

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»**

Кафедра агрохимии и почвоведения

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**
по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
(направленность (профиль) подготовки «Воспроизводство плодородия
почв в условиях усиления антропогенной нагрузки»)

на тему: **«ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И
УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ В МАМАДЫШСКОМ
МУНИЦИПАЛЬНОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН».**

Магистрант



Имамеев Азат Ильдарович

Научный руководитель-
к.б.н., доцент



Гаффарова Л.Г.

Допущена к защите:

Научный руководитель магистерской
программы – д.с.-х. н., профессор



Гилязов М.Ю.

Заведующий кафедрой
д.с.-х.н., доцент



Миникаев Р.В.

Казань – 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1.Элементы питания и их роль в получении урожайности сельскохозяйственных культур	11
1.2.Баланс элементов питания	12
1.3.Повышение плодородия дерново-подзолистых почв и серых лесных почв	14
2. ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	25
2.1. Общие сведения об объекте	25
2.2.Характеристика природных условий и хозяйственной деятельности	26
2.2.1. Климат	26
2.2.2 Растительность	27
2.2.3. Рельеф	28
2.2.4. Поверхностные и грунтовые воды	28
2.2.5. Геологическое строение и почвообразующие породы	29
2.2.6. Почвы	31
2.2.7. Основные направления хозяйственной деятельности района	32
2.3. Методика исследований	36
3. СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МАМАДЫШСКОГО РАЙОНА	39
4. АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАХОТНЫХ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ	42
5. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА И КАЛИЯ И УРОЖАЙНОСТЬЮ ОЗИМОЙ РЖИ	50

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	55
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59

ВВЕДЕНИЕ

В основе реализации продовольственной проблемы лежит производство зерна. Урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых, зависит от множества природных и антропогенных факторов: от характера почвенного покрова и рельефа местности, от климатических условий, от применяемых агротехнических приемов, от биологических особенностей культуры, ее потенциальной продуктивности и в целом уровня интенсификации.

Урожайность сельскохозяйственных культур показывает характер использования основного средства производства в сельском хозяйстве - земли, ее почвенного покрова. Ретроспективный анализ выявил, что продуктивность земель постепенно повышается со времени возникновения земледелия до сегодняшнего времени.

Более высокая продуктивность обрабатываемых земель всегда была движущей силой в земледелии. На заре земледелия продуктивность пашни лишь немного превышала продуктивность естественных угодий и экосистем. Например, по данным Д. Кука (1970) в Англии до 1450 года урожайность зерновых культур была не более 5 ц/га; в период господства трехпольной системы земледелия (1650 год) она составляла 7,3 ц/га; после введения плодосмена, то есть чередования культур в севооборотах, (1800 год) - 11,2 ц/га; в период химизации (1964 год) - 41,5 ц/га (пшеница) и 36,4 ц/га (ячмень). В настоящее время в этой стране урожаи зерновых культур высокие, обычно исчисляются тоннами на гектар и достигли 8-9 т/га или 80-90 ц/га.

Простое сравнение данного временного ряда показывает, что урожайность культур возросла во времени и представляет совершенствование их возделывания. Особенно заметны скачки урожаев во второй половине двадцатого века, когда экстенсивную систему

земледелия сменило интенсивное земледелие. Теоретическая основа интенсивного земледелия была создана открытыми в 19 веке (1841 год) Ю. Либихом законами минерального питания растений и возврата отчуждаемого количества элементов питания в почву. Подъем урожайности сельскохозяйственных культур полностью связан с применением высоких доз минеральных и органических удобрений и характерен для интенсивного земледелия.

Интенсификация земледелия началась в западной Европе, США и Канаде. На территории бывшего СССР сначала она имела место в регионах достаточного увлажнения - в прибалтийских республиках, в Республике Беларусь, в северо-западных районах Российской Федерации и зоне орошаемого земледелия. Постепенно интенсивное земледелие продвигалось на восток. В Республике Татарстан по данным И.Д. Давлятшина, Н.Б. Бакирова (1999) оно началось во второй половине 1950-х годов и годом начала считается 1958 год. По данным этих авторов в 1957 году средняя скользящая урожайность яровой пшеницы составила 8,0 ц/га, в 1960 году - 8,8 ц/га, в 1970 году - 14,4 ц/га, в 1980 году - 15,8 ц/га, в 1990 году - 17,8 ц/га и 1999 году - 24,4 ц/га. Таким образом, за последние 30-40 лет урожай яровой пшеницы возрос более чем в 3 раза. Такой подъем урожайности объясняется применением высоких доз минеральных удобрений.

В нашей работе анализируется динамика ведущей зерновой культуры - озимой ржи в Мамадышском районе за 1970-2019 годы.

Одновременно рассматриваются статистические данные использованных минеральных, органических удобрений, площади известкования почв. Они также даны в форме средних арифметических показателей на районном уровне.

Использование высоких доз минеральных удобрений оказывает влияние на содержание подвижных элементов питания, в частности, на

содержании подвижного фосфора и калия, pH почвенной суспензии. Показатели агрохимического состояния пахотных почв, как и урожайность озимой ржи, имеют тенденцию возрастания от первых сроков наблюдения к концу 90-х годов и последующим снижением к последним годам. Это означает, что между ними имеется тесная положительная связь. Корреляционный анализ подтверждает изложенное.

В нашей работе использованы статистические материалы Мамадышского района.

В заключительной части работы дается анализ экономической эффективности использования удобрений, результаты работы обобщены в форме выводов. Список использованной литературы включает более 60 источников.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1.Элементы питания и их роль в получении урожайности сельскохозяйственных культур

В условиях интенсификации земледелия возникают повышенные требования к содержанию в почве элементов питания, это достигается правильным размещением посевов по лучшим предшественникам в системе севооборота, правильное применение удобрений по данным почвенной и растительной диагностики, правильное выполнение всех технологических приемов (защита почв от эрозии, накопление влаги, создание правильных условий развития культур). Элементы питания нужно рассчитывать для дальнейшего прогнозирования уровня плодородия и эффективности внесенных удобрений. Баланс питательных веществ является основой для правильного расчета доз удобрений [Оленченко, 2015]

Правильное развитие растений зависит главным образом от питания, это главный фактор их существования. Система питания растений складывается из процессов обмена между растением и окружающей средой, во время которого осуществляется переход веществ и создание сложных органических соединений в составе растительных тканей и высвобождение обратно из растений в окружающую среду. [Ягодин, 2004]. Во время роста и развития растений в организм растений попадают различные элементы. Большая часть растений состоит из воды В состав растений входит большое количество воды (примерно 70-95 %), а также сухие вещества, часть органические соединения - крахмал, сахар, жиры, клетчатка и пектиновые вещества и минеральных солей. По составу растения содержат более 70 химических элементов, в том числе 20 из которых являются необходимыми элементами питания. Процесс усвоения питательных элементов (кроме углеродного питания) в растениях

происходит в минеральной форме, поэтому нормальное развитие растений осуществляется за счет химических элементов.

Таким образом для планирования и применения удобрений необходимо знать географическую распространенность и содержание тех или иных элементов. [Господаренко, 2013]. Кроме этого нужно иметь четкое представление о содержании элементов в растениях и их лимитах. Благодаря определению дефицита мы сможем проследить правильность регулирования питательного режима почв с помощью применения органических и минеральных удобрений.

1.2.Баланс элементов питания

Под балансом элементов питания понимают показатель прогноза урожайности сельскохозяйственных культур, уровень плодородия почвы и соотношение количества внесенных элементов питания и вынос их с урожаем, при этом необходимо учитывать химическую нагрузку на почву и растения, а также окружающую природную среду.

При этом почти все элементы в составе питательных веществ, имеют между собой одну из двух форм взаимодействия (антагонистическую или синергическую). В результате, не учитывая этот фактор, могут происходить несбалансированные реакции внутри самого растения, что приводит к нарушению поступления в растениях не заменимых элементов и может вызвать гибель растений.

Расчет баланса элементов питания в почве осуществляют по разнице между поступлением и расходом. Кроме того, необходимо учитывать не только приход элементов с удобрениями и семенами и расход урожаем, но и приход с осадками, фиксацию атмосферного азота клубеньковыми бактериями и свободно живущими в почве азотфиксирующими микроорганизмами, выпадение принесенных ветром пылеватых частиц почвы, осаждение ила из воды при разливе рек в поймах. Внесение питательных веществ с минеральными удобрениями, относятся к

приходной статье баланса, а к расходной части - вынос элементов питания урожаем. Непродуктивные потери азота удобрений могут быть отнесены к потерям только азотных удобрений, это происходит за счет высвобождения его в газообразном состоянии и в результате вымывания за пределы пахотного слоя. Ежегодный вынос сельскохозяйственными растениями отдельных элементов может быть существенным (20-70 кг/га Si) [Петербургский, 1979]. Это сопоставимо с выносом макроэлементов таких как фосфор, азот и калий. Кремний и другие макроэлементы входят в состав структурообразующих почвенных элементов, которые могут влиять на уровень почвенного плодородия и ежегодный вынос в таком количестве может привести к ускоренной деградации почв. Активное применение удобрений без научно обоснованных норм и почвенных процессов может быть малоэффективен или даже вреден (Лапа, 2007).

Увеличение количества применяемых удобрений приводит к ухудшению экологической обстановки окружающей среды, поэтому необходимо соблюдать рекомендуемые дозы удобрений. В основе правильного внесения удобрений должен быть учет формы взаимодействия элементов и количество питательных элементов выносимых растением из почвы.

В последние годы распространены достаточно простые и эффективные приемы внесения различных удобрений которые приводят к увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур. Среди них можно выделить применение различных агрохимикатов для обработки семян, посадочного материала и листовые корректирующие подкормки. Обеспечение растений питательными веществами может быть недостаточной для нормального роста и развития в условиях внесения оптимальных доз удобрений. Поскольку на протяжении вегетационного периода развития растений система удобрений должна регулироваться в зависимости от жизненного цикла потребности растений элементах

питания и своевременном его обеспечении. Нехватка элементов питания в различных фазах жизни растений может вызывать снижение качества и количества урожая. Нельзя допускать снижение обеспеченности растений в критический период, поскольку это приводит к ухудшению роста и развития растений. При этом может возникать условия дефицита или псевдодефицита отдельных питательных веществ. Такой дефицит часто бывает по микроэлементам, которые растения потребляют в минимальных количествах. Само состояние растений тоже может оказывать влияние на поступление элементов питания. Решением этой проблемы может быть применение корректирующих подкормок, среди которых наиболее популярными являются листовые подкормки микроэлементами, так как их дефицит более всего нуждаются в регулировании минерального питания в период вегетации.

1.3. Повышение плодородия почв в условиях интенсивного земледелия

Создание почвенного плодородия выше исходного уровня это наиболее важно для нечерноземной зоны с низким содержанием гумуса таких как дерново - подзолистые почвы не способных при естественном состоянии в достаточном количестве использовать эффективность приемов интенсивного земледелия [Мерзлая, 2004; Лапа,2012; Наумова и др.,2012; Титова и др., 2013, Чеботарев др, 2014].

Расширенное воспроизводство плодородия почвы в интенсивном земледелии осуществляется двумя способами: вещественным и технологическим. К первому относятся применение удобрений, мелиорантов, пестицидов. Для технологического характерно улучшение агрономических свойств почвы благодаря механической обработки и в некотором количестве мелиоративные приемы. Агротехнический фон возделывания сельскохозяйственных растений оказывает больше влияние

на накопление биомассы и соотношение урожая с послеуборочным пожнивными и корневыми остатками по данным Ф.И. Левина (1972), на фоне удобрений и извести количество биомассы, поступающей в почву с пожнивными и покосными надземными остатками и корнями, в 1,5, а в ряде случаев в 2 раза больше, чем на не удобренном фоне. Использование технологических приемов направлено на то, что в современном мире недостаточно ресурсов удобрения, воды и неблагоприятная структура почвенного покрова [Минеев, 2016].

Примеры различных технологий и изменения почв в лучшую сторону благодаря различным факторам. В первом случае это естественное улучшение, а во втором благодаря применению различных технологий.

Плодородие почв является материальной и объективной основой определяющей производственное свойство почвы, при этом обладает точной количественной и качественной характеристикой. Под плодородием почв следует понимать способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности [Минеев, 2005]. Исследования почв начались совсем недавно по сравнению с тысячелетним использованием почв как средства. Основные исследования активно проводились после формирования науки «почвоведение», чуть больше ста лет.

В основу интенсивного земледелия входит охрана и воспроизводство плодородия почв. Уровень почвенного плодородия определяется экономическими и социальными возможностями страны. И обратный процесс увеличения урожайности, за счет интенсификации земледелия улучшает экономическое состояние государства. Но предстоит еще в ближайшей перспективе решить еще одну важную задачу сначала уменьшить, а затем и устранить процессы деградации почв [Нуриев и др, 2009].

Изучение взаимодействия почвы с растением и удобрениями проводятся в полевых и модельных условиях. Полевые опыты закладываются в разных почвенно-климатических зонах и на разных культурах. Продолжительные исследования позволили определить основные направления применения видов и форм удобрений, осуществить оценку эффективности норм, доз, сроков и способов внесения удобрений. Другие исследования проводились по изучению приемам углубления пахотного слоя, позволяющего создать его культурный аналог.

Основу опытного дела заложил А.Г. Дояренко (1874-1958). Он подробно изучил особенности питания растений, другие исследования были посвящены процессам денитрификации почвы, комплексному эффекту от применения минеральных удобрений, навоза, способов внесения минеральных удобрений, мелиорантов.

А.Г. Дояренко предварительно проводил тщательный анализ перед началом исследований структуры почвенного покрова, отметил особенности каждой фазы развития растений и учета главного показателя эффективности всех мероприятий это полученная урожайность сельскохозяйственных культур.

А начало применения минеральных удобрений было теоретически и практически обосновано Ю. Либихом. Первый закон или теория минерального питания заключался в том, что именно неорганическая природа доставляет растением их первоначальную пищу. Этот закон изменил представление о питании растений гумусовыми веществами Тэера и способствовал в дальнейшем за счет улучшения питания растений значительное повышение урожайности сельскохозяйственных культур, кроме этого, открытие этого закона дало перспективу промышленному производству минеральных удобрений.

После открытия второго закона Ю. Либиха (закон возврата элементов питания растений) все мировые производители

сельскохозяйственной продукции и аграрии были заинтересованы в создании сбалансированного питания растений основными макро- и микроэлементами и их восполнения в почве для устранения лимитирующего элемента.

Отсутствие своевременного восполнения лимитирующего элемента (фактора), может привести к снижению урожайности и бесполезному внесению других веществ. В агрономии такое стали называть, как - «либиховский закон минимума».

С улучшением культуры земледелия показатели урожайности сельскохозяйственных культур должны иметь положительный тренд.

Так в конце 19 в начале 20 века урожайность зерновых в России была на уровне не более 0,7-0,8 ц/га. Зависимость сельского хозяйства во многом была от природных условий региона и любые засухи приводили к неурожаям. Бурный рост сельскохозяйственного производства во второй половине 20 века способствовало увеличению урожайности зерновых в пределах 5-6 т/га. Такая динамика стала возможной благодаря применению научно-обоснованных технологий, появлением эффективных препаратов систем защиты растений, рациональному внесению минеральных органических удобрений и мелиорантов.

В нашей стране экономические трудности и отсутствие конкуренции не позволили достичь уровня зарубежных стран, долгое время сохранялось экстенсивное ведение аграрного производства, урожайность имела низкие показатели, в то время как в передовых европейских странах производители получали урожайность культур в два и более раз. Общие валовые сборы зерна были получены за счет высокого плодородия наших почв и большой площади пашни [Манжина, 2017].

В Республику Татарстан интенсификация земледелия пришла с западных регионов (Республика Беларусь, Ленинградская область). Благодаря работам Н.Л. Благовидова (1962), Т.Н. Кулаковской (1978,

1990), Н.И. Смяна (1980), В.А. Семенова (1980), Л.Л. Шишова и др. (1986, 1991) ими были разработаны теоретические основы интенсификации земледелия в которых определялись ведущие почвенные факторы, подходы и приемы для практической реализации.

В Республике были проведены научные исследования по окультуриванию почв, в результате которого наблюдалось повышение их плодородия. Такая работа была проведена на кафедре почвоведения и агрохимии КГУ и на кафедре почвоведения КСХИ, во главе с профессором М.А. Винокуровым и И.В. Утэем. М.А. Винокуров и его коллеги изучали процессы антропогенеза и его влияния на свойства почв и велась разработка мероприятий по их окультуриванию [Винокуров, Колоскова, 1942; 1969 и др]. Результатами серьезных исследований явилось издание монографии под редакцией А.В. Колосковой «Влияние окультуривания на свойства почв Волжско-Камской лесостепи» (Казань, КГУ, 1981). Ряд исследователей также проводили опыты по применению минеральных удобрений, в результате которых в печати появились монографии по азоту, фосфору и калию Волжско-Камской лесостепи [Коршунов, 1972; Казань, 1979, 1984, 1985]. Профессором И.В. Утэй КСХИ был разработан двухъярусный плуг осуществляющий коренную трансформацию профиля дерново-подзолистых почв. [Утэй, 1941; 1956].

Комплекс мероприятий при внедрении интенсивных технологий включает в себя комплекс факторов применение которых могут обеспечить реализацию потенциальной продуктивности растений: научно обоснованный севооборот; правильная система обработки почвы; высокопродуктивные сорта; нормы, сроки и способы посева; системы удобрения и защиты растений; технологический комплекс высокопроизводительных машин; организация оплаты труда и другие экономические аспекты.

Расширенное воспроизводство плодородия почв и систематический рост продуктивности земледелия не возможен без использования органических удобрений: навоза, различных видов компостов, зеленого удобрения, соломы и т.д. Одним из самых распространенных органических удобрений является навоз. В 1 т навоза содержится 0,5 кг азота, 0,25 кг фосфора и 0,6 кг калия.

Органические удобрения при применении в почве выполняют несколько эффектов это и источник запаса элементов минерального питания растений, помимо этого возрастает емкость поглощения и степень насыщенности основаниями, тяжелые почвы становятся более рыхлыми за счет улучшения структуры, а в легких (песчаные и супесчаные) улучшается связанность, увеличивается их влагоемкость и теплоемкость. Особенно эффективен перегной, он обеспечивает прибавку урожая сельскохозяйственных культур во всех природных зонах. Органические удобрения также улучшают биологические процессы в почве, повышая жизнедеятельность полезных микроорганизмов. Кроме этого навоз представляет собой биологически активное вещество, среду обитания микроорганизмов с общим количеством их до 13 кг/т. В результате их жизнедеятельности усиливается биологическая активность и в почву поступают энзимы, антибиотики, стимуляторы роста и другие органические вещества, способствующие активному росту и развитию растений.

Важна роль органического вещества в обеспечении азотного питания растений, способствующего постоянному поступлению этого биофильного элемента в зону развития корневой системы растений и предотвращению его от миграции.

Для поднятия гумуса на 0,5% нужно внести 200 т навоза. В составе гумуса представлены высокомолекулярные азотосодержащие соединения специфической природы. Гумусовые соединения имеют переменный

состав, сложный генезис требующий дальнейшего изучения. Во многом количественные их показатели зависят от генетических свойств почвы и интенсивности земледелия. Распределение гумусовых веществ по профилю не равномерно, в верхней части профиля наблюдается его аккумуляция с постепенным или резким снижением к породе. При сельскохозяйственном использовании почв с соблюдением севооборота и включением в него многолетних и бобовых трав, можно иметь положительного баланса гумуса.

Из-за недостаточного финансирования в стране со стороны государства в последние годы наблюдается резкое снижение внесения минеральных и органических удобрений, приводящее к усилению процессов дегумификации и снижению потенциального плодородия почв. Так возделывание сельскохозяйственных культур приводит к уменьшению запасов гумуса, под зерновыми культурами это значение составляет 0,3-1,2 т/га, под пропашными- 0,9-1,7, а в чистом пару- 1,5-2,5 т/га в год [Кореньков Д.А., 1990]. Так постепенное снижение содержания гумуса может приводить через 15-20 лет к сокращению его количества на 0,5- 1,5 %.

Наблюдения за содержанием гумуса в почвах Республики Татарстан активно начали проводить с 1986 года с полным циклом в 1995 году.

Так по результатам первого цикла обследования, пахотные почвы РТ имели низкий уровень содержания гумуса (более 65% пашни). В группу с высоким содержанием гумуса за этот период имело всего 17% от всей пашни. Почвы Предкамья РТ менее всего обеспечены гумусом от 1,6 до 2,6%, тогда как в черноземной зоне Закамья гумус достигает 8%. На данный момент по данным агрохимического обследования почв республики составляет в среднем 4,6-4,7%.

Максимальное количество органических удобрений было внесено в Балтасинском районе в 1986-1990 годах- 9,4 т/га, когда как в 2014 году только 7,6 т/га.

Недостаточное количество поступления органических удобрений может быть заменено альтернативными источниками улучшения гумусового состояния почв. К таковым можно отнести возделывание многолетних трав. По соотношению структуры посевов в условиях интенсивного земледелия необходимо, чтобы около 20% площади пашни было засеяно многолетними травами, еще одним эффективным методом является запашка 250-300 ц зеленой массы сидеритов, это количество сопоставимо с внесением 50 т навоза.

Основным фактором способствующим получению высокой урожайности сельскохозяйственных культур можно отнести- оптимизация почвенных режимов (питательного, водного и воздушного) для отдельных сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических условий [Николаев, 2015].

Основной задачей земледелия остается - создание благоприятных для растений физических свойств почвы с запасом продуктивной влаги. И наоборот в зонах с избыточным увлажнением необходимо проводить агротехнические и мелиоративные мероприятия способствующие уменьшению влаги в почве и улучшения аэрации [Шеин, 2017].

Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур с применением интенсивных технологий увеличивает нагрузку на почвы и усиливает вынос элементов питания, в том числе и микроэлементов, усиливая при этом подвижность питательных веществ, вызывает необходимость корректировки состава и доз применяемых удобрений.

Итоги 2018 года показывают, что выпуск минеральных удобрений в России увеличивается на 1,4% по сравнению с прошлым годом и достиг 22,866 млн. тонн. Однако почти 90% производимых удобрений

экспортируют за рубеж, у нас же под пашню вносится менее 40 кг д.в/га. В Федеральной программе страны по поддержке сельского хозяйства не предусматриваются отдельные выплаты по улучшению агрохимических свойств почвы [Дмитриев, Гамзиков, 2015].

Обеспечение растений микроэлементами осуществляется при наличии подвижных форм в почве.

Валовые же запасы микроэлементов в почве накапливаются в процессе выветривания материнских пород, а затем образуются подвижные формы преимущественно в результате почвенных процессов, в зависимости от реакции почвенного раствора, содержания гумуса и оснований, гранулометрического состава и других.

Среднегодовые объемы применения минеральных удобрений за 1964-1970 гг. составила по республике 14,9 кг д.в/га NPK, в том числе азотных-7,4; фосфорных- 4,5; калийных- 3 кг. В течение следующих годов (1991-1995 гг.) были достигнуты наиболее за все рассматриваемые годы объемы применения минеральных удобрений 114-134 кг д.в. NPK на гектар пашни. В последние годы отмечается существенное снижение применения объемов минеральных удобрений, насыщенность пашни составляет 66-80 кг д.в. NPK.

Применение минеральных удобрений должно осуществляться в сельскохозяйственном производстве на практике с помощью методов растительной и почвенной диагностики. Многочисленные исследования показали, что нормы применения элементов питания при интенсивных технологиях должны сочетаться с нормативами использования пестицидов, ретардантов, мелиорантов и других химических средств. Между химическими препаратами могут возникнуть синергитический, антагонистический и аддитивный характер взаимодействия. Эти особенности учитываются при разработке приемов использования агрохимикатов в различных технологиях [Кореньков, 1990].

Комплекс мероприятий обеспечивающий повышение плодородия дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв осуществляется при увеличении глубины пахотного горизонта, создания оптимального режима питания растений, нейтрализацией реакции среды, улучшение структуры и воздушного режима почв.

Одним из основных агромелиоративных приемов на дерново-подзолистых и светло-серых лесных почвах остается известкование, улучшающие качество среды обитания растений и в целом плодородия почв. Эффективность применения извести в этих почвах осуществляется в результате накопления оснований, улучшаются физические свойства, а также аэрация, водопроницаемость и тепловые свойства [Christensen, 1992; Zech, 2002; Riquier, 1970]. В результате улучшения реакции почвенной среды становятся благоприятными водно-воздушные свойства дерново-подзолистой почвы, что приводит к улучшению микробиологических процессов и подвижности элементов питания. В тоже время мелиорация кислых почв не может проводиться без внесения минеральных и органических удобрений, только их совместное действие улучшает физические и биохимические свойства почв [Ягодин, 1989].

На сильно дерново-подзолистых почвах содержание основных макроэлементов (азот, фосфор, калий) низкое для получения стабильных урожаев необходимо составлять систему удобрений под особенности каждой культуры. Приемы внесения минеральных удобрений необходимо осуществлять по следующей схеме: основное внесение удобрений (допосевное), припосевное (рядковое) и подкормка (послепосевное удобрение) [Мязин, 2009].

Получение стабильных урожаев определяется возвратом в почву не менее 80 % азота, 100% - фосфора и 70-80 % калия от вынесенного с урожаем растений [В.Н. Ефимов, 2002].

Помимо восполнения макроэлементов содержание микроэлементов в особенности - бор и марганец, необходимых при возделывании пропашных и масличных культур [Битюцкий, 1999].

При окультуривании дерново-подзолистых почв первоначально возникает необходимость в создании мощного пахотного горизонта, он необходим для развития мощной корневой системы растений, что определяет увеличение урожайности.

При создании культурного пахотного горизонта происходит смешивание с малоплодородным подзолистым горизонтом, обладающим неблагоприятными физическими, биологическими и химическими свойствами, что приводящими к снижению плодородия почв. Во избежание этого процесса углублять пахотный слой желательно постепенно с одновременным внесением органических удобрений. Так в результате окультуривания подзолистый горизонт может уменьшиться или исчезнуть совсем.

Не смотря на низкое природное плодородие дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв они достаточно увлажнены и после окультуривания на них можно возделывать большинство сельскохозяйственных культур, получая при этом устойчивые урожаи.

2. ОБЪЕКТ И ЕГО ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

2.1. Общие сведения об объекте

Мамадышский район РТ относится к Предкамской природно-экономической зоне.

Мамадышский район находится на северо-востоке республики Татарстан в правобережье реки Камы. На юге район граничит с Чистопольским и Нижнекамскими районами. На востоке район граничит с Елабужским районом РТ и на протяжении 7 км-е Удмуртской республикой. На западе, северо-западе и севере район имеет границу с Рыбно-Слободским, Сабинским и Кукморским районами. С севера на юг территория района протянулась на 69 км, с запада на восток на 48 км. В современных границах площадь района составляет 2600 км². Административным центром является город районного подчинения Мамадыш, расположенный на правом берегу реки Вятки в 15 км от ее впадения в Каму.

В Мамадышском районе большинство хозяйств имеет зерномясомолочное производственное направление. Более половины территорий занято под пашней, сенокосами и пастбищами. В структуре посевных площадей преобладают зерновые культуры (озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овес), картофель, а также возделывают кукурузу на силос, горох, однолетние и многолетние травы, кормовую свеклу, подсолнечник. Животноводство мясо-молочного направления (КРС, свиньи) развито при наличии довольно продуктивных лугов и пастбищ.

В районе развито лесное хозяйство, дающее деловую древесину, пиломатериалы, сырье для местной деревообрабатывающей промышленности. А также в районе развит пушной промысел и клеточное звероводство, птицеводство.

Как следует из таблицы 1, более половины сельскохозяйственных угодий занято под пашней - 93,8 тыс.га.

Таблица 1. Экспликация земель по угодьям.

Угодья	Площадь		
	Тыс.га	% от с/х угодий	% от общей.
Общая площадь	260,1	-	100
Сельскохозяйственные угодья	150,0	100	57,7
Пашня-всего	93,8	62,5	36,1
Пастбища	56,0	37,3	21,5
Кустарники	0,1	0,1	0,04
Полезащитные насаждения	0,1	0,1	0,04
Вода	4,7	-	1,8
Населенные пункты	102,0	-	39,2
Прочие земли	3,4	-	1,3

Из общей площади района 150 тыс.га занимают сельскохозяйственные земли, 102 тыс.га- населенные пункты, пастбища занимают 56 тыс.га.

2.2.Характеристика природных условий и хозяйственной деятельности.

2.2.1. Климат.

Климат Мамадышского района умеренно-континентальный с достаточным увлажнением, продолжительной и суровой зимой, жарким летом, частыми осенними и весенними заморозками, летними засухами. Район получает за год 433 мм осадков. Максимальное количество осадков (310мм) приходится на апрель-октябрь, в теплое время года больше осадков в конце лета- начале осени. Конец весны- начало лета часто засушливы, что отрицательно влияет на рост и развитие растений и урожайность сельскохозяйственных культур. В теплое время года количество осадков превышает величину испарения и определяет величину ГТК для теплого времени года- 1,04. Среднегодовая температура воздуха 2,8оС. Средняя температура января- 13,8оС, июня- +21-22оС.

Число дней с морозами -162. Но число дней без солнца 95-100. Весной происходит быстрое нарастание температур воздуха (март -6о,-8оС, апрель +2о,+4оС). К концу второй декады апреля исчезает снежный покров. Среднемесячная сумма осадков весной 50-70 мм, но в отдельные годы 140-220 мм. Лето характеризуется температурами воздуха: июнь 17,2оС, июль 19,4оС, август 17,2оС, суммой осадков за июнь-август 150 мм, продолжительностью безморозного периода в 137 дней. Температура почвы на глубине пахотного слоя повышается от мая к июню на 4-5оС, от июня к июлю на 2-3оС. Осень почти ежегодно с теплой, ясной, тихой погодой. Температура воздуха в сентябре 11,1оС, к октябрю понижается на 6-8оС. Осадков в среднем 45-50 мм в месяц, но в отдельные годы колеблется от 15-20мм до 200-220мм. Зима начинается с появления снежного покрова в конце октября, устойчивый снежный покров устанавливается в конце второй декады ноября. Среднемесячная сумма осадков 20-35мм. Высота снежного покрова 50 см, в многоснежные зимы до 70-80 см, в малоснежные- до 20 см.

Таким образом, климатические условия района позволяют выращивать только один полный урожай в год. В основном возделываются озимые и яровые зерновые культуры, картофель, кукуруза, горох, однолетние и многолетние травы и т.д.

2.2.2. Растительность.

Район входит в подзону южной тайги с характерными смешанными и хвойно-широколиственными лесами. Леса занимают 25% площади района. Три больших лесных массива находится на северо-востоке: Лубянский, в центре-Мамадышский и по правому берегу Камы- Камский. Преобладают смешанные леса: елово-пихтовые с примесью березы, дуба, липы, вяза и клена. Еловые леса занимают небольшие площади, представлены ельниками кустарниковыми и ельниками-зеленопашниками. На террасах Камы и Вятки есть пятна сосновых лесов на песчаных и субпесчаных

почвах. Широко распространены березовые и осиновые леса, значительно меньше широколиственные. Травяные ассоциации в основном представлены лугами, занятыми под сенокосами и пастбищами, они занимают четвертую часть площади сельхозугодий. Луга преобладают суходольные, возникли на месте сведенного леса, интенсивная вырубка которого началась лет 200 назад. Крупные массивы заливных лугов находятся в пойме Вятки и в поймах малых рек.

2.2.3. Рельеф.

Район расположен на юго-западном окончании Верхнекамской возвышенности, по рельефу представляет возвышенную равнину с высотами- 180-200 м абс., расчлененную речными долинами, балками и оврагами. На юге и востоке района возвышенная равнина переходит в долины Камы и Вятки. Наибольшие высоты приурочены к левобережью реки Ошмы, северо-восточные д. Васильево достигают 219 м. Наименьшие отметки рельефа находятся на юге – урез воды Куйбышевского водохранилища.

2.2.4. Поверхностные и грунтовые воды.

Небольшие реки, дренирующие территорию, берут начало на северо-западе района, текут к востоку, юго-востоку, югу, впадая в Вятку и Каму. В восточном направлении течет река Шля с левым притоком Юкачи, до правобережной поймы Вятки течет река Кумызянка. К юго-востоку течет река Ошма. К югу в Каму несут свои воды Омарка с притоком Кирмянка и река Берсут представляют собой плапоры с высотами 180-200 м абс.. Междуречье ассиметричны: их северо-восточные и восточные склоны более длинные, чем западные и юго-западные. Долины малых рек также ассиметричны: левые склоны более крупные и короткие, правые склоны имеют крутизну 3-5оС и незаметно переходят в водораздельные пространства. Реки врезаны на глубину 100-120 м, что является одной из причин сильного развития овражно-балочной сети.

Долина Вятки заходит в район правобережной частью –это коренной склон, крутой и короткий, поднимается над урезом воды до 100 м. Между Шлей и Ошмой коренной берег отсутствует и развита пойма Вятки шириной 6-7 км. Против города Мамадыш в район входит часть левобережной поймы Вятки, достигающая ширины 2-3 км. Долина Камы, входящая в район правобережной частью, состоит из поймы и фрагментов трех подпойменных террас. Пойма затоплена водами водохранилища. Участки террас сохранились у Сокольных гор и к западу от устья Омарки. Коренной берег Камы имеет относительную высоту до 100м, и почти всюду крутым уступом обрывается к воде. Левобережная пойма Камы входит в район небольшими участками против устьев Шешмы и Вятки. В районе сильно развито овражно-балочная сеть. Береговые овраги и балки в долинах Вятки и Камы имеют длину до 1км; овраги выходящие на междуречья, достигают длины 3-5 км. Овражно-балочная сеть, открывающаяся в долинах малых рек, ассиметрична. Левобережные овраги и балки более длинные и глубокие, часто вскрывая водоносные горизонты, именем постоянные водотоки. Правобережные овраги и балки имеют незначительные глубины вреза и меньшую длину.

В целом Мамадышский район имеет наибольшее в Предкамье эрозионное расчленение. Болота в районе занимают менее 1% его площади.

2.2.5. Геологическое строение и почвообразующие породы

В геологическом строении поверхности принимают участие верхнепермские отложения, представленные породами уфимского, казанского и татарского ярусов, также плиоценовые и четвертичные отложения. Выходы пород уфимского яруса известны в правом коренном берегу реки Вятки при впадении ее в Каму у села Соколки и у деревни Грохань –это красноокрашенные песчаники и глины. Буровыми

скважинами вскрыты уфимские красноокрашенные песчаники мощностью до 14-15м. Мощность уфимских отложений уменьшается с севера на юг.

Нижнеказанские отложения выходят на правом берегу Камы у Берсута и Вандовки и на правом берегу Вятки южнее Мамадыша, они представлены песчано-глинистыми породами с прослоями известняков. Верхнеказанские отложения слагают около трети территории, выходят по долинам малых рек, в коренных берегах долин Камы и Вятки. Они представлены красноокрашенными песчано-глинистыми породами, достигают мощности на Гроханском поднятии до 100м.

Междуречные пространства сложены породами татарского яруса, его нижними горизонтами, преимущественно глинами, алевроито-песчаными, пачками песчаников, красно-коричневыми глинами, переслаивающимися с алевролитами. Мощность достигает нескольких десятков метров.

Изолированными пятнами на высотах 70-130 м равнины плиоценовые отложения, представленные пресновидными аллювиальными песчано-галечниковыми, песчано-глинистыми, озерно-болотными, алевроито-глинистыми образованиями: они залегают на размытой поверхности подстилающих пород разного возраста.

Повсеместно распространены четвертичные отложения. На междуречных пространствах и на склонах водоразделов развиты элювиально-делювиальные и покровные пролювиальные образования мощностью до 5-10 и более метров. Глины, мергели и алевроито-песчаные породы нижнетатарского возраста определили в основном глинистый состав элювия водораздельных пространств. Покровные и делювиальные суглинки достигают значительной мощности на северо-восточных и восточных водораздельных склонах и на правых склонах долин малых рек. В долинах Камы, Вятки и малых рек аллювиальные отложения имеют мощность от нескольких метров до 30 м.

Район относительно беден полезными ископаемыми. Выходы довольно плотных известняков известны у Соколых гор, у Вандовки, Берсута, Кабык-Купера. К песчаникам, глинам и мергелям приурочены белебеевской свинсы нижеказанского подъяруса приурочены месторождения медной руды.

На запасы незначительны, рудосодержащие породы залегают мензовидно и имеют незначительные мощности; содержание чистой меди 3-4%. Торфяники пойм рек имеют значительные запасы торфа.

2.2.6. Почвы

Мамадышский район занимает северную часть лесостепной зоны, зональными почвенными типами которой являются дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Район находится в пределах Вятско-Камской почвенной провинции (Добровольский и др., 1998г.).

Преобладающими почвами являются серые лесные, занимающие 102,4 тыс.га или 41,6 % от общей площади сельскохозяйственных угодий. Среди них наибольшее распространение получили светло-серые лесные – 81,7 тыс.га или 33,2 %. Подтип серых лесных почв занимает 38,3 тыс.га, что составляет 15,5 %. Темно-серые лесные почвы встречаются небольшими пятнами и доля их участия в почвенном покрове незначительна – 1,8 %.

Подзолистый тип представлен дерново-подзолистым подтипом, площадь которого равна 23,4 % или 57,8 тыс.га. На выходах пермских пород формируются представители пестроцветного рода серых лесных типов почв. Общая их площадь значительна – равна 13,7 %, что составляет 33,8 тыс.га.

На элювии известняков или на переотложенных их продуктах формируются тип дерново-карбонатных почв. Высокое содержание кальция в почвообразующей породе способствует нейтрализации кислых

продуктов разложения растительных остатков, подавляя тем самым процесс оподзоливания. Таких почв в районе встречается 10,3 тыс.га или 3,5 %.

В южной части района создаются условия для формирования черноземов оподзоленных, занимающих незначительную площадь в 27 га. Доля полугидроморфных аналогов, лугово-черноземных почв, выше – 328 га или 0,5 %. В целом полугидроморфные и гидроморфные почвы (лугово-болотные, болотно-низинные) имеют в районе небольшое распространение – 1,3 тыс.га.

Аллювиальные почвы района занимают до 9,5 % от площади сельскохозяйственных угодий. Они служат в основном хорошими естественными сенокосами. Небольшие фрагменты этих почв вовлечены в распашку, чаще используются для выращивания овощных, кормовых культур.

Мамадышский район, как в целом и Предкамье, представляет собой холмистую денудационную равнину с развитой овражно-балочной сетью, а соответственно и интенсивными процессами эрозии. Так, по последним опубликованным данным [Аксанов, 2003] наличие пашни, подверженной эрозии, составляет 81,5 % от площади сельхозугодий.

Преобладающим гранулометрическим составом района являются легкосуглинистые и тяжелосуглинистые разновидности, остальные имеют ограниченное распространение.

1.2.7. Основные направления хозяйственной деятельности района

В районе пашня имеет высокий удельный вес, 62,5% территории представлено пахотными угодьями.

Сельское хозяйство района, как составная часть агропромышленного комплекса Республики Татарстан, вступило на путь

интенсификации. В таблице 3 дается динамика факторов интенсификации - сведения о внесении органических и минеральных удобрений, об известковании кислых почв. Эти данные рассмотрены за период 1976-2019 годы.

Таблица 2. Насыщенность пашни минеральными и органическими удобрениями, площади известкования и фосфоритования кислых пахотных почв в Мамадышском муниципальном районе

Годы	Минеральные удобрения, кг д.в./га	Органические удобрения, т/га	Урожайность озимой ржи, т/га
1	2	3	
1976	47,7	4,3	1,4
1977	43,3	4,0	0,5
1978	47,3	4,6	2,3
1979	47,8	3,9	1,4
1980	56,5	5,6	1,2
1981	66,3	5,5	1,1
1982	71,3	5,3	2,0
1983	77,5	5,7	1,7
1984	91,8	7,6	1,5
1985	111,8	6,8	2,1
1986	155,0	7,5	2,1
1987	160,5	8,0	1,5
1988	178,0	8,7	1,9
1989	117,5	8,8	1,7
1990	190,0	8,0	2,8
1991	200,3	8,4	2,0
1992	226,6	11,0	3,3
1993	287,2	9,1	2,4
1994	181,0	7,0	3,8
1995	123,0	7,0	2,2
1996	148,8	7,0	3,1
1997	147,6	6,9	3,8
1998	128,0	5,1	2,4
1999	104,8	3,8	2,8
2000	141,2	3,8	3,1
2001	148,0	4,2	5,9
2002	138,5	6,5	3,7

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
2003	71,4	4,6	3,9
2004	86,8	3,3	3,3
2005	80,9	2,9	2,7
2006	71,5	3,0	2,7
2007	85,3	2,8	3,0
2008	92,7	2,7	3,7
2009	80,0	4,9	3,2
2010	92,8	2,1	1,0
2011	79,8	3,1	3,0
2012	65,0	2,6	2,2
2013	71,4	3,7	3,0
2014	44,9	3,2	2,2
2015	42,2	4,0	2,2
2016	27,9	0,0	2,6
2017	74,0	1,2	2,8
2018	49,3	0,5	2,1
2019	212,6	9,4	2,4
Итого	4765,4	228,1	109,4

За анализируемый срок количество органических удобрений, внесенных на гектар пашни, колеблется от 0 до 11,0 т/га. В начальные годы наблюдения - 1979 годы насыщенность гектара пашни органическими удобрениями не превышает 5-х тонн. Максимальные показатели характеризуют 1992 год. К последним срокам наблюдения насыщенность пашни навозом уменьшается, но в 2019 году (9,4т/га) близка к максимуму.

Количество использованных минеральных удобрений в расчете на один гектар пашни в килограммах действующего вещества варьирует от 27,9 до 287 кг. Наибольшее количество удобрений приходится на первую половину 1990-х годов, минимальные количества - на первые годы наблюдения, то есть на 1970-е годы. В 1991-1993 годы каждый гектар

пашни получал в среднем более 200 кг действующего вещества минеральных удобрений, а также и в 2019 году.

Минеральные удобрения в основном представлены на 50% азотными, на 30 % фосфорными и на 20 % калийными. Примерно такое же соотношение NPK приводится в монографии Н.М. Якушкина, В.П. Васильева, Р.Н. Минниханова (1997).

Минеральные удобрения являются самым важным фактором в интенсификации земледелия. Эффективность применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры связана с минеральным питанием зеленых растений, недостаточной концентрацией химических элементов в почвах и постоянным изъятием элементов из почвы урожаем сельскохозяйственных культур. Данная проблема представляет краеугольный камень земледелия и изучается всеми агрохимиками и во всех регионах (Петербургский, 1979; Айметдинов, 1981; Гайнутдинов, 1981; Братчиков, Добрынина, 1984; Кудеяров и др., 1984; Никитишен, 1984; Сдобникова О.В., 1985; Гайсин, 1989 и др.).

К числу факторов интенсификации земледелия также относится известкование кислых почв. Площади ежегодного известкования изменяются от 0,9 до 8,0 тыс.га, максимальные показатели которых также характеризуют 1990-е годы.

Почвы пахотных угодий района в основном имеют кислую реакцию почвенной суспензии. Одним из условий получения высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур является оптимизация pH среды путем известкования почв. За годы наблюдений известкование почв производилось ежегодно, площадь варьировала от 3,9 тыс.га до 13,5 тыс. га. В последние 1990-е годы площадь известкования пахотных почв составила 3,0-8,1 тыс.га.

В условиях распространения серых лесных и дерново-подзолистых почв имеет высокую эффективность фосфоритование. При этом

происходит уменьшение кислотности пахотных почв и повышение содержания усвояемого фосфора растениями. Площади фосфоритования пахотных почв варьируют от 100 гектаров до 4200 гектаров. В последние годы эти меры улучшения пахотных почв уже не практикуются.

Для сравнения в таблице 3 приведены данные урожайности озимой ржи - ведущей продовольственной культуры. Фактическая урожайность озимой ржи колеблется по сельскохозяйственным годам. Ее колебания характеризуют следующие цифры - минимальные 1,0 т/га и максимальные 5,9 ц/га. Конечные показатели данного временного ряда наиболее высокие, например, за 1990-2009 годы представлены диапазоном 2,8-3,2 т/га. Урожайность озимой ржи и факторы интенсификации проявляют положительную связь между собой.

1.3. Методика исследований

Интенсификация земледелия в Республике Татарстан прошла определенный путь и соответственно в нашей работе проводится исторический анализ этого пути на примере Мамадышского муниципального района.

Анализ факторов интенсификации - сведений о количестве внесенных минеральных и органических удобрений, площадей известкования проведенных по материалам статистических отчетов. Данные нами взяты из отчетов по Мамадышскому району. Одновременно в районе были собраны сведения по урожайности озимой ржи. Показатели по урожайности культур отражают эффективность факторов интенсификации в конкретных природных условиях, они представлены временным рядом за период 1976-2020 годы.

Известно, что в сельском хозяйстве, его земледельческой отрасли, почва и ее ресурсы являются основным средством производства. Для характеристики почв района были использованы материалы

крупномасштабных почвенных исследований, проведенные сотрудниками ГУП “Земельно-Кадастровый центр”, и опубликованные литературные сведения (Почвы Татарии [под ред. М.А. Винокурова], Казань, 1962; Агропроизводственная характеристика почв ТАССР и их рациональное использование, 1965; Агрофизическая характеристика почв Татарии, Казань, 1968) и другие источники.

Характеристика природных условий района также проведена по опубликованным материалам (Географическая характеристика административных районов Татарской АССР, 1972; Все о Татарстане. Экономико-географический справочник [авторы М.Р. Мустафин, Р.Г.Хузеев], Казань, 1974; Климат Татарской АССР, Казань, 1983) и другие.

Для характеристики агрохимического состояния пахотных почв Мамадышского района использовались материалы агрохимических исследований, проведенных за 1976-2019 годы сотрудниками агрохимической службы республики (Давлятшин и др, 2013; Чекмарев и другие, 2015; Гаффарова и др, 2016).

В ходе анализа вышеуказанный материал, представленный в виде временного ряда, был обработан методами математической статистики (Рокицкий, 1973; Дмитриев, 1995). Обработка материала проведена на ПК, использовались соответствующие типичные программные разработки. В ходе обобщения использовались следующие статистические параметры - средняя арифметическая, среднеквадратическое отклонение, ошибка средней арифметической, коэффициент вариации. Одновременно были рассчитаны коэффициенты парной корреляции и показатели уравнений регрессии.

Известно, что урожайность сельскохозяйственных культур формируется под влиянием 3 групп факторов - почвенных, агроклиматических и хозяйственных. В наших объектах одни и те же

почвы являются ведущим средством производства и этот фактор постоянен и не оказывает влияния на уровень урожайности временного ряда. Хозяйственный и агроклиматический фактор переменны, особенно во времени. При этом показатели хозяйственной деятельности имеют закономерную тенденцию роста во времени. Лишь в последние годы - 1995-2018 годы они постепенно изменяются в сторону ухудшения, что связано с особенностями хода переходного этапа экономики нашей республики. Агроклиматические показатели - количество атмосферных осадков, температура воздуха и почвы, соотношение между теплом и воздухом циклически изменяются. Имеющаяся связь между ними и урожайностью сельскохозяйственных культур обуславливает их закономерный ход во времени. Эта связь часто затушёвывает закономерный рост урожаев, часто вводит в заблуждение в оценке тех или иных факторов хозяйственной деятельности.

3. СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МАМАДЫШСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

Почвенный покров сельскохозяйственных угодий района благоприятен для сельскохозяйственного производства – и для земледелия, и для животноводческой отрасли.

Аналитические данные основных автоморфных типов почв рассматриваются нами по результатам многолетних полевых исследований Республиканского кадастрового центра «Земля».

За прошедшие годы произошли существенные изменения и в морфологическом строении и в составе почв.

Так, за последние тридцать лет произошли и положительные изменения, в частности увеличилась мощность пахотного горизонта в среднем до 27 см, повысилось содержание подвижных элементов питания (фосфора, калия) в пахотном горизонте. Отмеченное является результатом постоянного применения фосфорных, калийных и органических удобрений, оптимизации глубины вспашки.

На фоне положительных изменений также происходят нежелательные процессы. Прежде всего, наблюдается уменьшение содержания гумуса, то есть процесс дегумификации. Этот процесс менее заметен у дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв.

Для того чтобы дать оценку уровня плодородия современного состояния нами используются оптимальные параметры почв, рассчитанные нами на основе данных соседних регионов Республики Татарстан. Результаты представлены в таблице 2.

Анализ таблицы показывает, что агрохимические свойства дерново-подзолистых и серых лесных почв не соответствуют оптимальным показателям.

Таблица 2. Оптимальные и фактические параметры агрохимических свойств пахотных почв района.

С в о й с т в о	Показатели	
	Фактические	Оптимальны е
Дерново-подзолистые почвы		
Мощность пахотного горизонта, см	22	28-30
Содержание гумуса, %	2,1	2,5-2,8
Сумма поглощенных оснований, мг/100г	19,5	25-30
Степень насыщенности основаниями, %	91	90-95
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г	7,5	25-30
Содержание подвижного калия, мг/100г	6,6	20-25
Светло-серые лесные почвы		
Мощность пахотного горизонта, см	23-25	28-30
Содержание гумуса, %	2,2-2,6	2,8-3,2
Сумма поглощенных оснований, мг/100г	15,1	20-25
Степень насыщенности основаниями, %	83-87	95-98
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г	20	30-35
Содержание подвижного калия, мг/100г	12,7	28-33
Серые лесные почвы		
Мощность пахотного горизонта, см	22-30	28-30
Содержание гумуса, %	3,4-3,6	3,5-4,0
Сумма поглощенных оснований, мг/100г	20,5-24,0	30-35
Степень насыщенности основаниями, %	91	90-95
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г	25	30-35
Содержание подвижного калия, мг/100г	21	25-30

Это означает, что они являются лимитирующими и сдерживают урожайность сельскохозяйственных культур. Свойства подтипов серых и темно-серых лесных пахотных почв, как видно из таблицы, соответствуют оптимальным параметрам и даже в отношении содержания гумуса превышает минимальные значения, но наблюдается дефицит подвижного калия.

Различия между оптимальными параметрами почвенных свойств и фактическими показателями дают следующие значения:

мощность гумусового горизонта – 1-8 см,

содержание гумуса – 0,5-1 %,

сумма поглощенных оснований, мг/100 г – до 7,7,
степень насыщенности основаниями 0,1-8 %,
содержание подвижного фосфора, мг/100 г – 0-18,
содержание подвижного калия, мг/100 г – 0-17

Разница между оптимальными и фактическими показателями отмечает направление по улучшению почвенного плодородия агрохимических свойств пахотных почв. Оптимизация агрохимических свойств почв означает их исключение из списка свойств, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур.

Разница между оптимальными и фактическими показателями отмечает направление по воспроизводству почвенного плодородия. Оптимизация агрохимических свойств пахотных почв означает их исключение из списка свойств, снижающих урожайности культур. Оптимизация почвенных свойств включает следующее:

1. Внесение органических удобрений в форме навоза, торфа, измельченной соломы в целях достижения положительного баланса по гумусу.

2. Внесение минеральных удобрений выше отчуждаемого их количества урожаем культур.

3. Насыщение севооборотов многолетними травами.

4. Оптимизация соотношения между животноводством и земледелием.

4. АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ

Систематические мероприятия по интенсификации земледелия в Республике Татарстан осуществляются в жизнь с конца 1950-х и начала 1960-х годов. Ведущими факторами интенсификации земледелия являются применение минеральных и органических удобрений, известкование кислых почв и увеличение мощности пахотного горизонта. До реализации мероприятий по интенсификации земледелия проводилась большая научная работа, были заложены опыты по применению минеральных удобрений, испытывались различные подходы и приемы по углублению пахотного горизонта в зависимости от природных особенностей почв.

Теоретические основы интенсификации земледелия были заложены законами Ю.Либиха - законом минерального питания растений и законом возврата элементов питания в почву. Фактически закон минерального питания растений перевернул существовавшее представление о питании растений гумусовыми веществами А.Тэера и указал путь улучшения питания растений за счет внесения минеральных солей. Именно открытие Ю.Либихом закона минерального питания растений дало толчок к созданию и применению минеральных удобрений.

Второй закон Ю. Либиха - закон возврата элементов питания означает, что элементы питания, входящие в состав продукции, то есть урожая, должны быть возвращены почве, той среде, из которой происходит отчуждение элементов питания.

Интенсификация земледелия в практику сельского хозяйства внедрялась там, где элементы питания были недостаточны для получения высоких урожаев, а другие - тепловые и водные ресурсы благоприятны для формирования продукции. Кроме того для проведения интенсивного

земледелия нужны минеральные удобрения, почвообрабатывающие орудия и другие технические средства. Все это означает, что интенсификация земледелия имела начало в развитых западноевропейских странах и постепенно охватила обширные территории.

В Республику Татарстан интенсификация земледелия пришла с западных регионов - из Республики Беларусь, прибалтийских республик, из северо-западного региона (Ленинградская область). Благодаря работам Н.Л. Благовидова (1962), Т.Н. Кулаковской (1978, 1990), Н.И. Смеяна (1980), В.А. Семенова (1980), Л.Л. Шишова и др. (1986,1991) были разработаны теоретические основы интенсификации земледелия, установлены ведущие почвенные факторы, подходы и приемы практической реализации.

В Республике Татарстан научные исследования по данной проблеме проводятся давно и под названием окультуривания, то есть направленного повышения плодородия почв, понимается как углубление пахотного горизонта, применение удобрений в условиях дерново-подзолистых и серых лесных почв. Указанные вопросы детально изучались на кафедре почвоведения и агрохимии Казанского государственного университета и на кафедре почвоведения Казанского сельскохозяйственного института. В Казанском университете эти работы возглавлял профессор М.А. Винокуров, а в Казанском государственном сельскохозяйственном институте И.В. Утэй. В работах М.А. Винокурова и его сотрудников главное внимание уделяется изменению почвенных свойств в процессе освоения почв под пашню и дальнейшего их окультуривания (Винокуров, Колоскова, 1942; 1969 и др.). Результаты этих исследований получили обобщение в монографии коллектива авторов под редакцией А.В. Колосковой "Влияние окультуривания на свойства почв Волжско-Камской лесостепи" (Казань, КГУ, 1981). Следует также отметить работу М.А. Коршунова (1972) где на примере полевых

опытов анализируется эффективность минеральных удобрений и приемов окультуривания почв.

В Казанском государственном сельскохозяйственном институте профессор И.В. Утэй предложил коренную переделку профиля дерново-подзолистых почв путем ярусной вспашки (Утэй, 1941; 1956).

Таким образом, научные исследования заложили теоретические основы интенсификации. В настоящее время она реализуется на практике. На конкретном материале нашего района проведем анализ агрохимического состояния пахотных почв.

Насыщенность пашни минеральными удобрениями в 1976 году составила 47,7 кг д.в. на гектар. В дальнейшем количество минеральных удобрений, внесенных на гектар пашни, возросло и в 1993 году достигло максимальной величины – 287,2 кг д.в. В настоящее время насыщенность пашни минеральными удобрениями не превышает 100 кг д.в. на гектар. Так, в 1990 и 2000 годах соответственно было внесено 190 и 141,2 кг д.в. удобрений.

Насыщенность каждого гектара пашни органическими удобрениями варьирует от 0 до 11 т/га. Такая доза органических удобрений недостаточна для создания бездефицитного содержания гумуса в пахотных почвах. Вместе с тем применение минеральных удобрений, особенно в сочетании органическими несколько сдерживает процессы дегумификации, происходящие в пахотных почвах под агроценозами, особенно под пропашными культурами.

На основе статистических материалов по использованию под пашню агрохимикатов и по урожайности озимой ржи рассмотрим упрощенный вариант баланса элементов питания.

За 44 года (1976-2019 г.) один гектар пашни района произвел 109,4т зерна. Посевной материал составляет 8,8т. Продукция без посевного материала равна 100,6т.

По данным А.А. Зиганшина, В.Н. Фомина, В.П. Владимирова (1990) 1 тонна урожая ржи с соответствующей побочной продукцией (зерно:солома = 1:1,5) выносит 30 кг азота, 12 кг фосфора и 18 кг калия. Общее количество отчуждаемого урожаем азота равно 3018 кг, фосфора - 1207 кг, калия – 1810,8 кг.

За этот период общее количество внесенных минеральных удобрений составляет 4765 кг д.в. При соотношении N:P:K = 50:30:20 (Якушкин, Васильев, Минниханов, 1997) каждый гектар пашни получил 2382 кг азота, 1429 кг фосфора и 953 кг калия.

Одна тонна навоза после 4-х месячного хранения содержит 6 кг азота, 4,3 кг - фосфора и 7,2 кг калия (Агрохимия, 1989). При общем количестве навоза 228,1 т/га соответственно в почву вносится:

азота – 1369 кг; фосфора - 981 кг; калия - 1642 кг.

Таким образом, баланс элементов питания дает следующую картину (табл. 3).

Таблица 3. Баланс элементов питания за 1976-2019 годы в
Мамадышском районе

Показатели	Всего, д.в.	Азот, д.в.	Фосфор, д.в.	Калий, д.в.
Положительные статьи баланса				
1. Минеральные удобрения -NPK= 5:3:2	4765	2382	1429	953
2. Органические удобрения 228,1 т/га: N-0,6; P ₂ O ₅ - 0,43; K ₂ O - 0,72%	3992	1369	981	1642
Осадки, фиксация микроорганизмами, кг д.в.	880	880	-	-
Всего	9637	4631	2410	2595
Отрицательная статья баланса				
Отчуждение с урожаем 100,6т; N:P:K = 3:1,2:1,8	6036	3018	1207	1811
Баланс (положительный + и отрицательный -)	+3600	+1613	+1203	+784

Расчеты показывают, что по району наблюдается положительный баланс по всем макроэлементам. Так, в пределах гектара пашни имеется положительный баланс по азоту до 1613 кг за наблюдаемый период. Безусловно, из-за растворимости азотных удобрений азот не накапливается в пахотном слое. Этот элемент отчуждается за счет процессов денитрификации, за счет происходящего нисходящего потока влаги и поверхностного стока ранней весной. В данном случае имеет место загрязнение окружающей Среды соединениями азота, что ведет к нарушению равновесной ситуации в природе. Вместе с тем избыток использованных азотных удобрений может накапливаться в овощной продукции, что, как правило, ведет к ускорению процессов гниения овощей или даже к отравлению людей.

По приведенным данным каждый гектар пашни получил 1203 кг фосфора. Фосфор является малоподвижным элементом из-за трудной растворимости его соединений, что подтверждает аккумуляцию фосфорных соединений.

Аналогичная ситуация складывается по калию, этот элемент имеет положительный баланс на 787 кг.

Выше приведенный анализ показывает, что в пахотных почвах может иметь место постепенное повышение содержания подвижного фосфора и калия.

Изложенное выше подтверждается фактическим материалом исследования агрохимических свойств района (табл.4). По данным первого тура обследования (1967 г.) почвы района в основном имеют низкую (51,3%) степень обеспеченности фосфором. Доля участия почв со средней степенью обеспеченности равна 28,1%. По мере усиления интенсификации постепенно растет удельный вес средней, затем повышенной и в последнем туре (2019 г) высокой степени обеспеченности подвижным

фосфором. За эти годы также возрастает средневзвешенное содержание подвижного фосфора от 70,0 до 144,2 мг/кг почвы.

Таблица 4. Динамика содержания подвижного фосфора в пахотных почвах Мамадышского района, % от площади обследования

Туры обследования и годы	очень низкая	низкая	средняя	повы- шенная	высо- кая	очень высо- кая	средневзв. Р ₂ О ₅ , мг/кг
I - (1969)	13,8	37,5	28,1	12,5	6,4	1,7	70,0
II - (1977)	8,9	25,3	32,1	19,1	13,9	0,7	88,2
III - (1984)	1,8	10,7	35,9	25,6	24,1	1,9	116,2
IV - (1990)	2,0	8,8	32,6	24,3	27,5	4,8	125,4
V - (1993)	0,7	4,6	22,9	19,5	37,3	15,0	155,5
VI - (2000)	0,9	8,4	25,4	28,2	25,6	11,5	137,5
VII - (2006)	1,6	10,4	26,3	22,9	24,8	14,0	137,0
VIII - (2011)	1,7	8,4	25,0	21,9	26,6	16,4	143,6
IX - (2019)	1,3	7,2	24,2	24,2	26,4	15,1	144,2

Содержание калия в земной коре и почвах высокое, его кларк в литосфере равен 2,6%, в почвах - 1,36%. Однако в условиях промывного типа водного режима почв содержание подвижного калия изменяется в широком диапазоне, что подтверждается данными агрохимических исследований (табл. 5).

Таблица 5. Динамика содержания подвижного калия в пахотных почвах Мамадышского района, % от площади обследования

Туры обследования и годы	очень низкая	низкая	сред- няя	повы- шенная	высо- кая	очень высокая	Средневзв. К ₂ О, мг/кг
I - (1969)	2,4	18,3	44,6	29,5	5,2	0,0	110,0
II - (1977)	1,3	15,5	45,7	29,8	7,7	0,0	115,0
III - (1984)	1,2	11,4	34,2	38,8	12,4	2,0	129,0
IV - (1990)	1,4	12,3	37,0	36,0	10,3	3,0	126,0
V - (1993)	0,0	9,0	32,7	38,3	13,3	6,7	138,3
VI - (2000)	0,5	7,9	31,8	41,4	14,3	4,1	137,0
VII - (2006)	0,3	7,1	30,3	34,0	17,5	4,9	141,3
VIII - (2011)	-	9,0	32,7	38,3	13,3	6,7	140,1
IX - (2019)	0,4	5,6	27,2	35,2	22,3	7,7	150,2

В отличие от подвижного фосфора калий имеет небольшие темпы ежегодного прироста. За 52 года содержание обменного калия повышается с 110 до 150,2 мг/кг. Ежегодный прирост составляет 0,77 мг/кг.

В первом туре в составе пахотных угодий преобладают почвы со средней степенью обеспеченности калием (44,6%). Данная ситуация сохраняется до конца 1980-х годов. Переломным моментом является VI тур, где удельный вес почв с повышенным содержанием подвижного фосфора возрастает до 41,4%. В VI туре повышенная степень в содержании подвижного калия уже преобладает. Средневзвешенное содержание подвижного калия возрастает от первого тура к последнему от 110 до 150,2 мг/кг почвы.

pH почвенной суспензии является важным критерием для роста и развития сельскохозяйственных культур. В почвах промывного типа водного режима pH водной суспензии показывает обычно кислую реакцию и имеет тенденцию подкисления под воздействием природных процессов. Почвы района в основном имеют слабокислую среду, доля этих почв составляет 45,1% (табл. 6). Вместе с тем высока доля участия среднекислых (25,0%) и близкой к нейтральной среде почв (19,0%). Трансформация одной группы кислотности почв в другую происходит между турами.

По итогам I тура пахотные угодья имели средневзвешенные показатели pH, равные 5,4. В последнем туре преобладают близкие к нейтральной почвы – 30,1 %, группы почв с нейтральной степенью кислотности занимают 28,0% от всей пашни. Доля участия почв со средней степенью кислотности значительна (13,8%), сильной - небольшая (4,3%).

Исследования выявили слабовыраженную тенденцию расширения площадей почв с кислотностью близкой к нейтральной, нейтральной среде и с сильной степенью кислотности.

Таблица 5. Динамика кислотности в пахотных почвах Мамадышского района, % от площади обследования

Туры обследования и годы	Степень кислотности						средне- взве- шенная рН
	очень кислая	сильно- кислая	средне- кислая	слабо- кислая	близ- кая к нейтр.	нейт- ральная	
I - (1969)	0,0	0,6	16,8	48,8	21,8	12,0	5,4
II - (1977)	0,0	2,0	19,3	41,4	21,7	15,6	5,4
III - (1984)	0,0	1,9	21,8	43,9	20,6	11,8	5,4
IV - (1990)	0,0	5,7	27,5	36,4	18,1	12,3	5,3
V - (1993)	0,0	8,0	24,2	30,2	19,7	17,9	5,3
VI - (2000)	0,0	6,8	22,0	32,4	24,2	14,6	5,3
VII - (2006)	0,0	5,6	17,6	28,4	24,7	23,7	5,4
VIII - (2011)	0,0	5,9	18,0	25,6	25,0	25,5	5,5
IX - (2019)	0,0	4,3	13,8	25,6	30,1	28,0	5,5

Этому способствовали имеющие место процессы эрозии, углубление пахотного горизонта, с одной стороны, и применение физиологически кислых минеральных удобрений, с другой. Средневзвешенные показатели рН от I до IX туров варьируют в небольшом диапазоне - 5,3-5,5, максимальные показатели характеризуют последний тур, а минимальные - IV- VI. Наблюдаемое подкисление пахотных почв сдерживается за счет роста площадей мелиорации почв известью.

СВЯЗЬ МЕЖДУ АГРОХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И УРОЖАЙНОСТЬЮ ОЗИМОЙ РЖИ.

В данной главе анализируется связь между агрохимическими показателями пахотных почв и урожайностью озимой ржи. Фактический материал был получен в районном управлении сельского хозяйства. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы этот материал был обобщен, что было рассмотрено в предыдущих главах. Основные полученные показатели приводятся в таблице 6.

Интегральным показателем интенсификации земледелия является уровень урожайности сельскохозяйственных культур. В условиях Предкамской зоны Татарстана ведущей продовольственной культурой является озимая рожь и соответственно ее показатели лучше остальных культур характеризуют состояние земледелия и аграрного сектора в целом.

В таблице 6 представлена фактическая урожайность озимой ржи за 1976-2019 годы. Фактическая урожайность озимой ржи варьирует по годам, диапазон колебания составляет 0,5-5,9 ц/га. Ведущим фактором варьирования являются почвенно-климатические условия, поэтому в динамике урожая озимой ржи имеются спады, резкие подъемы, что затрудняет оценивать продуктивность сельскохозяйственных полей.

Урожайность озимой ржи за исследуемый срок имеет тенденцию роста, что подтверждается приуроченностью высоких урожаев к последним годам наблюдения. Так, урожайность озимой ржи за 1996-2004 годы изменяются в узком и более высоком диапазоне - 3,1-5,9 т/га.

До рассмотрения корреляционного анализа приведем статистические параметры урожайности озимой ржи (фактической), содержания подвижных элементов - фосфора и калия (табл. 6).

Таблица 6. Насыщенность пашни удобрениями и урожайность озимой ржи

Годы	Минеральные удобрения, кг д.в./га	Органические удобрения, т/га	Урожайность озимой ржи, т/га
1	2	3	4
1976	78,8	119,5	1,4
1977	82,1	118,5	0,5
1978	85,4	117,5	2,3
1979	88,6	116,5	1,4
1980	91,9	115,5	1,2
1981	95,2	114,6	1,1
1982	98,5	113,7	2,0
1983	101,8	112,8	1,7
1984	106,1	115,2	1,5
1985	110,4	117,5	2,1
1986	114,6	119,8	2,1
1987	119,9	122,1	1,5
1988	123,1	124,3	1,9
1989	127,5	127,0	1,7
1990	131,8	129,6	2,8
1991	136,2	132,2	2,0
1992	140,5	134,8	3,3
1993	144,8	137,4	2,4
1994	147,9	137,6	3,8
1995	151,2	137,8	2,2
1996	154,3	138,0	3,1
1997	157,5	138,2	3,8
1998	160,7	138,4	2,4
1999	156,5	136,6	2,8
2000	152,3	134,8	3,1
2001	148,1	133,0	5,9
2002	144,0	131,2	3,7
2003	139,9	129,4	3,9
2004	138,4	128,5	3,3
2005	136,9	127,6	2,7
2006	135,4	127,7	2,7
2007	133,8	125,8	3,0
2008	132,5	134,0	3,7
2009	133,4	136,8	3,2
2010	134,9	138,3	1,0

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
2011	136,4	139,8	3,0
2012	136,8	139,7	2,2
2013	137,1	137,0	3,0
2014	137,5	136,4	2,2
2015	138,8	139,2	2,2
2016	140,2	141,9	2,6
2017	141,5	144,7	2,8
2018	142,9	147,4	2,1
2019	144,2	150,2	2,4
Итого	-	-	109,4

Фактическая урожайность озимой ржи за 1976-2019 годы имеет среднюю арифметическую равную 2,49 ц/га. Коэффициенты вариации высокие, соответственно для фактической урожайности составляет 44,6 %. В динамике фактической урожайности эта закономерность слабо проявляется. Поэтому ниже она нами не рассматривается.

Содержание подвижных форм фосфора и калия также возрастает от первых сроков наблюдения к последним срокам определения. Так, диапазон содержания подвижного фосфора равен 78,8-144,2 мг/кг почвы, диапазон содержания подвижного калия - 119,5-150,2 мг/кг. Коэффициенты вариации соответственно составляют 31,2 и 13,9%. Средняя рН солевой суспензии 5,4. Насыщенность пашни минеральными и органическими удобрениями варьирует от 27,5 до 287,2 кг/га. При этом средняя насыщенность минеральными удобрениями составляет 108,3 кг/га при коэффициенте варьирования 65,2%. Каждый гектар пашни за годы исследования получил 5,2 т/га навоза. Диапазон ежегодно внесенного навоза составляет 0-11 т/га. Максимальные его показатели характеризуют 1990-е годы. Коэффициент вариации равен 33,5%.

Площадь ежегодно известкованной пашни по району составляет от 3,8 до 13,5 тыс. га, средняя площадь равна 5,52 тыс.га, коэффициент вариации - 62,7%.

Анализированные статистические параметры показывают, что урожайность озимой ржи может иметь тесную взаимосвязь с содержанием подвижного фосфора и содержанием подвижного калия. Эти же показатели исключают возможность тесной корреляции урожайности озимой ржи с количеством использованных минеральных удобрений, площадью известкования и рН солевой вытяжки.

Прогноз коэффициентов корреляции через статистические параметры подтверждается расчетами (табл. 7).

Наиболее тесная связь существует между урожайностью озимой ржи и содержанием подвижного калия и фосфора, коэффициенты корреляции соответственно равны 0,63 и 0,44. Между урожайностью озимой ржи и остальными факторами корреляционная связь менее тесная и статистически достоверна. Коэффициенты корреляции колеблются от 0,44 до 0,63.

Корреляционный анализ также подтверждает тесную связь между содержанием подвижных элементов питания - фосфора, калия и количеством внесенных минеральных удобрений, коэффициент корреляции - 0,27-0,63.

Вместе с полученными коэффициентами корреляции также получены уравнения регрессии (табл. 7).

Таблица 7. Уравнения регрессии между факторами и урожайностью озимой ржи

У	X	R	Уравнения регрессии
Уф	P ₂ O ₅	0,63	Уф = 0,0285 x P ₂ O ₅ -1,20
Уф	K ₂ O	0,44	Уф = 0,0433 x K ₂ O - 3,16
Уф	Мин.уд.	0,27	Уф = 0,0045 x Мин.уд. +1,99

Эти уравнения достаточны для прогнозирования урожайности по данным обеспеченности агрохимическими свойствами - содержанием подвижного фосфора и калия. Например, для среднего значения подвижного фосфора (118,9 мг/кг) и максимального значения калия (148,2 мг/кг) прогнозируемая урожайность равна:

$$Уф = 0,0285 \times 118,9 - 1,20 = 2,18 \text{ т/га};$$

$$Уф = 0,0433 \times 148,2 - 3,16 = 3,23 \text{ т/га}.$$

Расчетные показатели урожайности близки с фактическими урожайными данными.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Наша выпускная квалификационная работа представляет анализ урожайности озимой ржи, внесенного количества минеральных и органических удобрений, агрохимических свойств - содержания подвижных фосфора и калия в пахотных почвах Мамадышского муниципального района за период с 1976 года по 2019 год. Соответственно экономическая эффективность рассматривается для района за этот же период и относительно одной культуры - озимой ржи.

Контрольной точкой отчета взята урожайность озимой ржи за первые годы агрохимического обследования, где средняя урожайность озимой ржи равна 2,49 ц/га. Для разделения общего количества минеральных удобрений использовано соотношение N:P:K = 50:30:20. Это соотношение приводится в монографии Н.М. Якушкина, В.Б. Васильева, Р.Н. Минниханова (1997).

В расчетах экономической эффективности использованы следующие нормативные установки, применяемые в 2019 году на 1 тонну действующего вещества. Нормативные показатели получены с учетом НДС и железнодорожного тарифа.

В расчетах были использованы нормативные установки за 2019 год.

Аммиачная селитра (д.в. -34,4%) - 13800 рублей;

Двойной Суперфосфат (д.в.- 49%) - 26900 рублей;

Хлористый калий (д.в.- 60%) - 16500 рублей;

Затраты на внесение 1 тонны д.в. удобрений составляют за аммиачную селитру – 1870 рублей; за двойной суперфосфат – 5170 рублей; за хлористый калий – 1530 рублей.

Стоимость 1 тонны подстилочного навоза – 170 рублей;

Затраты на внесение 1 тонны подстилочного навоза – 140 рублей;

Закупочная цена 1 тонны озимой ржи - 7000 рублей;

За изучаемый период под сельскохозяйственные культуры внесено 4765 кг д.в. минеральных удобрений, 228,1 т/га навоза. За этот период урожай озимой ржи с одного гектара составил 109,4т/га. Урожай контрольного варианта составляет 1,4 т/га или 61,6 т/га. Прибавка урожая за счет применения удобрений составила 47,8 т/га.

Результаты наших расчетов показывают, что в условиях Мамадышского муниципального района применение минеральных и органических удобрений имеет среднюю прибыль и нормальную рентабельность. За 44 года сумма чистого дохода составляет 163638 рублей. Без учета стоимости органических удобрений (202415 руб.) Рентабельность применения удобрений соответственно равна 0,95% и 15,3 % без стоимости навоза.

Из таблицы 8 видно, что большая часть затрат на применение минеральных удобрений приходится на стоимость самих удобрений.

Результаты агрохимических исследований показывают, что за счет применения минеральных удобрений идет постоянное повышение элементов питания в пахотных почвах и рост урожаев с/х культур.

Таблица 8. Экономическая эффективность минеральных и органических удобрений под озимую рожь (1976-2019 годы), рубл.

Показатель	Затраты на, рубл.					
	Удобрения			Внесение		Итого
	Внесен о, т, д.в.	Стои- мость 1т д.в.	удобре - ний	Внесен ие 1тд.в.	Всего	
Минеральные удобрения - 4765 кг д.в.						
Азотные (нитрат аммония)	2,382	13800	32878	1870	4454	37332
Фосфорные (суперфосфат)	1,4295	26900	38453	5170	7284	45737
Калийные (хлористый калий)	0,953	16500	15724	1530	1458	17182
Минеральные удобрения всего	4,765	-	87055	-	13196	100251
Органические удобрения - навоз – 228,1 т						
Навоз подстилочный	228,1	170	38777	140	31934	70711
Итого минеральных и органических удобрений			125832		45130	170962
Итого минеральных и органических удобр. (без стоимости навоза)						132185
Озимая рожь за 1976-2019 годы, т/га						
Сбор урожая по району	109,4	7000	765800			
Сбор урожая по контролю	61,6					
Прибавка урожая	47,8	7000	334600			334600
Прибыль от применения удобрений						163638
Прибыль от применения удобрений без стоимости навоза						202415

Поэтому для поддержания почвенного плодородия следует возмещать вынесенные из почвы элементы урожаем. Также следует вносить органические удобрения. Они повышают содержание органического вещества - гумуса, эффективность использованных минеральных удобрений.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Мамадышский район Республики Татарстан занимает северную часть лесостепной зоны Предкамья, где преобладающими почвами являются серые лесные тяжелого гранулометрического состава, что определяет особенности применения и эффективности минеральных и органических удобрений, отражается на ходе интенсификации земледелия. Они выражены в следующем.

1. За последние 44 года каждый гектар пашни получил 4765 кг действующего вещества минеральных удобрений, 228,1 т органических удобрений в виде навоза.

2. Применение органических и минеральных удобрений повысило продуктивность озимой ржи. Прибавка урожая за 1976-2019 годы составила 47,8 т/га. За 1976-2019 годы средняя урожайность озимой ржи составила 2,5 т/га.

3. Интенсивное использование минеральных и органических удобрений определило положительный баланс всех макроэлементов питания - азота, фосфора и калия, что отразилось на динамике содержания фосфора от 49 до 181,6 мг/кг, на динамике подвижного калия - от 92 до 148,2 мг/кг.

4. Ход изменения урожайности озимой ржи, динамика содержания подвижных форм элементов имеют тесную корреляционную связь между собой. Коэффициенты корреляции между ними статистически достоверны и тесны - 0,44-0,63.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашев В.Д., Светлакова Е.В., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.Д.. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой ржи// Аграрная наука ЕвроСеверо-Востока. 2014. № 4. С. 26-30.
2. Агроклиматические ресурсы Татарской АССР. Ленинград, 1974. 127с.
3. Агропроизводственная характеристика почв Татарии и их рациональное использование. Казань, 1968. 208с.
4. Агрохимия. Под редакцией Б.А.Ягодина. М., 1989. 656с.
5. Айметдинов А.М. Удобрение и плодородие земли. Казань, 1981. 126с.
6. Алиев Ш.А., Шакиров В.З. Изменение основных агрохимических показателей почв пашни Республики Татарстан за период с 1965 по 1995 годы. //Эколого-агрохимические, технологические аспекты развития земледелия Среднего Поволжья и Урала (Тезисы докладов конференции, посвященной 75-летию кафедры агрохимии и почвоведения Казанской государственной сельскохозяйственной академии). Казань, 1995. С. 91-92.
7. Бараш И.С. История неурожая и погоды в Европе (по XVI в.н.э.). Л., Гидрометеиздат, 1989. 236с.
8. Благовидов Н.Л. Качественная оценка земель и их рациональное использование. Л., 1962.
9. Братчиков В.Г., Добрынина И.П. Проблемы фосфора в почвоведении и земледелии. В кн.: Фосфор в почвах Волжско-Камской лесостепи. Казань, 1984. С. 4-12.
10. Винокуров М.А., Колоскова А.В. Роль навоза и подпахотных горизонтов в создании мощного культурного слоя в подзолистых почвах. Почвоведение, 1942, № 56.

11. Винокуров М.А., Колоскова А.В. Изменение свойств лесостепных почв при окультуривании. Казань, изд-во КГУ, 1969.
12. Гайнутдинов М.З. Особенности круговорота и баланса фосфора в условиях серых лесных почв Татарии. В кн.: Регулирование плодородия почв, круговорота и баланса питательных веществ в земледелии в СССР. Пущино, 1981. С.64-69.
13. Гайсин И.А. Макро- и микроэлементы в сельском хозяйстве. Казань, 1985.
14. Гаффарова, Л.Г., Давлятшин, И.Д. Статистические параметры морфологического строения и свойств пахотных дерново-подзолистых и серых лесных почв Привятской полосы лесостепной зоны РТ / Л.Г. Гаффарова, И.Д. Давлятшин.: Казань, 2016.- 130 с.
15. Географическая характеристика административных районов Татарской АССР. Казань, 1972.
16. Давлятшин И.Д., Бакиров Н.Б. Динамика яровой пшеницы. Научный Татарстан, 1999, № 2. С. 50-56.
17. Добровольский г., Шеремет Б., Афанасьева Т., Палечек Л. Почвы (Энциклопедия природы России). М., 1998. 265с.
18. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М., МГУ, 1995. 320с.
19. Зиганшин А.А., Фомин В.Н., Владимиров В.П. Методические указания по изучению научных основ интенсивных технологий и путей их совершенствований (для слушателей ФПК). Казань, 1990. 58с.
20. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. Справочник. М., 368с.
21. Кореньков Д.А. / Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.

22. Колоскова А.В. Агрофизическая характеристика почв Татарии. Казань, 1968. 386с.
23. Колоскова А.В. Влияние окультуривания на свойства почв Волжско-Камской лесостепи. Казань, изд-во КГУ, 1981. 184с.
24. Колоскова А.В. (ред.) Калий в почвах Волжско-Камской лесостепи. Казань, изд-во КГУ. 1984. 119с.
25. Коршунов М.А. Изменения плодородия серых лесных почв Татарии под воздействием сельскохозяйственных культур и удобрений. Изд-во КГУ, 1972.
26. Кудеяров В.Н., Башкин В.Н., Кудеярова А.Ю., Бочкарев А.Н. Экономические проблемы применения удобрений. М., 1984. 212с.
27. Кук Д.У. Регулирование плодородия почвы. М., Колос, 1970. 474с.
28. Курочкин М.Ф., Муртазин И.С. Оценка земли. Казань, 1971.
29. Лапа В.В., Ивахненко Н.Н. Продуктивность севооборотов и изменение плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2012. № 9. С. 41-48.
30. Листопадов И.Н., Шапошникова И.М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. М., 1984. 205с.
31. Ломако Е.И. Рекомендации по расчету хозяйственного баланса азота, фосфора и калия в земледелии. Казань, 1981. 38с.
32. Майборода Н.М. О вымывании элементов питания из злаковых культур атмосферными осадками. Агрохимия, № 8. С 135-140.
33. Манжина С.А. /Анализ обеспечения АПК России удобрениями, 2017
34. Мерзглая Г.Е. Агроэкологическая эффективность осадков сточных вод/Г.Е. Мерзглая, Р.А. Афанасьев. - М.-2001.-№ 5.- С. 25.
35. Минеев, В. Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Наука, 2016. - 752 с.

36. Мустафин М.Р., Хузеев Р.Г. Все о Татарстане. Экономико-географический справочник. Казань, 1994. 164с.
37. Наумова Н.Б., Макарикова Р.П., Савенков О.А., Анкудович Ю.Н., Вервайн О.Д. Влияние удобрений на химические свойства дерново-подзолистой почвы в зернотравяном севообороте в длительном полевом опыте // Агрохимия. 2012. № 3. С. 3-11.
38. Никитишен В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. М., 1984. 212с.
39. Нуриев С.Ш., Лукманов А.А., Хуснутдинов К.М., Салимзянова И.Н./ Состояние плодородия почв Республики Татарстан и проблемы повышения их плодородия. – Казань, 2009.- 236 с.
40. Оленченко Е.А. Баланс питательных веществ и изменение плодородия почвы разной степени окультуренности в агрофизическом стационаре//Агрофизика, 2015.
41. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. М., 1979. 168с.
42. Почвенная карта Татарской АССР в масштабе 1:600 000. Под редакцией коллектива ученых. М., 1985.
43. Почвы Татарии. Под редакцией М.А. Винокурова. Казань, 1962.
44. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. “Высшая школа”, Минск, 1973. 320с.
45. Сдобникова О.В. Фосфорные удобрения и урожай. М., 1985. 111с.
46. Семенов В.А. Оценка земель и прогноз урожая. Л., 1977.
47. Смеян Н.И. Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры. Минск., 1980.
48. Ступишин А.В. Рельеф и геоморфологические районы. В кн.: Почвы Татарии. Казань, 1962.

49. Ступишин А.В. Общая географическая характеристика лесостепного Предволжья. В кн.: Географическая характеристика административных районов Татарской АССР. Казань, 1972.
50. Титова В.И., Варламова Л.Д., Тюрникова Е.Г., Архангельская А.М., Нефедьева В.В. Изменение продуктивности культур и агрохимических показателей почвы в 9-й ротации севооборота в многолетнем полевом опыте при применении удобрений // Агрохимия. 2013. № 7. С. 25-32.
51. Утэй И.В. Новый метод создания высокоплодородного пахотного слоя. Казань, 1941.
52. Утэй И.В. О дифференцированных методах создания мощного пахотного слоя на северных нечерноземных почвах. Тр. Казан. СХИ. 1956.
53. Чеботарев Н.Т., Юдин А.А. Влияние комплексного применения удобрений на плодородие и продуктивность дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро СевероВостока. 2014. № 3. С. 31-35.
54. Чекмарев П.А. Справочник агрохимика республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, И.Д. Давлятшин, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннулин, М.И. Маметов, А.В. Мустафин, Р.Р. Гайров, Р.Т. Хакимзянов // Казань: ИП Шайхутдинова А.И., 2015. – 322с.
55. Шишов Л.Л., Булгаков Д.С. Региональные эталоны почвенного плодородия. М., 1991. 274с.
56. Шишов Л.Л. и др. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М., 1991. 304с.
57. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко, М: Мир, 2004, -584с.
58. Якушкин Н.М., Васильев В.П., Минниханов Р.Н. Аграрный сектор Татарстана в условиях рыночной экономики. Казань, 1997. 243с.

59. Christensen B. T. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates // *Advances Soil Sci.* – 1992. – Vol. 20. – P. 1–90.
60. Zech, W; Hintermaier-Erhard, G: *Böden der Welt: ein Bildatlas*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin. 120 pp.–2002
61. Riquier J. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity (first approximation) / J. Riquier, L. Bramao, J.R. Cornet // *Food and Agr. Water Develop. Division. AGL: TESR (7) 6.* – 1970.