус, Г. Е. Мерзлая, М. О. Смирнов // *Плодородие*. – 2006. – № 4. – С. 33-34.
34. Белоус, Н. М. Эффективность мероприятий по реабилитации радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых песчаных почв / Н. М. Белоус // *Бюл. ВИУА*. – 2001. – № 115. – С. 13-14.
35. Белоус, Н. М. Эффективность средств химизации на динамику накопления радиоцезия в сельскохозяйственных растениях, его миграцию по почвенному профилю и плодородие дерново-подзолистой почвы / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, В. Б. Корнев // *Вестник Брянской ГСХА*. – 2011. – № 3. – С. 3-14.
36. Бельтюков, Л. П. Сорт, технология, урожай / Л. П. Бельтюков. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2002. – 173 с.
37. Беркутова, Н. С. Методы оценки и формирование качества зерна / Н. С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
38. Биологический метод борьбы со снежной плесенью озимой пшеницы в условиях Республики Башкортостан / Е. В. Кузина, Ф. Ф. Бурханов, Т. К. Давлетшин и др. // *Аграрная Россия*. – 2011. – № 2. – С. 22-23.
39. Бобыр, Л. Ф. Интенсивность фотосинтеза, состояние электронно-транспортной цепи и активность фосфоролизирующей системы под воздействием гуминовых веществ / Л. Ф. Бобыр // *Гуминовые удобрения: теория и практика их применения*. – Днепропетровск: Изд-во ДСХИ, 1980. – Т. 7. – С. 54-63.
40. Богдевич, И. М. Защитные агрохимические мероприятия в АПК Республики Беларусь / И. М. Богдевич, А. Г. Подоляк // *Агрохимический вестник*. – 2006. – № 2. – С. 13-19.
41. Богдевич, И. М. К вопросу об эффективности ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных радионуклидами землях / И. М. Богдевич, Ю. В. Пуятин, Т. М. Серая // *Докл. участников IV междунар. науч.-практ. конф.* – Житомир, 2004. – С. 82-87.
42. Болезни колосовых культур / С. С. Санин, Е. А. Соколова, В. И. Черкашина и др. – М.: Росинформагротех, 2010. – 287 с.
43. Болучевский, Д. А. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от приемов биологизации и обработки почвы / Д. А. Болучевский, А. В. Дедов // *Агрохимический вестник*. – 2014. – № 2. – С. 39-40.
44. Бондарев, Н. К. Влияние доз удобрений на урожай и качество озимой ржи в интенсивной технологии / Н. К. Бондарев, Л. С. Вавилова // *Зерновые, зернобобовые и крупяные культуры*. – 1990. – № 8. – С. 13-14.

45. Бондаренко, А. Н. Влияние различных доз минеральных удобрений и норм высева на урожайность озимых зерновых культур в условиях орошения Астраханской области / А. Н. Бондаренко // *Аграрная Россия*. – 2015. – № 1. – С. 2-5.
46. Бульдиева, Е. А. Агрохимические приемы, повышающие качество зерна озимой пшеницы / Е. А. Бульдиева, И. В. Нешин // *Агрохимический вестник*. – 2008. – № 3. – С. 28-31.
47. Вакуленко, В. В. Регуляторы роста / В. В. Вакуленко // *Защита и карантин растений*. – 2004. – № 1. – С. 24-26.
48. Васютин, А. С. Роль сорта и средств защиты растений в технологиях возделывания озимой пшеницы / А. С. Васютин, Р. М. Гафуров, П. М. Политыко // *Агрохимический вестник*. – 2014. – № 4. – С. 30-32.
49. Ваулина, Г. И. Агроэкологическая оценка уровней минерального питания и системы защиты растений на озимой пшенице / Г. И. Ваулина, Л. П. Воллейдт // *Тез. докл. Всерос. координационного совещания учреждений Гео-сети полевых опытов с удобрениями*. – М.: ВИУА, 1998. – Ч. 1. – С. 160.
50. Ведение земледелия на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Р. М. Алексахин, Т. Л. Жигарева, А. Н. Ратников, Т. И. Попова // *Земледелие*. – 2006. – № 3. – С. 22-27.
51. Виноградова, В. С. Влияние гуминовых и микроудобрений на урожайность яровой пшеницы / В. С. Виноградова, А. А. Мартынцева, С. Н. Казарин // *Земледелие*. – 2015. – № 1. – С. 32-34.
52. Винокурова, К. А. Влияние регулятора роста Молдус на продуктивность различных сортов озимой пшеницы в условиях Краснодарского края / К. А. Винокурова, Е. Н. Пакина, Е. В. Романова // *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. – 2011. – № 4. – С. 21-25.
53. Висецкая, М. Н. Регулятора роста в системе защиты озимой пшеницы от болезней в ЦЧЗ России / М. Н. Васецкая, В. П. Кратенко, Б. В. Чекмарев // *Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: тез. междунар. науч.-практ. конф.* – Краснодар, 2004. – С. 179-180.
54. Вислобокова, Л. Н. Удобрение пшеницы озимой в условиях ЦЧЗ Тамбовской области / Л. Н. Вислобокова, О. М. Иванова // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – № 1 (37). – С. 42-45.
55. Влияние азотного удобрения и пестицидов на урожайность озимой ржи / Н. В. Филиппова и др. // *Сб. науч. тр. ВНИИ кормов*. – 1991. – № 7. – С. 153-158.
56. Влияние биопрепаратов на формирование урожайности озимых культур и посевные качества семян // В. И. Каргин, А. А. Ерофеев, И. А. Латышова и др. // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – № 6. – С. 25-27.
57. Влияние гуминовых препаратов на агробиологические показатели голозерного овса / О. А. Исачкова, Б. Л. Ганичев, И. А. Лапшинов и др. // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – Т. 29, № 2. – С. 26-29.
58. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность зерна озимой пшеницы и озимой ржи в лесостепи Среднего Поволжья / В. И.

Каргин, А. А. Ерофеев, А. Г. Макаренкина и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 1. – С. 9-11.

59. Влияние минеральных удобрений и препарата Эпин-Экстра на урожайность и качество зерна люпина узколистного при радиоактивном загрязнении агроценозов / В. В. Пашутко, В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус и др. // Агротехнический вестник. – 2017. – № 3. – С. 19-22.

60. Влияние минеральных удобрений и приемов поверхностного улучшения почвы на урожай и качество зеленой массы многолетних трав / Н. М. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов и др. // Кормопроизводство. – 2010. – № 4. – С. 15-19.

61. Влияние органического вещества на сорбцию ^{137}Cs почвой / П. Ф. Бондарь, Л. С. Ивашкевич, Г. С. Шманай и др. // Почвоведение. – 2003. – № 8. – С. 929-933.

62. Влияние предшественников, удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество яровой пшеницы / А. А. Завалин, Н. С. Алметов, Н. В. Горячкин и др. // Агротехнический вестник. – 2014. – № 5. – С. 36-40.

63. Влияние препаратов Эпин-Экстра и Идеал на продуктивность расторопши пятнистой (*Silybum Marianum* L.) в условиях интродукции в Московской области / Т. И. Хуснетдинова, П. Н. Балабко, О. В. Шелепова и др. // Агротехнический вестник. – 2016. – № 5. – С. 40-43.

64. Влияние применения гумата калия на продуктивность пивоваренного ячменя / Л. А. Нечаев, А. Ф. Путинцев, В. И. Зотиков, В. И. Коротеев и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С. 33-35.

65. Влияние севооборотов, способов обработки почв и удобрений на урожайность и экономические показатели производства пшеницы озимой / В. Д. Соловиченко, В. В. Никитин, А. П. Карабутов и др. // Аграрная наука. – 2018. – № 5. – С. 46-49.

66. Влияние способов обработки почвы, минеральных удобрений, гербицидов и регуляторов роста на физические свойства почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В. М. Гармашов, И. М. Корнилов, Н. А. Нужная и др. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4 (40). – С. 50-54.

67. Влияние средств химизации на урожайность и качество картофеля в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Г. П. Малявко, Д. П. Шлык // Земледелие. – 2015. – № 2. – С. 28-30.

68. Влияние удобрений и биопрепарата альбит при выращивании овса на радиоактивно загрязненной почве / Е. А. Дробышевская, Е. М. Милютин, В. Ф. Шаповалов и др. // Агротехнический вестник. – 2017. – № 3. – С. 27-29.

69. Влияние удобрений на продуктивность и накопление радионуклидов при возделывании мятликовых трав в одновидовых посевах / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Н. К. Симоненко и др. // Агротехнический вестник. – 2012. – № 5. – С. 22-24.

70. Войсковой, А. И. Агробиологические основы повышения урожайности озимой пшеницы в Ставропольском крае / А. И. Войсковой: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Нальчик, 2003. – 50 с.

71. Войтович, Н. В. Прогноз развития зерновой отрасли в 2001-2005 гг. / Н. В. Войтович, В. Ф. Кирдин, Н. А. Полев // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 5-7.
72. Воронина, Л. П. Эффективность действия циркона на рост и развитие кормовых и злаковых культур / Л. П. Воронина // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: тез. докл. 6-й междунар. конф. – М., 2001. – С. 222-223.
73. Гаврилук, Л. В. Использование циркона на белокочанной капусте и томатах в условиях Новгородской области // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 29-30.
74. Гаврилова, А. Ю. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата на урожайность зерна ярового ячменя, возделываемого на дерново-подзолистой почве / А. Ю. Гаврилова. – М.: ВНИИА, 2013. – 228 с.
75. Гамзикова, О. И. Генетика агрохимических признаков пшеницы / О. И. Гамзикова. – Новосибирск: Наука, 1994. – 220 с.
76. Гарипова, Г. Н. Роль химических, биологических препаратов и удобрений в повышении урожая зерновых культур в степных зонах Башкортостана / Г. Н. Гарипова, А. А. Сахибгареев // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2 (44). – С. 23-26.
77. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве, как средство для предотвращения загрязнения ландшафтов / Е. И. Гончарук и др. // Химия в сельском хозяйстве. – 1981. – Т. 19, № 10. – С. 19-20.
78. Гигиеническая оценка нитратов в пищевых продуктах / Г. П. Зарубин, М. Т. Дмитриев, Е. Н. Приходько, В. А. Мищина // Гигиена и санитария. – 1984. – № 7. – С. 49-52.
79. Гиленко, К. А. 56 ц зерна – не предел / К. А. Гиленко, Л. А. Филимонова // Защита растений. – 1985. – № 1. – С. 5.
80. Гладышева, О. В. Современные сорта пшеницы озимой и яровой в Рязанской области: продуктивность и качество зерна // Аграрная наука. – 2018. – № 4. – С. 35-37.
81. Глазова, З. И. Влияние некорневых подкормок на накопление сахаров, урожай и качество зерна озимой пшеницы / З. И. Глазова, Е. М. Новиков // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 24-26.
82. Гончаренко, А. А. Производство и селекция озимой ржи в России / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2010. – № 1. – С. 22-26.
83. Грабовец, А. И. Озимая пшеница / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко. Ростов н/Д: «Юг», 2007. – 600 с.
84. Гришечкина, Л. Д. Эффективность и экологическая безопасность современных фунгицидов для защиты зерновых культур / Л. Д. Гришечкина, В. И. Долженко // Агрохимия. – 2013. – № 12. – С. 28-33.
85. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.

86. Гулидова, В. А. Производство зерна озимой пшеницы, возделываемой по ресурсосберегающей технологии / В. А. Гулидова // *Зерновое хозяйство*. – 2008. – № 1. – С. 23-24.
87. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения / Г. В. Наумова, Р. В. Косоногова, Г. И. Райцина и др. // *Гуминовые вещества в биосфере*. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – С. 178-188.
88. Данильчук, П. О. Оценка качества зерна в хозяйствах и на хлебоприемных предприятиях / П. О. Данильчук. – Киев: Урожай, 1990. – 174 с.
89. Детковская, Л. П. Высокие урожаи зерновых в нечерноземной зоне / Л. П. Детковская, Е. М. Лиманова. – М.: Колос, 1987. – 198 с.
90. Деревщук, С. Н. Циркон – влияние на генеративную сферу и продуктивность растений огурца в открытом грунте / С. Н. Деревщук // *Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф.* – М., 2004. – С. 14-15.
91. Дедов, А. В. Влияние многолетних трав на плодородие почв / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова // *Агрехимический вестник*. – 2012. – № 4. – С. 7-9.
92. Долгодворов, В. Е. Продуктивность озимой тритикале при применении МБУ «Байкал ЭМ1» / В. Е. Долгодворов // *Достижения ЭМ-технологии в России: сб. тр.* – М.: «ЭМ-кооперация», 2004. – С. 25-30.
93. Демьяненко, В. Д. Влияние органических фракций торфа на корневое и воздушное питание растений / В. Д. Демьяненко // *Гуминовые удобрения: теория и практика их применения*. – Днепропетровск, 1977. – Т. 6. – С. 38-44.
94. Державин, Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л. М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 272 с.
95. Докшин, Я. В. Реакция сортов картофеля на хлор- и магний содержащих удобрений / Я. В. Докшин, Л. С. Федотова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2014. – № 4. – С. 38-41.
96. Дорофеев, В. Ф. Пшеница в Нечерноземье / В. Ф. Дорофеев, К. И. Саранин, А. И. Степанов. – Л.: Колос, 1983. – 187 с.
97. Дубовик, Д. В. Агрэкологическое обоснование приемов повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы на склоновых землях Центрального Черноземья / Д. В. Дубовик: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Курск, 2007. – 29 с.
98. Дубовик, Д. В. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнических приемов возделывания в различных погодных условиях / Д. В. Дубовик, Д. Ю. Виноградов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2015. – Т. 29, № 2. – С. 30-32.
99. Дуденко, Н. В. Реакция новых сортов озимой пшеницы селекции Ставропольского НИИСХ на элементы технологии / Н. В. Дуденко, Ф. В. Ершенико, А. Н. Орехова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30, № 7. – С. 67-70.
100. Дулов, М. И. Влияние приемов ресурсосберегающих технологий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / М. И. Дулов, Г. И. Казаков, О. А. Блинова // *АгроXXI*. – 2008. – № 10-12. – С. 39-42.

101. Дыбин, В. В. Влияние тяжелых металлов на продуктивность кукурузы / В. В. Дыбин, К. В. Ивановский, Н. В. Минина / Бюл. ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 128.
102. Есаулко, А. Н. Оптимизация питания сортов озимой пшеницы путем внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности / А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, Н. В. Громова // Агротехнический вестник. – 2018. – № 4. – С. 3-7.
103. Жалиева, Л. Д. Гнили озимой пшеницы и меры борьбы с ними / Л. Д. Жалиева // Земледелие. – 2001. – № 4. – С. 27.
104. Журавлев, В. Ф. Токсичность нитратов и нитритов / В. Ф. Журавлев, М. М. Цапков // Гигиена и санитария. – 1983. – № 1. – С. 62-66.
105. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика / А. А. Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2009. – Т. 2. – 1104 с.
106. Жученко, А. А. Возможности снижения содержания нитратов в овощах методом селекции / А. А. Жученко, А. К. Андрющенко // Вестник с.-х. науки. – 2009. – № 12. – С. 62-71.
107. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А. А. Жученко. – М.: Агрорус, 2004. – 1109 с.
108. Завалин, А. А. Азотное питание и прогноз качества зерновых культур / А. А. Завалин, А. В. Пасынков. – М.: Изд.-во ВНИИА, 2007. – 208 с.
109. Завалин, А. А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур / А. А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 9-11.
110. Завалишин, С. И. Тяжелые металлы в почвах средней тайги западносибирской низменности / С. И. Завалишин // Агротехнический вестник. – 2005. – № 5. – С. 26-29.
111. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травяных кормах от степени окультуренности дерново-подзолистой почвы / И. М. Богдевич, А. Г. Подоляк и др. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 2. – С. 241-247.
112. Защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве: к 30-летию аварии на ЧАЭС / Н. И. Санжарова, А. В. Панов, Н. И. Жамов, П. В. Прудников // Агротехнический вестник. – 2016. – № 2. – С. 5-9.
113. Зезюков, Н. И. Сидеральные пары в ЦЧЗ России / Н. И. Зезюков, Н. И. Придворев, А. В. Дедов // Агротехника. – 1999. – № 4. – С. 24-39.
114. Злотников, А. К. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессам / А. К. Злотников, К. М. Злотников // Агро XXI. – 2007. – № 10. – С. 27-38.
115. Зотиков, В. И. Урожай и качество зерна различных сортов озимой пшеницы в зависимости от технологических приемов / В. И. Зотиков, З. И. Глазова, А. А. Уланов // Аграрная Россия. – 2011. – № 3. – С. 23-26.
116. Зубарев, Ю. Н. Эффективность влияния баковой смеси гербицидов и мочевины на урожайность зерна яровой пшеницы в Предуралье / Ю. Н. Зубарев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 3. – С. 31-35.

117. Зыбалов, В. С. Влияние препарата «Байкал ЭМ1» на всхожесть яровой пшеницы и биологическую активность почвы / В. С. Зыбалов // Земледелие. – 2006. – № 2. – С. 16-17.
118. Ибрагимов, К. Ш. Влияние навоза, извести, цеолита на поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr в растения на примере супесчаной дерново-подзолистой почвы / К. Ш. Ибрагимов, С. А. Соколова, Е. М. Попова // Бюл. ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 129-130.
119. Иванов, А. Л. Земледелие должно быть адаптивным, дифференцированным / А. Л. Иванов // Земледелие. – 2006. – № 2. – С. 2-3.
120. Иванов, И. Агрохимическая оценка длительного применения минеральных удобрений / И. Иванов, Н. Цыганов, В. Воробьев // Главный агроном. – 2008. – № 10. – С. 6-10.
121. Иванова, О. М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе / О. М. Иванова, С. А. Шафран // Агрохимический вестник. – 2012. – № 5. – С. 44-45.
122. Иванова, Т. А. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей / Т. А. Иванова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 235 с.
123. Иванова, Т. И. Оптимизация системы удобрения в севообороте с использованием математических моделей: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Т. И. Иванова. – М., 1988. – 37 с.
124. Израэль, Ю. А. Радиоактивное загрязнение природных сред в результате аварии на ЧАЭС / Ю. А. Израэль. – М.: Комтехпринт, 2006. – 28 с.
125. Изучение удобрений и биопрепарата Гумистим при выращивании ячменя в условиях радиоактивного загрязнения / М. М. Кизюля, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич и др. // Агрохимический вестник. – 2017. – № 3. – С. 23-26.
126. Ильин, В. Б. Оценка защитных возможностей системы почва-растение при модельном загрязнении свинцом (по результатам вегетационных опытов) / В. Б. Ильин // Агрохимия. – 2004. – № 4. – С. 52-57.
127. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.
128. Ильина, Л. В. Влияние Циркона на урожайность и качество продукции зерновых культур // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 35-36.
129. Ильницкий, А.П. Нитраты как новый средовый фактор, оказывающий влияние на здоровье населения / А.П. Ильницкий // Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде. – Пущино, 1989. – С. 139.
130. Ильницкий, А. П. Снижение нитратно-нитритной нагрузки на население как один из путей профилактики онкологических заболеваний в условиях СССР / А. П. Ильницкий // Тез. Всесоюзн. симп. по экологической онкологии. – Киев, 1990. – С. 15-16.
131. Ильченко, Н. А. Интенсивная технология: состояние и проблемы / Н. А. Ильченко // Земледелие. – 1987. – № 1. – С. 32-35.
132. Исаева, Л. И. Применение гербицидов при возделывании картофеля / Л. И. Исаева. – М.: ВНИИЭСХ, 1982. – 54 с.

133. Исмагилов, Р. Р. Особенности возделывания озимой пшеницы в условиях республики Башкортостан / Р. Р. Исмагилов, Р. Р. Гайфуллин, Р. Б. Нурлыгаянов // *Зерновое хозяйство*. – 2006. – № 3. – С. 29-30.
134. Исмагилов, Р. Р. Число падения зерна гибридов ржи в условиях южной лесостепи / Р. Р. Исмагилов, Л. Ф. Гайсина, Д. Г. Козыкин // *Аграрная наука*. – 2013. – № 12. – С. 16-17.
135. Использование ферроцин-содержащих препаратов в животноводстве / Р. М. Алексахин, А. Н. Ратников, А. В. Васильев и др. // *Вестник РАСХН*. – 1999. – № 1. – С. 15-17.
136. Ишков, И. В. Влияние биостимулятора роста Биостим на продуктивность озимой пшеницы / И. В. Ишков // *Главный агроном*. – 2018. – № 6. – С. 22-23.
137. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Маар, 1989. – 439 с.
138. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – М.: Колос, 1980. – 319 с.
139. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е. Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.
140. Калининко, И. Г. Пшеницы Дона / И. Г. Калининко. – Ростов н/Д: Росиздат, 1979. – 237 с.
141. Карнаухов, Ю. А. Тяжелые металлы в системе «почва-кормовая говядина» при откорме молодняка крупного рогатого скота / Ю. А. Карнаухов, Д. Р. Якупова, Х. Х. Тагиров // *Вестник мясного скотоводства*. – 2010. – Т. 1, № 63. – С. 133-137.
142. Карпова, Е. А. Длительное применение удобрений – фактор изменения состояния тяжелых в почвах агроэкосистем / Карпова Е. А. // *Современные проблемы загрязнения почв: сб. мат. межд. научн. конф.* – М., 2007. – Т. 1. – С. 105-106.
143. Карпова, Е. А. Накопление тяжелых металлов растениями озимой ржи и овса при применении азотных, калийных и длительном последствии фосфорных удобрений на дерново-подзолистой почве / Е. А. Карпова, Ю. А. Потутаева // *Агрохимия*. – 2005. – № 4. – С. 59-66.
144. Карпова, Г. А. Эффективность использования регуляторов роста и бактериальных препаратов на яровой пшенице // *Зерновое хозяйство*. – 2007. – № 5. – С. 16-17.
145. Каширская, Н. Я. Циркон и повышение устойчивости плодово-ягодных культур к грибным болезням / Н. Я. Каширская // *Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии: тез. докл. 6-й междунар. конф.* – М., 2001. – С. 244-245.
146. Кашукоев, М. В. Свойства ярового ячменя в зависимости от приемов агротехники / М. В. Кашукоев // *Земледелие*. – 2009. – № 3. – С. 45.
147. Квасов, Н. А. Сроки сева как фактор регулирования продуктивности озимых культур в условиях изменения климата / Н. А. Квасов // *Земледелие*. – 2012. – № 3. – С. 18-20.

148. Керефова, Л. Ю. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от вида и сочетания удобрений при разных дозах и сроках их внесения / Л. Ю. Керефова, Х. С. Ташилов // *Зерновое хозяйство*. – 2007. – № 5. – С. 15-16.
149. Кирсанова, Е. В. Эффективность использования циркона при возделывании гороха // *Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф.* – М., 2004. – С. 10-11.
150. Кирюшин, В. И. Агроэкологическая классификация земель как основа формирования систем землепользования / В. И. Кирюшин // *Почвоведение*. – 1997. – № 1. – С. 79-87.
151. Кирюшин, В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В. И. Кирюшин. – М.: Колос, 2011. – 443 с.
152. Кирюшин, В. И. Экологизация и интенсификация земледелия: противоречие и компромиссы / В. И. Кирюшин // *Проблемы интенсификации и экологизации земледелия России: сб. матерал. науч. секции Россельхозакадемии (13-15-июня 2006 г.)*. – п. Рассвет: Ростовская обл. – С. 78-91.
153. Климова, А. А. Влияние гуминовых препаратов на ростовые процессы растений / А. А. Климова, И. Д. Комиссаров // *Гуминовые препараты: тр. Тюменского СХИ*. – Тюмень, 1971. – Т. 14. – С. 189-199.
154. Князев, Б. М. Продуктивность и технологические свойства зерна озимой пшеницы в зависимости от приемов возделывания / Б. М. Князев, Д. А. Дзагов, Л. Ю. Керефова // *Зерновое хозяйство*. – 2003. – № 4. – С. 22-23.
155. Ковалев, В. М. Применение регуляторов роста для повышения устойчивости и продуктивности зерновых культур / В. М. Ковалев. – М., 1992. – С. 8-21.
156. Коваленко, Г. Д. Радиоэкология Украины: монография / Г. Д. Коваленко. – Харьков: Инжек, 2008. – 264 с.
157. Ковда, В. А. Основы учения о почвах / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Ч. I-II. – 366 с.
158. Ковтун, В. И. Селекция высокоадаптивных сортов озимой мягкой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии их возделывания в засушливых условиях Юга России / В. И. Ковтун. – Ростов н/Д: «Книга», 2002. – 320 с.
159. Козлова, А. В. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений в различных дозах и сочетаниях при возделывании овса в полевом севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А. В. Козлова. – М., 2015. – 26 с.
160. Козьмина, Н. П. Теоретические основы прогрессивных технологий (Биотехнология). Зерноведение (с основами биохимии растений) / Н. П. Козьмина, В. А. Гунькин, Г. М. Суслянок. – М.: Колос, 2006. – 464 с.
161. Коновалов, Ю. Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя / Ю. Б. Коновалов. – М.: Колос, 1981. – 176 с.
162. Кононова, А. М. Эффективность комплексного применения пестицидов на озимой ржи в полевом севообороте / А. М. Кононова, Л. Н. Самойлов, Л. М. Державин // *Агрохимия*. – 2012. – № 3. – С. 13-24.
163. Конончук, В. В. Агрохимические аспекты формирования высоких урожаев зерновых культур в Центральном Нечерноземье / В. В. Конончук // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – № 2 (44). – С. 3-8.

164. Конончук, В. В. Источники азота и диагностики азотного питания озимой пшеницы в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве / В. В. Конончук, М. В. Бородуля // *Агрохимический вестник*. – 2012. – № 1. – С. 8-11.
165. Коноплева, И. В. Связь характеристик селективной сорбции ^{137}Cs с содержанием илистой фракции почв / И. В. Коноплева, А. А. Сысоева // Тез. докл. III съезда по радиационным исследованиям. – Киев, 2003. – С. 309.
166. Коптюг, В. А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 года) / В. А. Коптюг. – Новосибирск: СО АН РФ, 1992. – 63 с.
167. Кореньков, Д. А. Эффективные приемы использования азотных удобрений при интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части СССР / Д. А. Кореньков // Тез. докл. VII делегатского съезда Всерос. общества почвоведов. – Ташкент, 1985. – С. 53-58.
168. Кореньков, Д. А. Агроэкологическая система применения азотных удобрений / Д. А. Кореньков. – М.: ГУП «Агропрогресс», 1999. – 296 с.
169. Кореньков, Д. А. Использование растениями и трансформация азота в почве при внесении минеральных удобрений и органического вещества / Д. А. Кореньков, И. А. Лаврова, Н. В. Харченко // *Агрохимия*. – 1979. – № 7. – С. 3-7.
170. Кореньков, Д. А. Некоторые итоги и задачи в исследованиях о роли азотных удобрений в повышении урожая и его качества (зерновые культуры) / Д. А. Кореньков // *Тр. ВИУА*. – М., 1980. – Вып. 59. – С. 8-13.
171. Кореньков, Д. А. Эффективные приемы использования азотных удобрений при интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части СССР / Д. А. Кореньков // Тез. докл. VII делегатского съезда Всерос. общества почвоведов. – Ташкент, 1985. – С. 53-58.
172. Королев, В. А. Очистка грунтов от загрязнителей / В. А. Королев. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 365 с.
173. Костюк, А. В. Мерлин на кукурузе в Приморье / А. В. Костюк, Т. В. Алтухова // *Земледелие*. – 2011. – № 2. – С. 35-37.
174. Котиков, М. В. Действие гумистима на урожайность зерновых культур и картофеля / М. В. Котиков, О. В. Мельникова, Т. М. Мажуго // *Агрохимический вестник*. – 2009. – № 3. – С. 36-38.
175. Кремлев, Е. П. Влияние нитратов на воспроизводительную функцию коров / Е. П. Кремлев, Л. В. Авраменко // *Ветеринария*. – 1990. – № 12. – С. 46-48.
176. Крищенко, В. П. Методы оценки качества растительной продукции. / В. П. Крищенко. – М.: Колос, 1983. – 192 с.
177. Кудашкин, М. И. Эффективность минеральных удобрений, хелатов микроэлементов и средств защиты растений при выращивании озимой пшеницы / М. И. Кудашкин // *Агрохимия*. – 2011. – № 5. – С. 26-34.
178. Кузмич, М. А. Влияние уровня азотного питания и реакции почвенной среды на продуктивность и качество зерна яровой и озимой пшеницы / М. А. Кузмич, Л. С. Кузмич, Е. М. Купреев // *Агрохимический вестник*. – 2007. – № 3. – С. 22-25.
179. Кузнецов, В. К. Методические основы организации защитных мероприятий ландшафтно-экологической направленности на радиоактивно за-

грязненных территориях / В. К. Кузнецов, Н. И. Санжарова // Радиационная биология; радиоэкология. – 2016. – Т. 56, № 1. – С. 90-101.

180. Кузьмин, В. П. Генетика и селекция зерновых культур в Казахстане / В. П. Кузьмин // Изв. АН Казахской ССР. Сер. биологические науки. – 1970. – № 5. – С. 1-9.

181. Кулаковская, Т.Н. Резервы увеличения растительного белка в Нечерноземной зоне / Т.Н. Кулаковская // Междунар. с.-х. журнал. – 1978. – № 5. – С. 48-51.

182. Кукреш, А. С. Эффективность испытания минеральных удобрений в сочетании с бактериальными препаратами при возделывании бобово-зерновой травосмеси / А. С. Кукреш // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2006. – 200 с.

183. Кунцевич, И. А. Эффективность азотных удобрений и урожай озимой ржи в зависимости от плодородия легких почв и средств защиты. Экономические проблемы в интенсивном земледелии / И. А. Кунцевич, М. Ф. Пикун // Бюл. ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 39-40.

184. Лазарев, В. И. Использование стимулятора роста на посевах озимой пшеницы / В. И. Лазарев, М. Н. Казначеев // Главный агроном. – 2004. – № 10. – С. 68-70.

185. Ламан, Н. А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур / Н. А. Ламан. – Мн.: Наука и техника, 1995. – С. 70.

186. Лапшин, Ю. А. Продуктивность озимых зерновых агрофитоценозов / Ю. А. Лапшин, С. В. Барканова // Кормопроизводство. – 2015. – № 2. – С. 23-27.

187. Левина, Н. В. Оценка применения удобрений и мелиорантов на почвах, загрязненных радиоактивными осадками / Н. В. Левина, П. В. Прудников // Агрехимический вестник. – 2014. – № 5. – С. 8-11.

188. Левшаков, Л. В. Эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы / Л. В. Левшаков, Ю. Ю. Русанова // Агро XXI. – 2015. – № 4-6. – С. 20-21.

189. Лобода, Б. П. Химический состав и качество зерна новых сортов зерновых и зернобобовых Немчиновской селекции / Б. П. Лобода, Е. Н. Лазарева // Агро XXI. – 2013. – № 10-12. – С. 11-12.

190. Лошаков, В. Г. Проблемы экологического земледелия и севооборотов / В. Г. Лошаков // Главный агроном. – 2006. – № 5. – С. 3-5.

191. Луганцев, Е. П. Совершенствуем технологию производства озимой пшеницы / Е. П. Луганцев // Главный агроном. – 2006. – № 10. – С. 25-27.

192. Луговкин, В. В. Формирование запрограммированных урожаев озимой пшеницы при разных нормах высева и технологиях возделывания в условиях Северной части Центрального района России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. В. Луговкин. – Тверь, 2004. – 23 с.

193. Лукин, С. В. Динамика урожайности озимой пшеницы в Белгородской области / С. В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 52-55.

194. Лукьяненко, Н. В. Влияние гуматов натрия на жизнедеятельность, морфогенез и урожай пожнивной культуры / Н. В. Лукьяненко // Гуминовые

удобрения: теория и практика их применения. – Киев: Урожай, 1968. – Т. 3. – С. 68-76.

195. Лыков, А. М. От плодородия почвы к плодородию биоценозов / А. М. Лыков // Экологические основы повышения устойчивости и продуктивности агроландшафтных систем. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2001. – С. 23-32.

196. Макарецев, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н. Г. Макарецев. – Калуга: ГУП «Облиздат», 1999. – 646 с.

197. Малеванная, Н. Н. Препарат циркон – иммуномодулятор нового типа // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 17-20.

198. Малявко, Г. П. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России / Г. П. Малявко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. – 247 с.

199. Малявко, Г. П. Влияние средств химизации на урожай и качество зерна озимой ржи / Г. П. Малявко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 21-22.

200. Мамеев, В. В. Влияние гуминовых и минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы / В. В. Мамеев, И. В. Сычева // Агрохимический вестник. – 2015. – № 5. – С. 6-9.

201. Марченко, Д. М. Взаимосвязь между урожайностью и элементами ее структуры у сортов мягкой озимой пшеницы / Д. М. Марченко // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 68. – С. 1-12.

202. Мачихина, Л. И. Новый подход к оценке качества хлебопекарной пшеницы от поля до потребителя / Л. И. Мачихина // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 2-5.

203. Матюхина, М. В. Влияние комплексного применения средств химизации на урожайность овса в условиях радиоактивного загрязнения / М. В. Матюхина, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2011. – № 3. – С. 38-42.

204. Мельник, А. Ф. Приемы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы / А. Ф. Мельник, Л. А. Нечаев, В. А. Фомочкин // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 36-37.

205. Мельник, А. Ф. Слагаемые успеха при выращивании озимой пшеницы / А. Ф. Мельник, Б. С. Кондрашин, В. А. Аксютин // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 21-23.

206. Мельников, Н. Н. Химические средства защиты растений и охрана природных вод от загрязнения / Н. Н. Мельников // Проблемы развития водного хозяйства СССР. – М.: Наука, 1981. – С. 161-170.

207. Мельников, Н. Н. Человек, растения, животные пищевые продукты и пестициды / Н. Н. Мельников. Г. М. Кожевникова // Агрохимия. – 1991. – № 2. – С. 136.

208. Минеральные удобрения, гербицид, регулятор роста на фоне обработки почвы при возделывании озимой пшеницы / В. И. Турусов, В. М. Гармашов, И. М. Корнилов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 10. – С. 27-30.

209. Мероприятия по реабилитации и безопасному использованию сельскохозяйственных угодий, временно исключенных из землепользования / Г. В. Козьмин, Н. И. Санжарова и др. // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – № 1. – С. 19-22.
210. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / под ред. В. Г. Минеева. – М.: ВИУА, 1985. – Ч. 3.
211. Милащенко, Н. З. Проблемы интенсификации производства зерна пшеницы и их решения / Н. З. Милащенко, Л. Н. Самойлов, С. В. Трушкин // Плодородие. – 2018. – № 2. – С. 21-25.
212. Милащенко, Н. З. Производство экологически чистых и биологически полноценных продуктов питания / Н. З. Милащенко, В. П. Захаров // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 1. – С. 3-12.
213. Миндрин, А. С. Интенсификация земледелия: экономическая эффективность и экологический риск / А. С. Миндрин // Проблема интенсификации и экологизации земледелия России (13-15 июня 2006 г.): сб. материалов науч. секции Россельхозакадемии. – п. Рассвет: Ростовская обл. – С. 178-208.
214. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
215. Минеев, В. Г. Влияние длительного действия и последствия удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и иммобилизацию биогенных и токсичных элементов в агроценозе / В. Г. Минеев, Р. Р. Кинжаев, А. В. Арзомасова // Агрохимия. – 2007. -№ 6. – С. 5-11.
216. Минеев, В. Г. Оптимизация применения удобрений и экологические аспекты современного земледелия / В. Г. Минеев // Сб. науч. ст. В 2-х ч. Ч. 2. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 327-340.
217. Минеев, В. Г. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе // Агрохимия. – 1991. – № 3. – С. 35-49.
218. Минеев, В. Г. Эффективность биологического азота в питании яровой пшеницы / В. Г. Минеев, Е. В. Надежкина // Доклады РАСХН. – 2006. – № 3. – С. 36-38.
219. Можайский, Ю. А. Эколого-экономическое обоснование орошения в условиях техногенного воздействия / Ю. А. Можайский // Агрохимический вестник. – 2005. – № 3. – С. 8-9.
220. Мониторинг тяжелых металлов в системе почва-растение-удобрения / М. Н. Городный, А. В. Быкин, И. В. Присмаш и др. // Современные проблемы загрязнения почв: сб. материалов междунар. науч. конф. – М., 2007. – Т. 2. – С. 30-34.
221. Мустафаева, Ф. С. Влияние препаратов природного происхождения на урожайность и качество зеленой массы кукурузы / Ф. С. Мустафаева, В. С. Виноградова // АгроXXI. – 2011. – № 4-6. – С. 30-31.
222. Мязин, Н. Г. Действие и последствие удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы в севообороте / Н. Г. Мязин, Р. Н. Луценко // Агрохимия. – 2002. – № 11. – С. 22-26.

223. Накопление тяжелых металлов и радионуклидов в зеленой массе люпина узколистного при использовании средств химизации / Г. П. Малявко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 11. – С. 21-23.
224. Научные основы комплексного применения средств химизации и экологические аспекты интенсивного земледелия // А. М. Алиев, В. Г. Сычев, Г. И. Ваулина и др. – М.: ВНИИА, 2013. – 196 с.
225. Нечаев, Л. А. Определение оптимального варианта использования сидератов под озимую пшеницу на основе морфометрического анализа параметров флагового листа / Л. А. Нечаев, Л. В. Голышкин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 3 (7). – С. 65-74.
226. Никитишен, В. И. Взаимодействие азота и фосфора почвы и удобрений в питании озимой пшеницы в различных почвенно-экологических условиях / В. И. Никитишен, В. И. Личко // Агрехимия. – 2013. – № 2. – С. 23-29.
227. Никитишен, В. И. Питание и удобрение озимой пшеницы на Черноземье / В. И. Никитишен. – М.: Наука, 1977. – 102 с.
228. Никитишен, В. И. Плодородие и удобрение серых лесных почв ополей Центральной России / В. И. Никитишен. – М.: Наука, 2007. – 367 с.
229. Новоселов, С. И. Пути сохранения плодородия почв и повышения продуктивности агроценозов в земледелии Нечерноземья / С. И. Новоселов // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 34-35.
230. Носатовский, А. И. Пшеница / А. И. Носатовский. – М., 1975. – 375 с.
231. Овцинов, В. И. Влияние загрязнения почвы тяжелыми металлами на сельскохозяйственные растения / В. И. Овцинов // Агрехимический вестник. – 2005. – № 1. – С. 29-31.
232. Овчаренко, М. М. Гуматы – активаторы продуктивности сельскохозяйственных культур / М. М. Овчаренко // Агрехимический вестник. – 2001. – № 2. – С. 13-14.
233. Овчинников, А. Повышение урожая озимой пшеницы / А. Овчинников, В. Пындак // Главный агроном. – 2008. – № 12. – С. 17-19.
234. Одинокоев, В. Е. Влияние препарата «Байкал ЭМ1» на урожайность зерновых культур / В. Е. Одинокоев // Достижения ЭМ-технологии в России: сб. тр. – М.: «ЭМ-кооперация», 2004. – С. 92-93.
235. Озимые зерновые культуры: биология и технология возделывания: монография / Н. А. Белоус, В. Е. Ториков, Н. С. Шпилев и др. – Брянск, 2010. – 139 с.
236. Орлов, П. М. Современная оценка последствий радиоактивного загрязнения почв и растений / П. М. Орлов, Н. И. Аканова // Агрехимия. – 2018. – № 4. – С. 70-77.
237. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в системе почва-растение / Б. С. Пристер, Л. В. Перепелятникова, В. И. Дугинов, Ю. В. Хомутинин // Проблемы сельскохозяйственной радиологии. – 1992. – Вып. 2. – С. 108-117.
238. Оценка влияния некорневой подкормки сельскохозяйственных культур гуминовыми препаратами в условиях Северо-запада России / Н. В. Ле-

бедева, Ю. Н. Федорова, А. Н. Левченко и др. // *Агрехимический вестник*. – 2014. – № 3. – С. 23-26.

239. Оценка факторов, влияющих на изменение плотности загрязнения ¹³⁷Cs сельскохозяйственных угодий / А. В. Панов, Е. Г. Иванова, В. М. Соломатин и др. // *Докл. РАСХН*. – 2011. – № 2. – С. 28-31.

240. Павлов, Е. Н. Повышение содержания белка в зерне / Е. Н. Павлов. – М.: Наука, 1984. – 119 с.

241. Панасин, В. И. Эффективность регулятора роста растений мессидор на озимом ячмене / В. И. Панасин, С. И. Новиков, Д. А. Рымаренко // *Плодородие*. – 2015. – № 3. – С. 14-15.

242. Панников, В. Д. Эффективное применение удобрений в Нечерноземной зоне / В. Д. Панников. – М.: Россельхозиздат, 1983. – С. 81-84.

243. Панов, А. В. Оценка и прогноз уровней загрязнения ¹³⁷Cs сельскохозяйственных угодий юго-западных районов Брянской области, подвергшихся воздействию от аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Панов, Е. В. Гордиенко, П. В. Прудников // *Агрехимический вестник*. – 2016. – № 5. – С. 10-14.

244. Парахин, Н. В. Влияние приемов агротехники на свойства почвы, продуктивность и качество зерна озимой пшеницы / Н. В. Парахин, А. Ф. Мельник, А. И. Золотухин // *Земледелие*. – 2011. – № 5. – С. 27-28.

245. Парахин, Н. В. Основные приоритеты устойчивого развития растениеводства / Н. В. Парахин // *Вестник ОрелГАУ*. – 2006. – № 2-3. – С. 8-12.

246. Парахин, Н. В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от факторов биологизации / Н. В. Парахин, А. Ф. Мельник // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – № 4 (40). – С. 3-8.

247. Парахин, Н. В. Экологическая устойчивость и эффективность растениеводства / Н. В. Парахин. – М.: КолоС, 2002. – 192 с.

248. Пахомов, А. В. Качество зерна яровой пшеницы современных сортов отечественной селекции / А. В. Пахомов, А. Г. Тостаева // *Зерновое хозяйство*. – 2007. – № 2. – С. 21.

249. Петриченко, В. Н. Применение регуляторов роста растений на столовом картофеле / В. Н. Петриченко, Г. И. Николаев // *Аграрная Россия*. – 2012. – № 5. – С. 30-33.

250. Петров, В. Б. Применение микробиологических препаратов – обязательный элемент интенсивных технологий в картофелеводстве / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь // *Картофель и овощи*. – 2011. – № 8. – С. 18-22.

251. Пигорев, И. Я. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность и урожайность озимой пшеницы / И. Я. Пигорев, С. А. Тарасов // *Вестник Курской ГСХА*. – 2014. – № 8. – С. 47-50.

252. Пигорев, И. Я. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность и урожайность озимой пшеницы / И. Я. Пигорев, С. А. Тарасов // *Вестник Курской ГСХА*. – 2014. – № 1. – С. 29-32.

253. Пигорев, И. Я. Элементы биологизации в технологии возделывания озимой пшеницы / И. Я. Пигорев, С. А. Тарасов // *Вестник ОрелГАУ*. – 2014. – № 5 (50). – С. 103-109.

254. Плющиков, В. Г. О едином руководстве по ведению сельскохозяйственного производства / В. Г. Плющиков, С. К. Фарсакова, А. П. Повалаев // Производство экологически безопасной продукции растениеводства и животноводства. – Брянск, 2004. – С. 3-5.
255. Повышение фитотоксичности ряда гербицидов / Ю. И. Захарьева, А. П. Верещагин, В. В. Еремина и др. // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 12. – С. 42-45.
256. Подоляк, А. Г. Рекультивация земель, загрязненных радиоактивными элементами / А. Г. Подоляк, Т. Ф. Персикова, М. В. Царева // Практика рекультивации загрязненных земель: учеб. пособие / под ред. Ю. А. Можайского. – Рязань: РГАУ, 2012. – 604 с.
257. Покинбара, В. А. Испытание гуминовых препаратов / В. А. Покинбара, С. В. Давыденков, Г. О. Скородумова // Агрехимический вестник. – 2008. – № 5. – С. 6-11.
258. Покровская, С. Ф. Влияние загрязнения окружающей среды на продуктивность сельскохозяйственных культур / С. Ф. Покровская. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 48 с.
259. Попова, А. А. Влияние минеральных и органических удобрений на содержание тяжелых металлов в почве / А. А. Попова // Агрехимия. – 1991. – № 3. – С. 62-69.
260. Постников, А. В. Баланс питательных веществ в земледелии РСФСР и регулирования почвенного плодородия / А. В. Постников, С. А. Шафран // Повышение плодородия почв и продуктивности сельского хозяйства при интенсивной химизации. – М.: Наука, 1983. – С. 35-46.
261. Постников, А. Н. Урожайность и качество картофеля при применении препарата циркон на разных фонах питания / А. Н. Постников, И. Ф. Устищенко, Е. А. Болотова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 57-58.
262. Постников, А. Н. Эффективные гербициды от облесения невозделываемых сельскохозяйственных земель / А. Н. Постников // Вестник защиты растений. – 2012. – № 2. – С. 58-61.
263. Посыпанов, Г. С. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов. – М.: Изд.-во МСХА, 1995. – 21 с.
264. Приоритет сельского хозяйства - сбалансированное, устойчивое производство и рациональное природопользование / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова и др. // Образование, наука и производств. – 2014. – № 2-3. – С. 33-38.
265. Прищеп, Н. И. Радиологическая роль калийных удобрений в агро-системах, загрязненных цезием-137 / Н. И. Прищеп, Е. В. Просянкин, С. О. Коровяковская // Совершенствование методологии агрохимических исследований: материалы науч. конф. – М.: Изд.-во МГУ, 1997. – С. 152-165.
266. Провалова, Е.В. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения макро- и микроэлементов и регуляторов роста / Е. В. Провалова, В. Г. Половинкин // Перспективные технологии для современного с.-х. производ-

ства: материалы Всерос. школы молодых учен. и спец. – Ульяновск: ООО МТ-Типография, 2010. – С. 59-61.

267. Производство овса в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Г. П. Малявко и др. // *Агрехимический вестник*. – 2012. – № 5. – С. 20-21.

268. Просянников, Е. В. Эффективность реабилитационных мероприятий в растениеводстве на радиоактивно загрязненных землях / Е. В. Просянников, А. Д. Зверева // *Чернобыль – 20 лет спустя. Социально-экономические проблемы и перспективы развития пострадавших территорий: материалы междунар. науч. конф.* – Брянск, 2005. – С. 236-240.

269. Прудников, П. В. Эффективность агрохимических мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязненных территорий / П. В. Прудников, З. Н. Маркина, А. А. Кошелев // *Агрехимический вестник*. – 2006. – № 2. – С. 6-8.

270. Прудников, П. В. Эффективность агрохимических мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязненных территорий / П. В. Прудников, З. Н. Маркина, А. А. Кошелев // *Агрехимический вестник*. – 2006. – № 2. – С. 8-10.

271. Пруцков, Ф. Н. Озимая пшеница / Ф. Н. Пруцков. – 2-е изд. пер. и доп. – М.: «Колос», 1976. – 352 с.

272. Птицина, Н. В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания / Н. В. Птицына, И. Н. Романова // *Научные разработки молодых ученых аграрному производству: сб. материалов внутривуз. науч. конф. молодых ученых*. – Смоленск, 2008. – С. 101-104.

273. Птицина, Н. В. Энергоэкономическая оценка эффективности возделывания сортов озимой пшеницы в условиях Смоленской области / Н. В. Птицына, И. Н. Романова, С. Н. Глушаков // *Проблемы и перспективы развития аграрного производства: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф.* – Смоленск, 2007. – С. 133-134.

274. Птицына, Н. В. Урожайность озимой пшеницы Московская 39 в зависимости от доз и сроков применения азотных удобрений / Н. В. Птицына, И. Н. Романова // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: сб. материалов междунар. науч. конф. аспирантов и молодых ученых*. – Брянск, 2008. – С. 120-124.

275. Пухальский, А. В. Интенсификация производства зерна / А. В. Пухальский // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1987. – № 7. – С. 2-4.

276. Радиационная обстановка и эффективность защитных мероприятий на территории Брянской области / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов и др. // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК на территориях, загрязненных радионуклидами: материалы междунар. науч.-практ. конф.* – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. – С. 3-26.

277. Радиологическая обстановка на почвах сельхозугодий Брянской области и пути получения нормативно чистой продукции / З. Н. Маркина, П. В. Прудников, Л. А. Ковалев и др. // *Агрехимический вестник*. – 2006. – № 2. – С. 10-12.

278. Радиологическая оценка применения агрохимических средств на почвах, загрязненных радионуклидами / Г. Т. Воробьев, З. Н. Маркина, И. А. Коше-

- лев, П. В. Прудников // Экологоагрохимическая оценка состояния калийного режима почв и эффективность калийных удобрений. – М.: ЦИНАО, 2002. – С. 74-84.
279. Ратников, А. Н. Эффективность окультуривания дерново-подзолистых почв в земледелии на радиоактивно загрязненных территориях / А. Н. Ратников // Бюл. ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 151-152.
280. Ремесло, В. Н. Селекция и сортовая агротехника пшеницы интенсивного типа / Р. Н. Ремесло. – М.: Колос, 1982. – 303 с.
281. Регуляторы роста с антистрессовыми и иммуннотекторными свойствами / Л. Д. Прусакова и др. // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76-86.
282. Рекомендации по научно-обоснованному уходу за посевами озимых культур в различных фазах развития и условиях перезимовки: метод. рекомендации / В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова и др. – Ставрополь: СНИИСХ, 2013. – 32 с.
283. Роль органического вещества и минеральной части торфов в сорбции радиоцезия / Т. М. Паникарова, В. Н. Уфимова и др. // Почвоведение. – 1995. – № 9. – С. 1096-1110.
284. Ронсаль, Г. Биологически активные (подвижные) гуминовые вещества – фактор действия перегноя на почву и растения / Г. Ронсаль // Теор. основы действия физиолог. активных веществ и эффективность удобрений их содержащих. – Днепропетровск, 1969. – С. 67-76.
285. Рыбалкин, П. Н. Пути совершенствования систем земледелия Краснодарского края / П. Н. Рыбалкин. – Краснодар, 1997. – 111 с.
286. Саматов, А. М. Влияние минеральных удобрений на биохимические процессы закаливания, зимостойкость и урожай озимых культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. М. Саматов. – Пермь: Изд-во Пермский СХИ, 1972. – 25 с.
287. Сандухадзе, Б. И. Влияние азотной подкормки сортов озимой пшеницы нового поколения на урожай, качество и рентабельность / Б. И. Сандухадзе, Е. В. Журавлева // Агрохимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 6-8.
288. Сандухадзе, Б. И. Научные основы селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне России / Б. И. Сандухадзе, М. И. Рыбакова, З. А. Морозова. – М.: МГИУ, 2003. – 426 с.
289. Сандухадзе, Б. И. Озимая пшеница Нечерноземья в решении продовольственной безопасности Российской Федерации / Б. И. Сандухадзе, Е. В. Журавлева, Г. В. Кочептыгов. – М.: НИКПТЦ Восход-А, 2011. – С. 4-139.
290. Сандухадзе, Б. И. Ретроспективный анализ результатов селекции по созданию сортов озимой пшеницы в Центре Нечерноземья на протяжении XX столетия // Вестник ОрелГАУ. – 2006. – № 2-3. – С. 13-17.
291. Сандухадзе, Б. И. Изменение качественных показателей сортов озимой пшеницы в связи с использованием дробных подкормок азотом и обработкой Альто Супер / Б. И. Сандухадзе, Е. В. Журавлева, К.Н. Михайлов // Агрохимический вестник. – 2007. – № 3. – С. 23-27.
292. Санжарова, Н.И. Эволюция представлений о подвижности ^{137}Cs в системе почва-растение и роли калия в этих процессах / Н. И. Санжарова, Н. В. Белова, Н. В. Андреева // Агрохимия. – 2014. – № 5. – С. 79-93.
293. Саранин, К. И. Агротехника / К. И. Саранин // Пшеница в Нечерноземье. – Л.: Колос, 1983. – С. 66-73.

294. Сдобникова, О. В. Проблема фосфора в земледелии СССР и повышение эффективности фосфорных удобрений / О. В. Сдобникова, Ю. И. Касицкий // Вестник с.-х. науки. – 1977. – № 10. – С. 10-19.
295. Секирников, А. Е. Эффективность средств химизации при возделывании картофеля в условиях радиоактивного загрязнения почвы / А. Е. Секирников, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2018. – № 4 (68). – С. 13-14.
296. Синяшин, О. Г. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / О. Г. Синяшин, О. А. Шаповал, М. М. Шулаева // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 38-42.
297. Соснина, И. Д. Влияние видов органических и минеральных удобрений на урожайность зерновых, продуктивность пашни и сохранение плодородия почвы / И. Д. Соснина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 32-35.
298. Сотников, Н. А. База данных по технологиям ведения растениеводства на радиоактивно загрязненных территориях, составленная по результатам научных исследований / Н. А. Сотников, А. В. Панов, Д. Н. Курбанов // Агротехнический вестник. – 2015. – № 2. – С. 15-18.
299. Справцева, Е. В. Агроэкологическая оценка применения средств химизации при возделывании озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения почвы / Е. В. Справцева, Р. В. Мимонов, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2018. – № 4 (68). – С. 10-13.
300. Сравнительная оценка зерновых и зернобобовых культур по биологической ценности зерна / Е. П. Кондратенко, В. В. Баранова, О. Г. Позднякова, А. А. Косолапова // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 7. – С. 48-51.
301. Сроки посева озимой пшеницы – один из решающих факторов стабильных урожаев высокого качества на Дону / К. Н. Бирюков, А. И. Грабовец, М. А. Фоменко и др. // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3 (27). – С. 56-61.
302. Стародубцев, В. Н. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продукционный процесс озимой пшеницы / В. Н. Стародубцев, Л. П. Степанова, Е. И. Степанова // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 33-35.
303. Старостин, А. Н. К вопросу о термодинамических процессах в растениях и влияние на них некоторых физиологически активных веществ / А. Н. Старостин // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. – Киев: Урожай, 1968. – Т. 3. – С. 42-47.
304. Стихин, М. Ф. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе / М. Ф. Стихин, П. В. Денисов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: «Колос», 1977. – 320 с.
305. Стребков, И. М. Основные закономерности взаимодействия факторов в системе почва – удобрение – погода – урожай: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И. М. Стребков. – М., 1990. – 18 с.
306. Стрелков, Е. В. Новый биопрепарат Альбит против корневых гнилей озимой пшеницы / Е. В. Стрелков, И. И. Бегунов // Средства защиты растений, регуляторы роста, агрохимикаты и их применение при возделывании с.-х. культур: тез. IV семинара совещания. – Анапа, 2005. – С. 122-123.

307. Сушеница, Б. А. Оптимизация фосфатного режима почв и фосфорного питания растений с использованием молотых фосфатов / Б. А. Сушеница // Совершенствование организации и методологии исследований в географической сети опытов с удобрениями. – М., 2006. – С. 24-26.
308. Сушеница, Б. А. Эффективность новых комплексных удобрений в условиях радиоактивно загрязненных агроценозов / Б. А. Сушеница, В. Н. Капранов, П. В. Прудников // Агрехимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 23-25.
309. Тагиров, М. Ш. Влияние уровня азотного питания и микроэлементов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях северных районов Среднего Поволжья / М. Ш. Тагиров, И. Д. Фадеева, И. Н. Газизов // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 9. – С. 34-36.
310. Тагиров, М. Ш. Эффективность применения удобрений при возделывании озимой пшеницы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ш. Тагиров, Р. С. Шакиров, Р. М. Сабирова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 10. – С. 35-38.
311. Тарасов, С. А. Адаптивное использование элементов технологии возделывания озимой пшеницы / С. А. Тарасов // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., 25-27 января. – Курск, 2012. – С. 24-26.
312. Тарасов, С. А. Роль биопрепаратов в возделывании озимой пшеницы на Черноземе типичном Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. 06.01.01 / С. А. Тарасов. – Брянск, 2015. – 19 с.
313. Технологические особенности возделывания озимой пшеницы в Центральном Нечерноземье / В. В. Конончук, В. Д. Штырхунова, С. М. Тимошенко и др. // Агрехимический вестник. – 2015. – № 3. – С. 23-26.
314. Тиханович, И. А. Перспектива использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ / И. А. Тиханович, А. А. Завалин // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 28-31.
315. Толстоусов, В. П. Удобрения и качество урожая / В. П. Толстоусов – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
316. Томмэ, М. Ф. Аминокислотный состав кормов / М. Ф. Томмэ, Р. Ф. Мартыненко. – М.: Колос, 1972. – 288 с.
317. Торикив, В. Е. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы на Брянщине / В. Е. Торикив, А. П. Прудников, О. В. Мельникова // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 2 (5). – С. 23-24.
318. Торикив, В. Е. Содержание аминокислот в зерне озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания / В. Е. Торикив, И. И. Фокин // Вестник Брянской ГСХА. – 2009. – № 3. – С. 46-50.
319. Торикив, В. Е. Сорт, агротехника, урожайность и качество зерна озимой пшеницы Нечерноземья / В. Е. Торикив. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 1999. – 216 с.
320. Торикив, В. Е. Технологи возделывания озимой пшеницы / В. Е. Торикив. – Брянск, 1995. – 160 с.

321. Тори́ков, В. Е. Технологии возделывания и качество зерна озимой пшеницы: монография / В. Е. Тори́ков, С. Н. Кулинкович. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. – 248 с.
322. Тори́ков, В. Е. Технологии возделывания и качество зерна озимой пшеницы: монография / В. Е. Тори́ков, С. Н. Кулинкович. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. – 248 с.
323. Тори́ков, В. Е. Урожайность и качество новых сортов озимой пшеницы / В. Е. Тори́ков, О. В. Мельникова, Р. А. Богомаз // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 8 (130). – С. 10-14.
324. Тори́ков, В. Е. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации / В. Е. Тори́ков, Р. А. Богомаз, В. В. Горбачев // Вестник Курской ГСХА. – 2015. – № 6. – С. 37-38.
325. Торлопов, А. В. Влияние различных доз и способов внесения навоза на урожайность и качество зерна / А. В. Торлопов, И. Г. Мельцаев // Зерновые культуры. – 2001. – № 2. – С. 15-18.
326. Тороп, Е. А. Интегральные показатели структуры урожая озимой ржи и их определение / Е. А. Тороп, А. А. Тороп, В. В. Чайкин // Вестник РАСХН. – 2015. – № 2. – С. 16-18.
327. Тощев, В. В. Агроэкологический мониторинг в зонах техногенного воздействия / В. В. Тощев, Л. К. Мамаева // Агрехимический вестник. – 2006. – № 5. – С. 3-8.
328. Уваров, Г. И. Как снизить отрицательное действие погодных условий на озимую пшеницу / Г. И. Уваров, В. Б. Азаров // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 3. – С. 21-22.
329. Уваров, Г. И. Роль сорта и предшественника в повышении урожая и качества зерна озимой пшеницы / Г. И. Уваров, В. В. Смирнова, С. И. Смуров // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 15-16.
330. Уланов, Н. Н. Возможность использования окисленных углей и гуминовых веществ в сельском хозяйстве / Н. Н. Уланов // Гуминовые вещества в биосфере. – М., 1999. – С. 157-161.
331. Фокина, В. Д. Влияние загрязнения окружающей среды на сельскохозяйственных и диких животных / В. Д. Фокина, С. Ф. Покровская. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – С. 17-21.
332. Фокина, В. Д. Охрана окружающей среды от загрязнения отходами животноводства / В. Д. Фокина. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1980. – 52 с.
333. Фолтин, И. Норма высева и регулирование стеблестоя зерновых культур / И. Фолтин // Междунар. с.-х. журнал. – 1985. – № 5. – С. 28-30.
334. Хасан Дерхам Трансформация непрочно связанных соединений Рd и Zn в агросистемах Ленинградской области при их загрязнении / Хасан Дерхам // Современные проблемы загрязнения почв: сб. материалов междунар. науч. конф. – М., 2007. – Т. 1. – С. 82-83.
335. Ходянкoва, С. Ф. Эффективность применения бактериального препарата «Байкал ЭМ» под лен-долгунец / С. Ф. Ходянкoва // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2006. – С. 201.

336. Христева, Л. А. Роль физиологически активных веществ почвы – гуминовых кислот, битумов и витаминов В₂, С, Р-Р, А и Д в жизни растений и пути их пополнения / Л. А. Христева, Н. В. Лукьяненко // Почвоведение. – 1962. – № 10. – С. 18-27.
337. Чекмарев, П. А. Производство качественного зерна – важная задача агропромышленного комплекса России / П. А. Чекмарев // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 3-4.
338. Чекмарев, П. А. Системы удобрения в условиях биологизации земледелия / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 10-12.
339. Черных, Н. А. Закономерности поведения тяжелых металлов в системе почва-растения при различной антропогенной нагрузке: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. А. Черных. – М.: ВИУА, 1995. – 38 с.
340. Черных, Н. А. Изменение содержания ряда химических элементов в растениях под действием различных количеств тяжелых металлов в почве / Н. А. Черных // Агрохимия. – 1991. – № 3. – С. 68-76.
341. Чурикова, В. В. К вопросу о механизме защитного действия циркона / В. В. Чурикова, Н. Н. Малеванная // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 3-4.
342. Шакирова, Ф. М. Стимуляция экспрессии гена агглютинина зародыша пшеницы в корнях проростков под влиянием 24-эпибрассинолида / Ф. М. Шакирова, А. М. Авальбаев, Ф. Р. Гималов // Физиология растений. – 2002. – № 2. – С. 253-256.
343. Шаповал, О. А. Формирование урожая озимой пшеницы при обработке регуляторами роста / О. А. Шаповал // Плодородие. – 2004. – № 3. – С. 16-17.
344. Шаповалов, В. Ф. Система удобрения при коренном улучшении радиоактивно загрязненных пастбищ / В. Ф. Шаповалов, А. Л. Силаев // Агроконсультант. – 2017. – № 2. – С. 15-19.
345. Шевелуха, В. С. Состояние и перспективы селекции, семеноводства и интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы / В. С. Шевелуха, И. Н. Василенко, Т. Н. Семенова // Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 250 с.
346. Шелахова, М. В. Продуктивность сортов зерновых культур в зависимости от фонов минерального питания / М. В. Шелахова, И. Н. Романова, С. Е. Терентьев // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 2 (20). – С. 57-60.
347. Шмырева, Н. Я. Использование озимой рожью азота удобрений в зависимости от способов их внесения в условиях эрозийного ландшафта / Н. Я. Шмырева, О. А. Соколов, Л. Н. Цуриков // Плодородие. – 2014. – № 6. – С. 16-18.
348. Щеглов, А. И. Биохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах / А. И. Щеглов. – М.: Наука, 2000. – 272 с.
349. Юркин, С. Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии / С. Н. Юркин. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 61 с.

350. Basak, A. Biostimulators – definitions, classification and legislation, in biostimulators in modern agriculture in modern agriculture // General aspects / A. Basak; ed. H. Gawronska, Warsaw: Wies Jutra, 2008. – P. 7-17.
351. Bhatt, G. I. Genotype environment interaction for heritabilities and correlations among quality traits in wheat / G. I. Bhatt, N. M. Derera. - *Euphytica*, 1975. – № 24 (3).
352. Blanc D. et al. Jes nitrates d'origine agricole: leur accumulation dans l'aplanche, leur effet sur l'environnement. / D Blanc et al // *Ann. Nutr. Aliment.*, 1980. – V. 34. – № 5-6. – P. 791-806.
353. Chaminade, R. Semaine d'étude «Matière organique fertilisante du Sol» / R. Chaminade // *Pontifica Acad. Sci.* - 1968. – № 2. – Pp. 777.
354. Couvreur, F. Formation du rendement d'un blé et risques climatiques / F. Couvreur // *Progressives Agricoles.* – 1985. – № 95. – P. 11-15.
355. Gotschalk, B. Nitrate Schwermetalle in Gemüse / B. Gotschalk. – 1984. – Bd. 20, № 9. – P. 324-326.
356. Hedin, P. A. Bioregulator – induced changes in allelochemicals and their effects on plant resistance to pests / P. A. Hedin // *Critical Rev. Plant Sci.* – 1990. – № 9 (5). – P. 371-379.
357. Hibbs, C. M. Nitrate toxicosis in cattle, veterinary and / C. M. Hibbs // *Human Toxicology.* – 1978. – № 1. – P. 1-2.
358. Lorenz, O. A. Potential nitrate levels in edible plants / O. A. Lorenz // *Nitrogen in the environment.* – 1978. – V. 2. – P. 201-219.
359. Maini, P. The experience of the first biostimulant, based on amino acids and peptides: a short retrospective review on the laboratory research and the practical results / P. Maini // *Fert. Agrorum.* – 2006. – № 1. – P. 29-43.
360. Rademacher, W. Plant growth regulators / W. Rademacher, L. Brahm // *Weinheim: Wiley – VCH Verlag GmbH&Co, KGaA*, 2010. – P. 1-14.
361. Schmidt, R. E. Questions and answers about biostimulants / R.E. Schmidt, E.H. Ervin, X. Zhang // *Golf Course Manag.* – 2003. - V. 71. – P. 91-94.
362. Schupman, W. Effects of aquaculture production on nitrates in food and water with particular reference to isotope studies / W. Schupman. – Viena, 1974. – V. 104.
363. Shekhar Sharma, H. S. Biostimulant activity of brown seaweed species from Strangford Lough: compositional analyses of polysaccharides and bioassay of extracts using mung bean (*Vigna mungo* L) and pak choi (*Brassica rapa chinensis* L) / H. S. Shekhar Sharma, G. Lyons, C. McRoberts et al. // *J. Appl. Phicol.* – 2012. – № 24 (5). – P. 1081-1091.
364. Photostabilisation of the herbicide norflurazon microencapsulated with ethylcellulose in the soilwater system / F. Sopena, J. Villaverde, C. Mageda, E. Morillo // *J. Hazard. Mater.* – 2011. – V. 195. – P. 298-305.
365. Stodard, G. Nitrate pollution on the increase / C. Stodart, C. V. Bjedee // *Utah farmer Stokman.* – 1978. – V. 98, № 15. – P. 26-27.
366. Tejada, M. Use of biostimulants on soil restoration: Effects on soil biochemical properties and microbial community / M. Tejada, C. Benitez, J. Gymera, J. Parnadoc // *Appl. Soil Ecol.* – 2011. – № 49. – P. 11-17.

367. Volger, B. Alles dreht sich um die Pflanze – Landwirt – schaftliches Zeitschrift / B. Volger. – 1980. – Bd. 147, № 36. – P. 2046-2052.

368. Effect of potassium (K) on the uptake of ^{137}Cs by spring wheat (*Triticum c Tonic*): a lisimiten study / V. G. Zhy, G. Shaw, A. F. Nisbet, B. T. Wilkins // Radiation and Environmental Biophysics. – 2009. – Vol. 39. – P. 283-290.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Количество растений при всходах, шт./м² (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	431	430	429	430	430	428	432	430	446	442	447	445
2	N90P60 – фон I	438	440	436	438	446	447	442	445	448	454	454	452
3	Фон I+K60	443	440	446	443	452	446	452	450	454	456	458	456
4	Фон I+K90	447	448	452	449	454	448	448	450	458	456	460	458
5	Фон I+K120	454	450	455	453	455	454	456	455	462	460	452	458
6	Контроль+ Гумистим	430	430	436	432	436	434	429	433	446	452	446	448
7	Фон I + Гумистим	444	448	446	446	452	450	448	450	452	450	454	452
8	Фон I+K60 + Гумистим	450	448	452	450	450	454	446	450	458	458	452	456
9	Фон I+K90 + Гумистим	448	448	454	450	452	446	452	450	464	460	453	459
10	Фон I+K120 + Гумистим	452	450	454	452	455	452	458	455	458	462	460	460
11	N120P90 – фон II	452	446	446	448	462	456	462	460	462	464	460	462
12	Фон II+K90	460	458	462	460	458	464	458	460	462	458	460	460
13	Фон II+K120	460	462	458	460	460	458	462	460	464	464	458	462
14	Фон II+K150	464	458	464	462	464	468	463	465	464	460	462	462
15	Фон II + Гумистим	455	461	464	460	459	462	459	460	460	456	461	459
16	Фон II+K90 + Гумистим	462	460	464	462	460	462	458	460	466	460	460	462
17	Фон II+K120 + Гумистим	463	465	461	463	464	465	466	465	456	458	454	456
18	Фон II+K150 + Гумистим	465	461	463	463	466	466	463	465	466	468	464	466

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**1,39****1,53****1,67**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**2,95****3,24****3,54**

Количество растений весной, шт./м² (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	285	289	284	286	315	313	320	316	334	332	336	334
2	N90P60 – фон I	324	322	320	322	336	342	336	338	352	346	346	348
3	Фон I+K60	326	328	324	326	342	340	344	342	356	360	352	356
4	Фон I+K90	297	280	320	299	348	348	342	346	358	359	354	357
5	Фон I+K120	340	348	350	346	353	351	355	353	364	356	354	358
6	Контроль+ Гумистим	313	318	314	315	317	316	321	318	339	338	334	337
7	Фон I + Гумистим	322	323	318	321	346	346	352	348	354	346	344	348
8	Фон I+K60 + Гумистим	340	346	340	342	346	352	346	348	353	358	357	356
9	Фон I+K90 + Гумистим	346	352	346	348	342	350	352	348	357	361	356	358
10	Фон I+K120 + Гумистим	348	354	348	350	350	346	354	350	363	362	364	363
11	N120P90 – фон II	327	322	326	325	354	350	355	353	354	358	362	358
12	Фон II+K90	355	361	352	356	354	352	356	354	367	360	362	363
13	Фон II+K120	362	356	356	358	354	351	357	354	366	366	363	365
14	Фон II+K150	358	358	364	360	358	352	358	356	366	367	362	365
15	Фон II + Гумистим	356	354	352	354	356	353	356	355	358	354	362	358
16	Фон II+K90 + Гумистим	350	356	356	354	356	353	356	355	368	365	362	365
17	Фон II+K120 + Гумистим	355	352	358	355	356	356	362	358	374	366	364	368
18	Фон II+K150 + Гумистим	352	357	356	355	360	360	354	358	364	366	374	368

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)

3,20

1,65

1,97

НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)

6,79

3,51

4,18

Количество растений перед уборкой, шт./м² (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	240	234	240	238	266	269	263	266	289	295	295	293
2	N90P60 – фон I	262	262	268	264	288	294	288	290	311	309	316	312
3	Фон I+K60	272	266	266	268	296	292	291	293	314	323	317	318
4	Фон I+K90	270	274	266	270	308	299	284	297	321	317	316	318
5	Фон I+K120	284	281	278	281	307	308	303	306	318	324	318	320
6	Контроль+ Гумистим	256	262	256	258	278	269	257	268	306	292	296	298
7	Фон I + Гумистим	268	262	268	266	298	296	303	299	317	319	312	316
8	Фон I+K60 + Гумистим	280	283	277	280	302	306	298	302	324	318	321	321
9	Фон I+K90 + Гумистим	286	285	278	283	307	311	294	304	329	328	333	330
10	Фон I+K120 + Гумистим	286	288	284	286	316	304	298	306	336	336	330	334
11	N120P90 – фон II	273	265	269	269	316	322	319	319	325	332	321	326
12	Фон II+K90	288	298	290	292	322	318	326	322	338	332	338	336
13	Фон II+K120	296	289	294	293	330	327	321	326	337	330	341	336
14	Фон II+K150	304	302	294	300	334	329	330	331	339	339	333	337
15	Фон II + Гумистим	296	288	286	290	318	318	324	320	330	329	325	328
16	Фон II+K90 + Гумистим	294	294	288	292	331	327	329	329	338	342	337	339
17	Фон II+K120 + Гумистим	290	297	289	292	345	336	321	334	344	338	344	342
18	Фон II+K150 + Гумистим	292	298	292	294	338	326	344	336	345	341	346	344

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)

2,02

3,36

2,21

НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)

4,29

7,12

4,68

Полевая всхожесть, перезимовка и выживаемость растений в зависимости от применяемых средств химизации (2016 г.)

Вариант		Количество растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Выживаемость, %	
		при всходах	весной	перед уборкой			весенне-летняя	общая
1	Контроль	429	286	238	86	67	83	48
2	N90P60 – фон I	438	322	264	88	73	82	53
3	Фон I+K60	443	326	268	89	74	82	54
4	Фон I+K90	449	329	270	90	73	82	54
5	Фон I+K120	453	346	281	91	76	82	56
6	Контроль+ Гумистим	432	315	258	86	73	82	52
7	Фон I + Гумистим	446	321	266	89	72	83	53
8	Фон I+K60 + Гумистим	450	342	280	90	76	82	56
9	Фон I+K90 + Гумистим	450	348	283	90	77	81	57
10	Фон I+K120 + Гумистим	452	350	286	90	77	82	57
11	N120P90 – фон II	448	325	269	90	75	83	54
12	Фон II+K90	458	356	292	92	78	82	58
13	Фон II+K120	460	358	293	92	78	82	60
14	Фон II+K150	462	360	300	92	78	83	60
15	Фон II + Гумистим	460	354	290	92	77	82	58
16	Фон II+K90 + Гумистим	462	354	292	92	77	82	58
17	Фон II+K120 + Гумистим	463	355	292	93	77	82	58
18	Фон II+K150 + Гумистим	463	355	294	93	77	83	59
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		1,39	3,20	2,02				
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		2,95	6,79	4,29				

Полевая всхожесть, перезимовка и выживаемость растений в зависимости от применяемых средств химизации (2017 г.)

Вариант		Количество растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Выживаемость, %	
		при всходах	весной	перед уборкой			весенне-летняя	общая
1	Контроль	430	316	266	86	73	84	53
2	N90P60 – фон I	445	338	290	89	76	86	58
3	Фон I+K60	450	342	293	90	76	86	59
4	Фон I+K90	450	346	297	90	77	86	59
5	Фон I+K120	455	353	306	91	77	87	61
6	Контроль+ Гумистим	433	318	268	87	73	84	54
7	Фон I + Гумистим	450	348	299	90	77	86	60
8	Фон I+K60 + Гумистим	450	348	302	90	77	87	60
9	Фон I+K90 + Гумистим	450	348	304	90	77	87	61
10	Фон I+K120 + Гумистим	455	350	306	91	77	87	61
11	N120P90 – фон II	460	353	319	92	77	90	64
12	Фон II+K90	460	354	322	92	77	91	64
13	Фон II+K120	460	354	326	92	77	92	65
14	Фон II+K150	465	356	331	93	77	93	66
15	Фон II + Гумистим	460	355	320	92	77	90	64
16	Фон II+K90 + Гумистим	460	355	329	92	77	93	66
17	Фон II+K120 + Гумистим	465	358	334	93	77	93	67
18	Фон II+K150 + Гумистим	465	358	336	93	77	94	67
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		1,53	1,65	3,36				
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		3,24	3,51	7,12				

Полевая всхожесть, перезимовка и выживаемость растений в зависимости от применяемых средств химизации (2018 г.)

Вариант		Количество растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Выживаемость, %	
		при всходах	весной	перед уборкой			весенне-летняя	общая
1	Контроль	445	334	293	89	75	88	59
2	N90P60 – фон I	452	348	312	90	77	90	62
3	Фон I+K60	456	356	318	91	78	89	64
4	Фон I+K90	458	357	318	92	78	89	64
5	Фон I+K120	458	358	320	92	78	89	64
6	Контроль+ Гумистим	448	337	298	90	75	88	60
7	Фон I + Гумистим	452	348	316	90	77	91	63
8	Фон I+K60 + Гумистим	456	356	321	91	78	90	64
9	Фон I+K90 + Гумистим	459	358	330	92	78	92	66
10	Фон I+K120 + Гумистим	460	363	334	92	79	92	67
11	N120P90 – фон II	459	358	326	92	78	91	65
12	Фон II+K90	460	363	336	92	79	92	67
13	Фон II+K120	462	365	336	92	79	92	67
14	Фон II+K150	462	365	337	92	79	92	67
15	Фон II + Гумистим	459	358	328	92	78	92	66
16	Фон II+K90 + Гумистим	462	365	339	92	79	93	66
17	Фон II+K120 + Гумистим	466	368	342	93	79	93	67
18	Фон II+K150 + Гумистим	466	368	344	93	79	93	67
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		1,67	1,97	2,21				
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		3,54	4,18	4,68				

Число продуктивных стеблей, шт./м² (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	301	289	292	294	341	346	342	343	346	353	348	349
2	N90P60 – фон I	343	336	344	341	401	392	401	398	398	403	396	399
3	Фон I+K60	352	351	341	348	421	419	417	419	426	419	424	423
4	Фон I+K90	348	358	347	351	434	436	432	434	439	438	431	436
5	Фон I+K120	368	379	366	371	455	453	451	453	466	459	461	462
6	Контроль+ Гумистим	319	321	326	322	359	349	360	356	352	354	347	351
7	Фон I + Гумистим	349	352	337	346	416	409	411	412	406	403	397	402
8	Фон I+K60 + Гумистим	375	372	363	370	438	439	431	436	476	466	462	468
9	Фон I+K90 + Гумистим	372	372	384	376	441	446	439	442	478	473	471	474
10	Фон I+K120 + Гумистим	391	376	373	380	452	461	461	458	479	482	473	478
11	N120P90 – фон II	350	354	346	350	487	488	483	486	473	467	470	470
12	Фон II+K90	388	376	391	385	496	493	490	493	477	485	484	482
13	Фон II+K120	378	394	389	387	499	494	501	498	488	486	478	484
14	Фон II+K150	409	409	391	403	504	506	496	502	494	479	485	486
15	Фон II + Гумистим	379	391	379	383	495	490	491	492	474	472	461	469
16	Фон II+K90 + Гумистим	397	394	373	388	507	508	503	506	496	492	491	493
17	Фон II+K120 + Гумистим	403	402	383	396	513	515	517	515	516	521	517	518
18	Фон II+K150 + Гумистим	398	390	382	390	514	520	517	517	523	519	521	521

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)

3,97

2,02

2,15

НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)

8,41

4,28

4,57

Продуктивная кустистость, ед. (2016 г.)

Вариант		Число растений перед уборкой, шт./м ²	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость, ед.
1	Контроль	238	294	1,24
2	N90P60 – фон I	264	341	1,29
3	Фон I+K60	268	348	1,30
4	Фон I+K90	270	351	1,30
5	Фон I+K120	281	371	1,32
6	Контроль+ Гумистим	258	322	1,25
7	Фон I + Гумистим	266	346	1,30
8	Фон I+K60 + Гумистим	280	370	1,32
9	Фон I+K90 + Гумистим	283	376	1,33
10	Фон I+K120 + Гумистим	286	380	1,33
11	N120P90 – фон II	269	350	1,30
12	Фон II+K90	292	385	1,32
13	Фон II+K120	293	387	1,32
14	Фон II+K150	300	403	1,34
15	Фон II + Гумистим	290	383	1,32
16	Фон II+K90 + Гумистим	292	388	1,33
17	Фон II+K120 + Гумистим	292	396	1,36
18	Фон II+K150 + Гумистим	294	390	1,33
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		2,02	3,97	
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		4,29	8,41	

Продуктивная кустистость, ед. (2017 г.)

Вариант		Число растений перед уборкой, шт./м ²	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость, ед.
1	Контроль	266	343	1,29
2	N90P60 – фон I	290	398	1,37
3	Фон I+K60	293	419	1,43
4	Фон I+K90	297	434	1,46
5	Фон I+K120	306	453	1,48
6	Контроль+ Гумистим	268	356	1,33
7	Фон I + Гумистим	299	412	1,38
8	Фон I+K60 + Гумистим	302	436	1,44
9	Фон I+K90 + Гумистим	304	442	1,45
10	Фон I+K120 + Гумистим	306	458	1,50
11	N120P90 – фон II	319	486	1,52
12	Фон II+K90	322	493	1,53
13	Фон II+K120	326	498	1,53
14	Фон II+K150	331	502	1,52
15	Фон II + Гумистим	320	492	1,54
16	Фон II+K90 + Гумистим	329	506	1,54
17	Фон II+K120 + Гумистим	334	515	1,54
18	Фон II+K150 + Гумистим	336	517	1,54
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		3,36	2,02	
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		7,12	4,28	

Продуктивная кустистость, ед. (2018 г.)

Вариант		Число растений перед уборкой, шт./м ²	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость, ед.
1	Контроль	293	349	1,19
2	N90P60 – фон I	312	399	1,28
3	Фон I+K60	318	423	1,33
4	Фон I+K90	318	436	1,37
5	Фон I+K120	320	462	1,44
6	Контроль+ Гумистим	298	351	1,18
7	Фон I + Гумистим	316	402	1,27
8	Фон I+K60 + Гумистим	321	468	1,46
9	Фон I+K90 + Гумистим	330	474	1,44
10	Фон I+K120 + Гумистим	334	478	1,43
11	N120P90 – фон II	326	470	1,44
12	Фон II+K90	336	482	1,43
13	Фон II+K120	336	484	1,44
14	Фон II+K150	337	486	1,44
15	Фон II + Гумистим	328	469	1,43
16	Фон II+K90 + Гумистим	339	493	1,45
17	Фон II+K120 + Гумистим	342	518	1,51
18	Фон II+K150 + Гумистим	344	521	1,51
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		2,21	2,15	
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		4,68	4,57	

Урожайность зерна озимой пшеницы, т/га (2016 г.)

Вариант		Урожайность, т/га			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	2,38	2,19	2,79	2,45
2	N90P60 – фон I	3,24	3,16	3,19	3,20
3	Фон I+K60	3,32	2,86	3,51	3,23
4	Фон I+K90	3,26	3,21	3,29	3,25
5	Фон I+K120	3,11	3,30	4,26	3,56
6	Контроль+ Гумистим	2,65	2,43	2,66	2,58
7	Фон I + Гумистим	3,36	3,51	3,69	3,52
8	Фон I+K60 + Гумистим	3,74	3,53	3,71	3,66
9	Фон I+K90 + Гумистим	3,81	3,80	3,85	3,82
10	Фон I+K120 + Гумистим	4,27	4,03	4,21	4,17
11	N120P90 – фон II	3,19	3,14	4,45	3,59
12	Фон II+K90	3,72	2,98	4,47	3,72
13	Фон II+K120	3,88	3,07	4,44	3,80
14	Фон II+K150	3,33	3,23	3,70	3,42
15	Фон II + Гумистим	4,06	3,42	3,86	3,78
16	Фон II+K90 + Гумистим	4,21	4,06	4,18	4,15
17	Фон II+K120 + Гумистим	4,62	4,61	4,57	4,60
18	Фон II+K150 + Гумистим	4,82	4,73	4,85	4,80

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,16**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,34**

Урожайность зерна озимой пшеницы, т/га (2017 г.)

Вариант		Урожайность, т/га			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	2,01	1,98	2,04	2,01
2	N90P60 – фон I	2,48	2,52	2,57	2,52
3	Фон I+K60	2,93	2,76	2,98	2,89
4	Фон I+K90	3,12	2,98	3,15	3,08
5	Фон I+K120	3,29	3,34	3,28	3,30
6	Контроль+ Гумистим	2,17	2,16	2,19	2,17
7	Фон I + Гумистим	2,81	2,85	2,92	2,86
8	Фон I+K60 + Гумистим	3,24	3,28	3,33	3,28
9	Фон I+K90 + Гумистим	3,66	3,54	3,69	3,63
10	Фон I+K120 + Гумистим	3,84	3,91	3,83	3,86
11	N120P90 – фон II	3,58	3,63	3,69	3,63
12	Фон II+K90	3,73	3,82	3,94	3,83
13	Фон II+K120	4,06	4,21	4,36	4,21
14	Фон II+K150	4,37	4,52	4,69	4,53
15	Фон II + Гумистим	3,73	3,84	3,91	3,83
16	Фон II+K90 + Гумистим	4,16	4,25	4,38	4,26
17	Фон II+K120 + Гумистим	4,82	4,93	5,05	4,93
18	Фон II+K150 + Гумистим	5,33	5,56	5,74	5,54

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,04**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,09**

Урожайность зерна озимой пшеницы, т/га (2018 г.)

Вариант		Урожайность, т/га			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	2,83	2,43	2,36	2,54
2	N90P60 – фон I	3,18	3,50	3,33	3,34
3	Фон I+K60	4,20	3,83	3,48	3,84
4	Фон I+K90	4,67	4,12	3,94	4,24
5	Фон I+K120	4,53	4,46	4,69	4,56
6	Контроль+ Гумистим	2,95	2,72	2,94	2,87
7	Фон I + Гумистим	3,97	3,59	3,66	3,74
8	Фон I+K60 + Гумистим	4,18	4,13	3,78	4,03
9	Фон I+K90 + Гумистим	4,41	4,38	4,59	4,46
10	Фон I+K120 + Гумистим	4,78	4,57	4,72	4,69
11	N120P90 – фон II	3,84	3,75	3,50	3,70
12	Фон II+K90	3,75	3,87	3,63	3,75
13	Фон II+K120	3,87	3,94	4,13	3,98
14	Фон II+K150	4,29	4,38	4,56	4,41
15	Фон II + Гумистим	3,70	3,87	4,16	3,91
16	Фон II+K90 + Гумистим	4,40	3,93	4,24	4,19
17	Фон II+K120 + Гумистим	4,67	4,83	4,66	4,72
18	Фон II+K150 + Гумистим	4,78	4,86	5,15	4,93

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,11**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,24**

Объемная масса (натура) зерна озимой пшеницы, г/л (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	721	726	719	722	704	696	706	702	723	719	721	721
2	N90P60 – фон I	722	728	728	726	703	715	715	711	731	729	733	731
3	Фон I+K60	735	733	737	735	719	717	715	717	739	740	741	740
4	Фон I+K90	739	735	737	737	720	724	719	721	741	741	744	742
5	Фон I+K120	742	738	743	741	728	729	721	726	751	749	756	752
6	Контроль+ Гумистим	729	724	731	728	709	711	707	709	735	737	730	734
7	Фон I + Гумистим	742	736	739	739	722	717	715	718	745	750	746	747
8	Фон I+K60 + Гумистим	748	737	744	743	728	728	722	726	758	756	760	758
9	Фон I+K90 + Гумистим	752	746	749	749	731	732	724	729	758	762	763	761
10	Фон I+K120 + Гумистим	751	754	748	751	731	732	727	730	764	766	768	766
11	N120P90 – фон II	749	738	751	746	743	737	737	739	744	738	744	742
12	Фон II+K90	751	752	747	750	744	744	738	742	748	756	761	755
13	Фон II+K120	755	748	759	754	748	738	752	746	765	765	768	766
14	Фон II+K150	756	755	763	758	746	753	745	748	773	762	766	767
15	Фон II + Гумистим	758	763	759	760	758	752	749	753	757	759	752	756
16	Фон II+K90 + Гумистим	767	766	759	764	757	752	759	756	765	761	766	764
17	Фон II+K120 + Гумистим	764	761	773	766	763	759	755	759	767	768	763	766
18	Фон II+K150 + Гумистим	767	771	766	768	758	766	759	761	770	768	769	769

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**1,91****2,29****1,74**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**4,05****4,86****3,69**

Масса 1000 зерен, г (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	35,3	35,8	35,7	35,6	27,5	27,8	28,1	27,8	35,2	34,6	34,3	34,7
2	N90P60 – фон I	36,8	35,2	35,7	35,9	29,9	29,2	28,8	29,3	35,3	35,7	35,8	35,6
3	Фон I+K60	36,3	37,1	36,1	36,5	29,9	29,3	30,2	29,8	35,8	35,9	36,6	36,1
4	Фон I+K90	36,5	37,2	36,4	36,7	32,5	31,4	32,4	32,1	36,3	36,7	35,9	36,3
5	Фон I+K120	37,0	36,5	37,2	36,9	32,2	32,9	32,7	32,6	36,9	36,6	36,0	36,5
6	Контроль+ Гумистим	36,5	36,6	35,8	36,3	29,1	29,4	27,9	28,8	35,4	35,7	36,0	35,7
7	Фон I + Гумистим	38,9	38,4	38,2	38,5	32,2	31,8	30,8	31,6	38,2	37,9	38,8	38,3
8	Фон I+K60 + Гумистим	39,4	37,3	40,0	38,9	33,4	34,0	33,1	33,5	38,6	38,8	38,7	38,7
9	Фон I+K90 + Гумистим	38,8	40,5	38,3	39,2	34,2	34,3	32,9	33,8	38,8	39,2	38,7	38,9
10	Фон I+K120 + Гумистим	40,7	38,6	38,9	39,4	34,7	34,1	34,1	34,3	39,4	38,8	39,1	39,1
11	N120P90 – фон II	38,7	38,9	38,2	38,6	31,7	31,2	31,9	31,6	38,7	38,1	37,8	38,2
12	Фон II+K90	39,1	38,2	39,1	38,8	32,8	33,1	32,5	32,8	38,3	38,6	39,2	38,7
13	Фон II+K120	38,4	39,0	39,3	38,9	33,6	32,9	32,8	33,1	39,0	39,2	38,8	39,0
14	Фон II+K150	38,8	38,6	39,9	39,1	33,8	33,7	33,3	33,6	39,1	38,5	39,1	38,9
15	Фон II + Гумистим	39,9	41,0	39,7	40,2	36,0	35,6	35,8	35,8	40,0	39,3	40,1	39,8
16	Фон II+K90 + Гумистим	41,3	41,6	41,9	41,6	36,2	36,6	36,1	36,3	41,9	41,1	40,9	41,3
17	Фон II+K120 + Гумистим	42,1	42,2	41,4	41,9	37,2	37,1	36,1	36,8	41,1	42,2	41,8	41,7
18	Фон II+K150 + Гумистим	42,3	41,8	41,9	42,0	37,9	38,8	37,9	38,2	42,3	41,6	41,8	41,9

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,38****0,25****0,22**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,81****0,54****0,47**

Стекловидность зерна озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	52	53	51	52	48	48	47	48	54	53	53	53
2	N90P60 – фон I	53	52	53	53	49	48	48	48	54	54	53	54
3	Фон I+K60	53	54	52	53	51	50	52	51	55	54	55	55
4	Фон I+K90	54	53	53	53	52	51	51	51	56	55	55	55
5	Фон I+K120	54	54	53	54	52	52	53	52	56	56	55	56
6	Контроль+ Гумистим	53	54	53	53	51	51	52	51	55	55	56	55
7	Фон I + Гумистим	54	54	53	54	52	52	53	52	55	56	56	56
8	Фон I+K60 + Гумистим	54	54	55	54	53	52	52	52	56	57	56	56
9	Фон I+K90 + Гумистим	56	56	57	56	52	51	52	52	58	58	57	58
10	Фон I+K120 + Гумистим	55	57	57	56	52	52	51	52	60	59	60	60
11	N120P90 – фон II	55	55	56	55	53	52	53	53	55	56	55	55
12	Фон II+K90	56	57	55	56	51	52	52	52	56	56	55	56
13	Фон II+K120	54	57	57	56	54	53	54	54	55	56	55	55
14	Фон II+K150	56	56	57	56	54	54	55	54	57	58	58	58
15	Фон II + Гумистим	55	54	53	54	54	53	53	53	57	57	58	57
16	Фон II+K90 + Гумистим	57	54	57	56	53	54	54	54	58	59	58	58
17	Фон II+K120 + Гумистим	58	56	57	57	55	56	55	55	60	59	60	60
18	Фон II+K150 + Гумистим	58	59	58	58	55	55	56	55	62	62	61	62

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,53****0,33****0,32**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**1,13****0,69****0,68**

Влияние средств химизации на стекловидность зерна озимой пшеницы, %

Вариант		Стекловидность зерна, %			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1	Контроль	52	48	53	51
2	N90P60 – фон I	53	48	54	52
3	Фон I+K60	53	51	55	53
4	Фон I+K90	53	51	55	53
5	Фон I+K120	54	52	56	54
6	Контроль+ Гумистим	53	51	55	53
7	Фон I + Гумистим	54	52	56	54
8	Фон I+K60 + Гумистим	53	52	56	54
9	Фон I+K90 + Гумистим	56	52	58	55
10	Фон I+K120 + Гумистим	56	52	60	56
11	N120P90 – фон II	55	53	55	54
12	Фон II+K90	56	52	56	55
13	Фон II+K120	56	54	55	55
14	Фон II+K150	56	54	58	56
15	Фон II + Гумистим	54	53	57	54
16	Фон II+K90 + Гумистим	56	54	58	56
17	Фон II+K120 + Гумистим	57	55	60	57
18	Фон II+K150 + Гумистим	58	55	62	58
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		0,53	0,33	0,32	
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		1,13	0,69	0,68	

Массовая доля клейковины в зерне озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	23,3	23,8	23,4	23,5	27,5	27,1	27,0	27,2	24,2	23,9	23,3	23,8
2	N90P60 – фон I	24,1	23,1	23,9	23,7	27,6	27,1	27,2	27,3	24,2	24,4	24,7	24,4
3	Фон I+K60	24,0	24,5	24,1	24,2	27,4	27,4	27,1	27,3	24,6	24,0	24,9	24,5
4	Фон I+K90	24,6	24,0	24,3	24,3	27,8	27,3	27,4	27,5	24,9	24,4	25,1	24,8
5	Фон I+K120	24,5	24,5	23,9	24,3	27,9	27,7	28,1	27,9	24,8	24,8	25,8	25,1
6	Контроль+ Гумистим	24,1	23,8	23,8	23,9	27,7	27,3	27,2	27,4	24,4	24,2	24,9	24,5
7	Фон I + Гумистим	24,2	24,4	24,0	24,2	27,4	28,1	27,9	27,8	24,6	24,4	25,1	24,7
8	Фон I+K60 + Гумистим	24,5	24,3	24,1	24,3	27,6	28,0	27,5	27,7	25,1	24,7	25,6	25,1
9	Фон I+K90 + Гумистим	24,3	24,8	24,4	24,5	28,1	28,3	27,9	28,1	25,5	25,4	26,2	25,7
10	Фон I+K120 + Гумистим	25,1	24,5	24,5	24,7	28,4	28,1	28,1	28,2	26,0	25,8	26,8	26,2
11	N120P90 – фон II	25,5	25,2	25,2	25,3	28,5	28,3	27,8	28,2	25,8	27,7	26,3	26,6
12	Фон II+K90	25,5	25,6	25,1	25,4	28,3	28,1	28,5	28,3	26,5	27,6	26,3	26,8
13	Фон II+K120	26,2	26,3	26,4	26,3	28,7	28,0	28,2	28,3	25,8	26,0	26,8	26,2
14	Фон II+K150	27,1	27,5	27,3	27,3	28,6	28,8	28,1	28,5	27,2	27,2	27,8	27,4
15	Фон II + Гумистим	25,6	25,7	24,9	25,4	28,3	28,1	28,2	28,2	26,8	26,7	27,2	26,9
16	Фон II+K90 + Гумистим	25,3	25,9	25,6	25,6	28,4	28,1	28,1	28,2	27,2	26,8	27,6	27,2
17	Фон II+K120 + Гумистим	25,6	26,1	25,7	25,8	28,4	28,5	28,0	28,3	26,6	27,4	28,2	27,4
18	Фон II+K150 + Гумистим	26,1	26,4	26,1	26,2	28,6	28,1	28,2	28,3	28,2	28,0	28,4	28,2

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,15****0,13****0,25**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,32****0,27****0,53**

Число падения в зерне озимой пшеницы, с (2016-2018 гг.)

Вариант		2016 г.				2017 г.				2018 г.			
		I	II	III	среднее	I	II	III	среднее	I	II	III	среднее
1	Контроль	244	243	248	245	242	244	240	242	246	242	244	244
2	N90P60 – фон I	263	266	263	264	258	254	256	256	262	260	263	262
3	Фон I+K60	272	272	266	270	263	264	262	263	263	268	270	267
4	Фон I+K90	264	266	262	264	258	264	264	262	263	266	263	264
5	Фон I+K120	264	264	258	262	262	262	256	260	258	256	266	260
6	Контроль+ Гумистим	258	253	254	255	252	245	244	247	249	248	256	251
7	Фон I + Гумистим	268	266	270	268	257	258	256	257	263	266	263	264
8	Фон I+K60 + Гумистим	272	278	278	276	270	268	266	268	272	276	271	273
9	Фон I+K90 + Гумистим	280	276	272	276	272	264	262	266	276	267	273	272
10	Фон I+K120 + Гумистим	274	266	276	272	266	262	264	264	266	272	266	268
11	N120P90 – фон II	276	282	276	278	270	272	268	270	275	270	274	273
12	Фон II+K90	276	274	269	273	272	268	273	271	274	272	273	273
13	Фон II+K120	268	263	264	265	264	266	262	264	266	266	263	265
14	Фон II+K150	264	266	262	264	258	258	252	256	256	266	264	262
15	Фон II + Гумистим	282	278	283	281	276	272	277	275	279	274	281	278
16	Фон II+K90 + Гумистим	278	280	276	278	275	270	274	273	279	278	274	277
17	Фон II+K120 + Гумистим	277	274	274	275	272	271	276	273	280	276	275	277
18	Фон II+K150 + Гумистим	270	276	270	272	273	277	272	274	277	274	277	276

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**1,67****1,51****1,78**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**3,54****3,19****3,78**

Влияние удобрений и биопрепарата Гумистим на изменение числа падения в зерне озимой пшеницы, с

Вариант		Число падения, с			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1	Контроль	245	242	246	244
2	N90P60 – фон I	264	256	262	261
3	Фон I+K60	270	263	268	267
4	Фон I+K90	264	262	265	264
5	Фон I+K120	262	258	260	260
6	Контроль+ Гумистим	255	247	252	251
7	Фон I + Гумистим	268	257	266	264
8	Фон I+K60 + Гумистим	276	268	274	273
9	Фон I+K90 + Гумистим	276	266	273	272
10	Фон I+K120 + Гумистим	272	264	269	268
11	N120P90 – фон II	278	270	272	273
12	Фон II+K90	273	271	275	273
13	Фон II+K120	265	264	266	265
14	Фон II+K150	264	256	267	262
15	Фон II + Гумистим	281	275	279	278
16	Фон II+K90 + Гумистим	278	273	280	277
17	Фон II+K120 + Гумистим	275	273	282	277
18	Фон II+K150 + Гумистим	272	274	283	276
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)		1,67	1,51	1,78	
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)		3,54	3,19	3,78	

Сила муки озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения
и биопрепарата Гумистим

Вариант		Высота амилограммы, е.а			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1	Контроль	269	254	275	266
2	N90P60 – фон I	271	267	278	272
3	Фон I+K60	272	269	287	276
4	Фон I+K90	283	273	287	281
5	Фон I+K120	294	281	289	288
6	Контроль+ Гумистим	282	271	284	279
7	Фон I + Гумистим	341	326	343	337
8	Фон I+K60 + Гумистим	346	335	345	342
9	Фон I+K90 + Гумистим	352	337	355	348
10	Фон I+K120 + Гумистим	354	341	358	351
11	N120P90 – фон II	296	280	300	292
12	Фон II+K90	306	291	297	298
13	Фон II+K120	312	299	313	308
14	Фон II+K150	318	306	316	313
15	Фон II + Гумистим	356	342	358	352
16	Фон II+K90 + Гумистим	392	368	395	385
17	Фон II+K120 + Гумистим	422	393	439	418
18	Фон II+K150 + Гумистим	431	448	450	443

Содержание белка в зерне озимой пшеницы, % (2016 г.)

Вариант		Содержание белка, %			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	10,6	12,6	11,9	11,7
2	N90P60 – фон I	12,6	13,1	13,0	12,9
3	Фон I+K60	13,0	12,8	13,2	13,0
4	Фон I+K90	12,9	13,0	13,1	13,0
5	Фон I+K120	13,1	13,4	12,8	13,1
6	Контроль+ Гумистим	11,8	12,2	12,0	12,0
7	Фон I + Гумистим	12,8	12,7	13,2	12,9
8	Фон I+K60 + Гумистим	13,0	13,4	12,9	13,1
9	Фон I+K90 + Гумистим	13,4	13,0	13,2	13,2
10	Фон I+K120 + Гумистим	12,9	13,2	12,9	13,0
11	N120P90 – фон II	13,3	12,9	12,8	13,0
12	Фон II+K90	13,2	12,9	13,2	13,1
13	Фон II+K120	13,4	13,4	13,1	13,3
14	Фон II+K150	13,6	13,4	12,9	13,3
15	Фон II + Гумистим	13,5	13,5	13,2	13,4
16	Фон II+K90 + Гумистим	13,3	13,8	13,4	13,5
17	Фон II+K120 + Гумистим	13,8	13,4	13,9	13,7
18	Фон II+K150 + Гумистим	14,1	13,7	13,9	13,9

НСП_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,19**НСП_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,39**

Содержание белка в зерне озимой пшеницы, % (2017 г.)

Вариант		Содержание белка, %			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	11,9	12,0	11,8	11,90
2	N90P60 – фон I	12,2	12,1	12,0	12,10
3	Фон I+K60	12,0	12,1	12,2	12,10
4	Фон I+K90	12,2	12,1	12,3	12,20
5	Фон I+K120	12,3	12,2	12,4	12,30
6	Контроль+ Гумистим	12,0	11,9	12,1	12,00
7	Фон I + Гумистим	12,4	12,3	12,5	12,40
8	Фон I+K60 + Гумистим	12,7	12,6	12,8	12,70
9	Фон I+K90 + Гумистим	12,9	12,7	13,0	12,87
10	Фон I+K120 + Гумистим	13,1	12,7	12,9	12,90
11	N120P90 – фон II	12,2	11,9	12,2	12,10
12	Фон II+K90	12,3	12,2	11,8	12,10
13	Фон II+K120	12,3	12,2	12,4	12,30
14	Фон II+K150	12,3	12,3	12,6	12,40
15	Фон II + Гумистим	12,8	12,7	12,9	12,80
16	Фон II+K90 + Гумистим	13,0	12,9	13,1	13,00
17	Фон II+K120 + Гумистим	13,3	13,0	13,3	13,20
18	Фон II+K150 + Гумистим	13,4	13,3	13,5	13,40

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,07**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,14**

Приложение 24

Содержание белка в зерне озимой пшеницы, % (2018 г.)

Вариант		Содержание белка, %			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	10,8	11,8	12,2	11,6
2	N90P60 – фон I	12,2	12,4	12,0	12,2
3	Фон I+K60	12,6	12,4	12,2	12,6
4	Фон I+K90	12,5	12,6	12,4	12,6
5	Фон I+K120	12,8	12,6	12,4	12,6
6	Контроль+ Гумистим	11,6	12,2	11,6	11,9
7	Фон I + Гумистим	12,4	12,6	12,2	12,6
8	Фон I+K60 + Гумистим	12,8	12,4	12,6	12,8
9	Фон I+K90 + Гумистим	12,8	12,7	12,6	12,8
10	Фон I+K120 + Гумистим	12,8	12,6	13,0	12,9
11	N120P90 – фон II	12,8	12,6	12,4	12,8
12	Фон II+K90	12,8	12,6	13,0	13,0
13	Фон II+K120	13,2	12,8	12,4	13,0
14	Фон II+K150	12,9	13,2	12,6	13,1
15	Фон II + Гумистим	12,6	13,0	12,8	13,2
16	Фон II+K90 + Гумистим	12,9	13,2	12,6	13,3
17	Фон II+K120 + Гумистим	13,0	13,2	13,4	13,3
18	Фон II+K150 + Гумистим	13,2	13,8	13,8	13,4

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)

0,16

НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)

0,34

Приложение 25

Содержание сырой золы в зерне озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Вариант	Содержание, %			Среднее
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Контроль	1,48	1,42	1,45	1,45
N ₁₂₀ P ₉₀ – фон	1,84	1,79	1,96	1,86
Фон +K ₉₀	1,99	1,83	2,00	1,94
Фон +K ₁₂₀	2,00	1,94	2,13	2,02
Фон +K ₁₅₀	2,12	1,96	1,99	2,10
Контроль+ Гумистим	1,52	1,52	1,58	1,54
Фон + Гумистим	1,84	1,81	1,99	1,88
Фон +K ₉₀ + Гумистим	2,18	1,98	2,20	2,12
Фон +K ₁₂₀ + Гумистим	2,96	2,10	2,36	2,24
Фон +K ₁₅₀ + Гумистим	3,28	2,12	3,10	2,85

Приложение 26

Содержание сырой клетчатки в зерне озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Вариант	Содержание, %			Среднее
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Контроль	3,62	2,14	2,98	2,91
N ₁₂₀ P ₉₀ – фон	4,05	3,86	4,10	4,00
Фон +K ₉₀	4,11	3,92	4,16	4,06
Фон +K ₁₂₀	4,31	4,18	4,41	4,30
Фон +K ₁₅₀	4,52	4,26	4,63	4,47
Контроль+ Гумистим	3,86	3,23	3,81	3,63
Фон + Гумистим	4,12	3,98	4,17	4,09
Фон +K ₉₀ + Гумистим	4,66	4,32	4,61	4,53
Фон +K ₁₂₀ + Гумистим	4,70	4,46	4,73	4,63
Фон +K ₁₅₀ + Гумистим	4,76	4,53	4,78	4,69

Приложение 27

Содержание сырого жира в зерне озимой пшеницы, % (2016-2018 гг.)

Вариант	Содержание, %			Среднее
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Контроль	1,39	1,28	1,42	1,36
N ₁₂₀ P ₉₀ – фон	1,44	1,39	1,46	1,43
Фон +K ₉₀	1,45	1,42	1,48	1,45
Фон +K ₁₂₀	1,47	1,43	1,51	1,47
Фон +K ₁₅₀	1,49	1,45	1,53	1,49
Контроль+ Гумистим	1,39	1,28	1,42	1,36
Фон + Гумистим	1,46	1,43	1,55	1,48
Фон +K ₉₀ + Гумистим	1,52	1,45	1,57	1,51
Фон +K ₁₂₀ + Гумистим	1,56	1,48	1,59	1,54
Фон +K ₁₅₀ + Гумистим	1,60	1,51	1,63	1,58

Влияние удобрений и гуминового биопрепарата Гумистим
на содержание нитратов в зерне озимой пшеницы

Вариант		Содержание, мг/кг			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1	Контроль	42	35	37	38
2	N90P60 – фон I	56	46	57	53
3	Фон I+K60	55	45	56	52
4	Фон I+K90	55	44	54	51
5	Фон I+K120	54	44	52	50
6	Контроль+ Гумистим	53	42	46	47
7	Фон I + Гумистим	54	44	52	50
8	Фон I+K60 + Гумистим	53	42	50	48
9	Фон I+K90 + Гумистим	53	39	47	46
10	Фон I+K120 + Гумистим	52	39	45	45
11	N120P90 – фон II	64	48	59	57
12	Фон II+K90	62	46	55	54
13	Фон II+K120	60	44	53	52
14	Фон II+K150	58	42	51	50
15	Фон II + Гумистим	57	44	55	52
16	Фон II+K90 + Гумистим	55	42	53	50
17	Фон II+K120 + Гумистим	54	42	48	48
18	Фон II+K150 + Гумистим	52	38	46	45

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)

НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)

Удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы, Бк/кг (2016 г.)

Вариант		Повторности			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	18,05	17,97	17,98	18,00
2	N90P60 – фон I	14,22	13,86	13,32	13,80
3	Фон I+K60	9,41	9,38	8,96	9,25
4	Фон I+K90	7,48	7,57	6,85	7,30
5	Фон I+K120	6,99	6,87	7,08	6,98
6	Контроль+ Гумистим	5,85	5,58	5,46	5,63
7	Фон I + Гумистим	8,52	8,98	8,48	8,66
8	Фон I+K60 + Гумистим	7,58	7,36	7,08	7,34
9	Фон I+K90 + Гумистим	5,96	6,57	6,01	6,18
10	Фон I+K120 + Гумистим	5,09	5,56	4,98	5,21
11	N120P90 – фон II	9,41	9,37	10,26	9,68
12	Фон II+K90	7,79	7,65	7,96	7,80
13	Фон II+K120	7,30	7,34	6,69	7,11
14	Фон II+K150	6,18	5,99	6,01	6,06
15	Фон II + Гумистим	9,03	9,64	9,11	9,26
16	Фон II+K90 + Гумистим	6,59	6,76	6,75	6,70
17	Фон II+K120 + Гумистим	5,21	5,76	4,57	5,18
18	Фон II+K150 + Гумистим	3,38	2,80	3,18	3,12

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,17**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,35**

Удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы, Бк/кг (2017 г.)

Вариант		Повторности			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	16,92	15,77	16,42	16,37
2	N90P60 – фон I	12,67	11,87	12,30	12,28
3	Фон I+K60	9,71	7,65	8,98	8,78
4	Фон I+K90	8,16	6,86	7,93	7,65
5	Фон I+K120	6,33	5,93	6,46	6,24
6	Контроль+ Гумистим	10,92	10,86	9,90	10,56
7	Фон I + Гумистим	9,79	8,70	9,95	9,48
8	Фон I+K60 + Гумистим	8,27	8,20	8,88	8,45
9	Фон I+K90 + Гумистим	5,45	5,18	6,35	5,66
10	Фон I+K120 + Гумистим	6,05	5,48	7,25	6,26
11	N120P90 – фон II	10,80	8,75	11,50	10,35
12	Фон II+K90	10,57	8,48	10,56	9,87
13	Фон II+K120	8,27	7,60	8,58	8,15
14	Фон II+K150	6,90	6,20	5,80	6,30
15	Фон II + Гумистим	7,25	8,15	9,38	8,26
16	Фон II+K90 + Гумистим	6,69	6,88	8,48	7,35
17	Фон II+K120 + Гумистим	5,02	4,86	5,90	5,26
18	Фон II+K150 + Гумистим	3,12	3,20	4,18	3,50

НСР_{0,5факт.А} (Гумистим)**0,34**НСР_{0,5факт.В, АВ} (удобрения)**0,72**

Приложение 31

Удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы, Бк/кг (2018 г.)

Вариант		Повторности			
		I	II	III	среднее
1	Контроль	11,26	15,03	16,37	14,22
2	N90P60 – фон I	9,75	12,8	12,34	11,63
3	Фон I+K60	9,86	8,26	8,22	8,80
4	Фон I+K90	7,53	7,49	7,63	7,55
5	Фон I+K120	8,73	4,36	5,69	6,26
6	Контроль+ Гумистим	9,62	11,38	10,56	10,52
7	Фон I + Гумистим	10,15	9,6	9,2	9,65
8	Фон I+K60 + Гумистим	8,54	8,52	8,38	8,48
9	Фон I+K90 + Гумистим	6,91	6,18	5,63	6,24
10	Фон I+K120 + Гумистим	5,04	7,16	6,28	6,16
11	N120P90 – фон II	11,29	12,62	10,35	11,42
12	Фон II+K90	10,26	9,38	9,91	9,85
13	Фон II+K120	7,31	8,31	7,36	7,66
14	Фон II+K150	6,83	6,16	6,33	6,44
15	Фон II + Гумистим	8,92	10,47	9,26	9,55
16	Фон II+K90 + Гумистим	7,33	6,85	6,7	6,96
17	Фон II+K120 + Гумистим	4,88	7,18	5,28	5,78
18	Фон II+K150 + Гумистим	4,08	6,24	3,24	4,52
НСР _{0,5факт.А} (Гумистим)					0,65
НСР _{0,5факт.В, АВ} (удобрения)					1,37

Приложение 32

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы

Показатель	Вариант	
	контроль	N120P90 +K150 + Гумистим
Посевная площадь, га	100,0	100,0
Урожайность, т/га	1,70	3,86
Валовое производство, т	170,0	386,0
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	1445,0	3281,0
Производственные затраты, тыс. руб./га	1135,0	1534,0
Себестоимость 1 т продукции, руб.	667,6	397,4
Условно чистый доход, тыс. руб.	310,0	1747,0
Рентабельность производства, %	27,3	113,9

Научное издание

Шаповалов Виктор Фёдорович
Белоус Николай Максимович
Ториков Владимир Ефимович
Анищенко Лидия Николаевна
Поцепай Светлана Николаевна
Бельченко Сергей Александрович

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
ПШЕНИЦЫ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ
ТЕРРИТОРИИ**

Монография

ISBN 978-5-88517-370-4



Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 17.11.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 9,30. Тираж 550 экз. Изд. № 7108.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ