

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
« Казанский государственный аграрный университет»

**КАФЕДРА АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
БАКАЛАВРА**

по направлению 35.03.03 «агрохимия и агропочвоведение» на  
тему:

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АГРОХИМИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ПОЧВ ЗАКАМЬЯ РТ**

полнитель - студент 5 курса агрономического факультета

Гайфуллин Рамил Раелович

ководитель: к.б.н., доцент



Гаффарова Л.Г.

в.кафедрой, к.с.-х.н., доцент



Миникаев Р.В.

Казань -2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	4
2. Обзор литературы.....	6
2.1. Динамика показателей плодородия почв в условиях интенсивного земледелия.....	6
2.2. Цель и задачи исследования.....	13
3. Условия проведения и методика исследований.....	14
3.1. Характеристика хозяйства и природных условий.....	14
3.2. Методика исследований.....	15
4. Результаты исследования.....	17
4.1. Почвенный покров хозяйства.....	17
4.2. Структура посевных площадей и система севооборотов .....	23
4.3. Применение удобрений и продуктивность пашни.....	27
4.3.1. Агроэкологическая оценка системы применения удобрений.....	27
4.3.2. Продуктивность пашни.....	29
4.4. Изменение агрохимических показателей и гумусного состояния почв хозяйства.....	30
4.4.1. Динамика агрохимических показателей плодородия почв.....	30
4.4.2. Изменение гумусного состояния почв.....	34
4.5. Баланс агрохимических показателей плодородия почв в земледелии хозяйства.....	36
4.6. Экономическая оценка эффективности сельскохозяйственного производства в хозяйстве.....	38
4.7. Разработка мероприятий по воспроизводству плодородия почв хозяйства.....	40
5. Охрана окружающей среды.....	45
6. Выводы и предложения производству.....	48
7. Список использованной литературы.....	49

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Высота урожаев сельскохозяйственных культур, наряду с природными факторами, определяется также в значительной степени и уровнем интенсификации земледелия: технической оснащенностью его, уровнем применения удобрений и степенью его химизации и в целом уровнем научно-технического прогресса.

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия почв сельскохозяйственного назначения – основное условие стабильного развития агропромышленного комплекса. В агроландшафтах за последние годы наблюдается устойчивое истощение запасов почвенного органического вещества, агрохимическая деградация и ухудшение агрофизических свойств (Колоскова и др., 1985, Ландшафты...., 2007; Давлятшин и др., 2013; Муртазина, Гаффарова, 2016.).

Закамье Республики Татарстан является крупным и самым древним земледельческим регионом, с преобладанием плодородных черноземных почв, что способствовало увеличению производства земледельческой продукции за счет расширения посевных площадей, где под пашню распахивались даже почвы водо – и почвоохранных зон. Отмеченное способствовало резкому снижению лесистости территории, изменению важнейших показателей плодородия почв.

Для предотвращения дальнейшего развития негативных тенденций в условиях снижения объемов применения органических и минеральных удобрений, особую актуальность приобретает прогноз направленности и интенсивности этих процессов. На основании этих данных можно разрабатывать практические приемы рационального использования и воспроизводства плодородия черноземов.

Закамье характеризуется высокой интенсивностью земледелия. Распаханность сельскохозяйственных угодий составляет более 80 %, при

лесистости 1,3 – 1,5 %. Отмеченное обусловило актуальность настоящей работы. Мониторинг плодородия почв Закамья в интенсивном земледелии проводился на примере хозяйства ООО «Агрофирма Южная» Нурлатского муниципального района Республики Татарстан

## 2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 2.1. Динамика показателей плодородия почв в условиях интенсивного земледелия

Динамика показателей плодородия почв обуславливается природными факторами и факторами интенсификации земледелия. При этом интенсивное применение удобрений способствует оптимизации агрохимических свойств почв, однако интенсивное применение средств химизации, новых приемов и технологий обработки почвы ведет к нарушению динамического равновесия в почве. Благодаря удобрениям изменяется баланс элементов питания, известкование же нейтрализует кислотность почвы и повышает степень насыщенности их основаниями, а при интенсивной глубокой обработке почв усиливаются трансформация гумуса и элементов плодородия почв (Чекмарев, 2011; Давлятшин и др., 2013).

В связи с этим эти изменения в показателях плодородия почв протекают интенсивно и их можно выявить и в относительно короткий срок, но важно их направить в положительную сторону, чтобы предотвратить отрицательное их воздействие на почву. Целенаправленно воздействуя на систему почва-растение названными факторами интенсификации земледелия необходимо знать и оценить конкретные параметры этих изменений, чтобы управлять ими в производственных условиях.

Определяющими факторами оптимизации системы почва-растение являются гранулометрический состав почвы, состояние почвенно-поглощающего комплекса, запасы гумуса, которые характеризуют статические показатели плодородия почв, а также реакция почвенной среды, содержание и запасы доступных элементов питания, характеризующие динамические показатели плодородия почв (Кирюшин, 2010; Давлятшин и др., 2013).

При систематическом применении органических, минеральных и кальцийсодержащих удобрений значительно повышается плодородие почвы, обогащается она подвижными формами азота, фосфора, калия, поддерживается ее активное биологическое состояние (Щербаков, 1980, 2001 ; Богомолова, 2003; Завьялова , Косолапова, Соснина, 2004; Завьялова , Косолапова, Митрофанова, 2005; Завьялова , Косолапова, Ямалтдинова, 2004; Завьялова , 2013). Повышение продуктивности возделываемых культур при удобрении связано не только с улучшением физико-химических свойств почв, но и обогащением почвы доступными для растений соединениями фосфора и других элементов питания ( Замятин, Измestьев, 2013). Многие авторы (Щербаков, 1980; Хазиев, 1982; Котова и др., 2007; Муртазина, 2006) ранее установили взаимосвязь между ферментативной активностью и плодородием почв. Поздние исследования также подтвердили эту взаимосвязь (Косолапова, 2013), что позволяет использовать уровень активности ферментов для сравнительной оценки эффективности агротехнических приемов, плодородия почвы в целом, а также диагностики изменения почвы при различных антропогенных и естественных изменениях экосистемы.

Установлено, что в серых лесных почвах Волжско-Камской лесостепи и черноземах ЦЧО и Башкирии полное минеральное удобрение усиливает активность гидролитических ферментов: инвертазы, протеазы , уреазы и аспарагиназы (Хазиев,1982, Щербаков, 2001, Муртазина, 2006). Повышение активности гидролитических ферментов при внесении минеральных удобрений до 120 кг действующего вещества на гектар отмечают и другие исследователи ( Воронин, 2004; Косолапова, 2013). Однако длительное применение одних минеральных удобрений в повышенных дозах подавляет активность протеазы и уреазы на серых лесных почвах и на всех подтипах черноземов ЦЧО. При этом, чем больше доза удобрений, тем сильнее выражен ингибирующий эффект (Щербаков, 1980; 2001; Мухина, 2005;

Муртазина, 2010, Косолапова, 2013). Систематическое применение навоза и органоминеральная система удобрений способствует заметному повышению активности большинства ферментов.

Выполненные исследования с фосфогипсом показали, что внесение минеральных удобрений и фосфогипса в условиях опыта не повлияло на гумусное состояние чернозема обыкновенного, что связано с его высокой буферностью и степенью насыщенности основаниями. Фосфогипс на содержание подвижного фосфора в черноземе обыкновенном полностью прекращает свое влияние через 10 лет после внесения и это связано с усвоением подвижного фосфора растениями (Воронин и др., 2006).

Влияние минеральных удобрений на распределение микроэлементов не существенно : резких изменений в содержании подвижных Zn , Ni, Pb, Cd в черноземе обыкновенном не выявлено, размах колебаний на уровне фоновых значений, что свидетельствуют о том, что минеральные удобрения и фосфогипс, применяемые в условиях опыта, не являются источником опасного загрязнения чернозема обыкновенного ТМ. Более того на высоком фоне удобрений содержание подвижного свинца в черноземе обыкновенном заметно уменьшается, поскольку переходит в малоподвижное состояние.

Чернозем обыкновенный характеризуется низкой обеспеченностью подвижным цинком, поэтому возникает целесообразность внесения цинковых микроудобрений для улучшения качества растениеводческой продукции. При внесении фосфогипса существенно улучшается обеспеченность чернозема обыкновенного подвижным цинком. ( Богомолов, 2003; Протасова и др., 2005; Воронин и др., 2005).

И.В.Тюрин (1965) указывал на двоякую роль кальция в метаболизме гумуса, поскольку кальций ускоряет как процессы разложения, так и

накопления гумуса. С одной стороны ускоряются гидролиз и распад органического вещества, с другой - образуется более стабильный гумус.

В длительных опытах кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ с минеральными удобрениями в севообороте установлено, что при известковании повышается насыщенность почвы основаниями и уменьшаются все виды кислотности: и гидролитическая кислотность, и обменная и актуальная. Однако при этом усиливается минерализация гумуса в почве (и содержание органического вещества в почве снижается ( Муртазина, 2010, 2013).

Многочисленные исследования, проведенные в различных почвенно-климатических условиях показали, что с интенсификацией земледелия сопряжено повышение некоторых показателей плодородия почв, усиление процессов минерализации гумуса и отрицательный его баланс в земледелии этих регионов ( Колоскова, 1985, Кирюшин, 1993; 1996; 2010; Завьялова, Косолапова, Соснина, 2004, Косолапова, Ямалтдинова, 2013 ).

Однако есть исследования, которые свидетельствуют, что длительное применение минеральных удобрений , особенно азотных повышает содержание гумуса в почвах (Лыков, 2004, Кирюшин, 1993, Завьялова, Косолапова, Митрофанова, 2005; Завьялова, 2013; Косолапова и др, 2013 ). А. И. Косолапова с сотр.( 2013) проводила изучение влияния длительного (в течение 40 лет) применения удобрений на гумусное состояние дерново-подзолистой почвы Пермского края. По результатам исследований они пришли к выводу, что применение минеральных удобрений в полевом опыте способствовало увеличению содержания гумуса на 0,20%, а при применении органических удобрений отдельно оно составило 0,43%, а при сочетании органических удобрений с минеральными повышение гумуса достигло 0,29%.

В этом опыте совместное применение органических и минеральных удобрений обеспечило максимальное накопление элементов питания и получение высокого урожая последней культуры севооборота - овса, равное

4,74 т/га. В составе гумуса исследуемой дерново-подзолистой почвы доля подвижных гумусовых веществ не превышала 12%; преобладали гумусовые вещества, прочно связанные с минеральной частью почвы. Гуматы и фульваты кальция занимают промежуточное положение. Длительное применение удобрений, особенно навоза, привело к обогащению гумуса гуминовыми кислотами и смещению типа гумусообразования от фульватного к гуматно-фульватному. В варианте навоз 10 т/га + экв. NPK соотношение  $S_{гк} : S_{фк}$  составило 0.73 ( Завьялова, 2013). В этих условиях формируется гумус фульватного или гуматно-фульватного типа, наиболее устойчивый, характерный для дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв Предуралья.

Совместное применение органических и минеральных удобрений обеспечило максимальное накопление элементов питания и получение высокого урожая последней культуры севооборота - овса, равное 4,74 т/га ( Мудрых и др., 2013).

Эффективными агрохимическими способами регулирования содержания и состава органического вещества в полевых севооборотах являются: известкование кислых дерново-подзолистых почв и внесение минеральных удобрений, а также совместное внесение умеренных доз навоза и минеральных удобрений в эквивалентных количествах. В этом случае улучшается комплекс агрохимических параметров, устанавливается оптимальная для растений кислотность, сохраняется или значительно повышается содержание гумуса и биогенных элементов в почве, что обеспечивает высокую продуктивность пашни. Для дерново-подзолистых почв Предуралья внесение навоза по 10 т/га и NPK в эквивалентных количествах обеспечило в восьмипольном зернопаропропашном севообороте содержание гумуса на уровне 2,20-2,40% и стабильно высокие урожаи всех культур в севообороте. Аналогичные результаты получены С.А.Замятым и Е.М.Измestьевым ( 2013).

В.Р. Вильямс ( 1949 ) факторы плодородия разделил на 2 группы: элементы и условия плодородия. К элементам плодородия он отнес

потребляемые растениями энергию и химические элементы, а к условиям все факторы, способствующие росту и развитию их, но не усваиваемые ими.

Вернадский В.И. высказал мысль о необходимости изучения плодородия как планетного явления, т.е. особого качественного свойства биосферы Земли, лежащего в основе жизненных процессов, влияющего на усвоение вещества живыми организмами (Вернадский, 1978)

Критерием плодородия является продуктивность живых организмов, созданная в течение какого-то отрезка времени в единице объема или на единице площади почв ( Никитин, 1984 ). В пахотных почвах плодородие обычно определяется лишь в отношении культурных растений.

Количественное определение плодородия может быть произведено по содержанию элементов плодородия, таких как содержание азота, фосфора, калия, гумуса, а в отношении эффективного – и по характеру условий плодородия. Оценка уровня плодородия почвы связана с большими методическими трудностями.

Эффективное плодородие соответствует количеству элементов питания, перешедших из почвы в биомассу растений за конкретный период. Таким образом, критерием эффективного плодородия является урожайность или продуктивность растений.

Влияние физико - химических свойств почвы на урожай и качество растениеводческой продукции определяется, с одной стороны, биологическими особенностями культур и почвенными условиями – с другой. Определяющими факторами оптимизации системы почва-растение являются механический состав почвы, состояние почвенно-поглощающего комплекса, запасы гумуса, которые характеризуют статические показатели плодородия почв, а также реакция почвенной среды, содержание и запасы доступных элементов питания, характеризующие динамические показатели плодородия почв ( Кононова, 1969; Колоскова и др., 1979; 1985 ).

Исследованиями влияния длительного окультуривания в результате применения удобрений на свойства почв Республики Татарстан занимались

ряд ученых ( Гайнутдинов ,1992; Гайсин, 1991; Колоскова, 1979, 1985, Коршунов, 1972). В настоящее время особенно на черноземах потребность растений ( в элементах питания удовлетворяется главным образом за счет почвенных запасов, что нарушает круговорот биогенных элементов и вызывает их агрохимическую деградацию (Минеев, 2000).

Содержание подвижных элементов питания – подвижного фосфора, обменного калия, а также кислотность (реакция почвенной среды) относятся к динамическим показателям плодородия почвы и являются относительно легко регулируемы. В краткосрочных и длительных опытах с удобрениями , а также обобщением результатов агрохимических обследований выявлено, что под влиянием калий и фосфорсодержащих удобрений, происходит повышение фосфатного и калийного потенциала почвы (Кулаковская, 1990; Муртазина и др., 1995; Прищеп, 1994; Гайсин и др., 1997, Гаффарова, 2017).

Согласно Ш.А.Алиеву (2000) и В.А. Аксанову, А.В. Краснову (2003), которые подытожили результаты 5 циклов сплошного агрохимического обследования почв Республики Татарстан, за годы интенсивной химизации земледелия (1966-2000 гг.) в Закамье увеличилась площадь кислых почв, а также средневзвешенное содержание фосфора с 89 до 120,9 мг/кг, содержание обменного калия несколько уменьшилось с 136 до 129,2 мг/100г., однако гумусовое состояние почв ухудшилось, расход гумуса составил 0,2%.

Однако в конкретных условиях хозяйства в зависимости от удобренности, способов обработки, агрохимических показателей плодородия почв и показатели урожайности с.-х. культур могут быть совершенно иными, что еще раз доказывает необходимость более детального изучения их влияния интенсивного ведения хозяйства. Однако общую динамику плодородия черноземов в современной земледелии Закамья можно уловить и на примере одного района или хозяйства, что и определила цель и задачи исследования.

## 2.2. Цель и задачи исследования

Целью исследований явился мониторинг плодородия почв Закамья, а также урожайности с.-х. культур под влиянием интенсивного земледелия на примере хозяйства ООО «Агрофирма Южная» Нурлатского муниципального района Республики Татарстан и разработка приемов воспроизводства плодородия почв хозяйства в современном земледелии.

1. Дать характеристику почвенно-экологическим условиям хозяйства.
2. Провести мониторинг агрохимического и гумусового состояния почв между VI и VIII циклами агрохимического обследования почв.
3. Установить связь между уровнем применения минеральных, органических удобрений, продуктивностью пашни и изменением показателей плодородия почв.
4. Разработать приемы воспроизводства гумуса в почвах хозяйства.

### 3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Краткая характеристика хозяйства и природных условий

Хозяйство ООО «Агрофирма Южная» расположено в Западно-Закамской природно-экономической зоне, в четвертом агроклиматическом районе Татарстана, входит в Предуральскую лесостепную провинцию лесостепной зоны. Общая площадь сельскохозяйственных угодий хозяйства составляет 7547 га, в том числе пашни – 6111 га. Распаханность сельскохозяйственных угодий составляет 81 %, т.е. она довольно высока ( Пояснительная записка., 2012). Однако этот показатель значительно уступает другим хозяйствам района, что связано с природно-экологическими условиями хозяйства. т.е. со значительной распространенностью пойменных, луговых и болотных почв.

Нурлатский район расположен в юго-западной части Республики Татарстан.

В климатическом отношении район относительно теплый и засушливый, среднегодовое количество осадков составляет 400-450 мм. Хозяйство располагается в южной части Нурлатского района. Климат его- умеренно-континентальный с относительно холодной зимой и жарким, нередко засушливым летом. Нурлатский район находится в зоне недостаточного увлажнения. Гидротермический коэффициент здесь по многолетним наблюдениям составляет около или ниже 1.

По температурным условиям район является одним из самых теплых в РТ. Среднегодовая температура составляет + 3,8 градусов. Самый теплый месяц-июль, среднемесячная температура его составляет + 19,5 градусов. . Самый холодный месяц- январь, среднемесячная температура его составляет - 11,8 градусов, при этом более низкие значения температуры зимой ( по сравнению с другими районами РТ) обусловлены орографическими особенностями территории. Зима продолжительная – 5 месяцев. Высота снежного покрова достигает 35-40 см на открытых и покрытых лесом

участках повышается до 60 см. Весна длится около 2-х месяцев и характеризуется быстрым повышением температуры, весенний переход среднесуточной температуры через 0 град. происходит 16-25 апреля, через 15 град. в период 1-3 июня. Годовое количество осадков на территории составляет около 400-450 мм ( Ландшафты, 2007). Климатические условия территории благоприятны для возделывания всех сельскохозяйственных культур зоны.

По рельефу территория хозяйства есть слабоволнистая равнина с широким плато, пологими и очень пологими приводораздельными склонами (1-2°). Слабая расчлененность территории овражно-балочной сетью предотвращает проявление эрозионных процессов и создает хорошие предпосылки для производственной деятельности хозяйства.

Землепользование расположено на водосборе р. Большая Сульча, включая ее долину и приводораздельные склоны. Территория хозяйства характеризуется распространением четвертичных делювиальных и элювиальных глин. Почвообразующие породы представлены современными четвертичными отложениями – делювиальными глинами и суглинками, а также на долине реки Большая Сульча –аллювиальными и болотными отложениями.

### 3. 2. Методика исследований

В исследованиях использованы материалы агрохимических обследований, проведенных Альметьевской агрохимической лабораторией, а также почвенных обследований путем сравнения результатов обследований различных периодов ( Программа...,2001, Пояснительная записка, 2012; Очерк..., 1992).

Запасы гумуса вычислили по формуле:

$$\Gamma = H \cdot d \cdot h,$$

где  $\Gamma$ - запас гумуса, т/га;

$H$  - содержание гумуса, %

$d$ – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – мощность пахотного слоя, см.

Усредненные показатели плотности почвы составляют: для дерново-подзолистой- 1,3 г/см<sup>3</sup>, <sup>3</sup>, темносерой лесной – 1,1 г/см<sup>3</sup>, чернозема оподзоленного - 1,1 г/см<sup>3</sup>, типичного и выщелоченного- 1,0 г/см<sup>3</sup>.

Для мониторинга гумусового и агрохимического состояния почв хозяйства мы воспользовались материалами 2-х туров агрохимического обследования почв ( 2001 и 2012 г.г.).

Почвенные образцы проанализированы общепринятыми для зоны методами, а показатели урожайности с.-х культур , применения удобрений в хозяйстве взяты из агрохимических и годовых отчетов хозяйства.

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1. Почвенный покров хозяйства

Описание почвенного покрова и краткая характеристика почв приводится согласно полевой корректировке материалов почвенного обследования 1964 года, проведенной в 1992 году ( Очерк..., 1992).

В структуре почвенного покрова хозяйства преобладают черноземы оподзоленные, выщелоченные и типичные, а также темно-серые лесные почвы. Остальная часть ее представлена луговыми, пойменными, болотными и овражно-балочными почвами (табл. 4.1.1). Площадь смытых почв и эрозионно- опасных почв составляет всего 1652 га или около 26,7%. На всей территории хозяйства распространены почвы тяжелого гранулометрического состава (преимущественно глинистые).

Почвенное обследование хозяйства проведено в 1964 году, а в 1992 проведена корректировка этих материалов ( Очерк...,1992). Согласно экспликации почв хозяйства преобладающими почвами в структуре почвенного покрова хозяйства являются черноземы (83,3%) и одну шестую часть занимают серые лесные почвы ( 15,4%), которые представлены подтипом темно-серые лесные и 1,5 % в структуре занимают дерново-подзолистые почвы.

Ниже приводится краткая характеристика почв.

#### **Черноземы**

Черноземы формировались под воздействием лугово-степной травянистой растительности при сильно выраженном дерновом процессе. Для них характерно значительное накопление в почвенном профиле гумуса, азота, поглощенных оснований, большая мощность гумусового горизонта

#### 4.1.1. Структура почвенного покрова пашни

Индекс почв	Наименование почв	Площадь	
		га	%
Ч <sup>оп</sup> Ч <sup>в</sup> Ч <sup>т</sup> Ч <sup>тк</sup>	Черноземы	5024	83,3
	Черноземы оподзоленные	419	6,8
	Черноземы выщелоченные	2041	33,4
	Черноземы типичные	2145	35,1
	Черноземы типичные карбонатные	418	6,8
Л	Серые лесные	993	15,4
Л <sub>3</sub>	В т.ч.: темно-серые лесные	993	15,4
П <sub>2</sub>	Дерново- подзолистые	94	1,5
	Всего	6111	100
	Из них: потенциальноэрозионно опасные	1000	16,2
	слабоэродированные	512	8,3
	среднеэродированные	140	2,2
	Итого	1652	26,7

На территории хозяйства черноземы образовались на легких и средних делювиальных глинах, в большинстве случаев – карбонатных. По мере выщелачивания карбонатов происходит формирование различных черноземов, отличающихся между собой существенными признаками.

По глубине концентрации углекислой извести в почве черноземы в хозяйстве делятся на оподзоленные, выщелоченные и типичные, а также на типичные карбонатные.

Черноземы оподзоленные характеризуются тем, что нижняя часть гумусового горизонта у них оподзолена, т.е. на поверхности структурных отдельностей имеется присыпка кремнезема, имеют в гумусовом горизонте зернистую структуру, не плотное сложение

### **Черноземы выщелоченные**

Выщелоченные черноземы в гумусовом горизонте признаков оподзоливания не имеют, но известь вымыта значительно глубже гумусового горизонта, т.е. гумусовый горизонт вымыт от карбонатов. Они занимают одну треть пашни, развиты на пологих склонах.

В качестве примера морфологической характеристики выщелоченного чернозема, приводится описание типичного разреза чернозема выщелоченного среднегумусного среднемощного глинистого. Мощность гумусового горизонта в среднем составляет 60 см с колебаниями 53-70 см..

Разрез 25 заложен на пашне в центральной части хозяйства. Вскипание от соляной кислоты и выделение карбонатов в виде псевдомицелия наблюдаются с 85 см.

A <sub>пах</sub>	0-30 см	- Свежий, темно-серый, глинистый, комковато-порошистый рыхлый, переход ясный по структуре.
A1	30-52 см	- Свежий, темно-серый, глинистый, зернистый, уплотнен, переход постепенный.
AB	52-67 см	- Влажный, буровато-темно-серый, тяжелосуглинистый, мелко-ореховато-зернистый, уплотнен, переход постепенный.
B	67-100 см	- Влажный бурый, глинистый, ореховатый, плотный, переход постепенный.
BC	100-135 см	- Влажный, желто-бурый, глинистый, призматически-ореховатый, плотный. Псевдомицелии CaCO <sub>3</sub> с глубины 85 см.
C	135-150 см	- Влажный, желто-бурый, глинистый. Желто-бурая делювиальная карбонатная глина

Они занимают в основном очень пологие и пологие склоны.

Содержание гумуса в пахотном слое 6,4%, т.е. почва среднегумусная.

Содержание поглощенных кальция и магния в нем находится в прямой зависимости от содержания гумуса и механического состава – наибольшее количество их содержится в пахотном слое- 42,5 мг-экв на 100 г почвы.

Реакция среды колеблется в широком диапазоне – от слабокислой до нейтральной. По содержанию подвижных форм фосфора (10,0) и обменного калия (16,9) также отличается более высокими показателями пахотный слой.

(табл. 4.1.2.)

#### 4.1.2. Физико-химические показатели чернозема выщелоченного

№ разреза	Горизонт	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв на 100 г почвы		Гидролитическая кислотн., мг-экв на 100 г почвы	Степ. Насыщен. основ., %	pH <sub>кол</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>					
15	A <sub>пах</sub>	6,4	36,0	6,5	3,3	94,2	5,6	10,0	16,9
	A <sub>1</sub>	4,9	30,8	5,8	2,3	95,5	5,7	6,5	13,1
	AB	3,1	31,4	3,6	2,1	96,7	6,1	8,4	13,8
	B	1,0	29,2	3,2	1,0	97,8	6,5	-	-

Довольно высокое содержание поглощенных кальция и магния в пахотном слое и глубже предопределяет высокую степень насыщенности основаниями – свыше 94%.. Вниз по профилю наблюдается также " постепенное уменьшение содержания элементов питания для растений и повышение степени насыщенности основаниями.

Гранулометрический состав почвы глинистый. Содержание физической глины составляет в пахотном слое 61,0 %, ила – 30,6 %, т.е. они

имеют тяжелосуглинистый или глинистый гранулометрический состав. С глубиной содержание физической глины изменяется слабо.

### Черноземы типичные

Типичные черноземы являются преобладающими почвами хозяйства, занимают 35,1% пашни. Это лучшие почвы хозяйства. В типичных черноземах нижняя часть гумусового горизонта насыщена карбонатами, поэтому они вскипают от соляной кислоты. Типичные карбонатные черноземы вскипают от соляной кислоты в верхней части гумусового горизонта, т. е. у них весь профиль насыщен карбонатами.

Типичные черноземы отличаются от выщелоченных слабым выносом веществ из верхних слоев в нижние. Поэтому углекислая известь вымыта на значительно меньшую глубину и обычно находится в нижней части гумусового горизонта. В хозяйстве площадь распространения этого чернозема составляет всего 2145 га. Они обладают высоким потенциальным плодородием, большими запасами азота, фосфора и калия, имеют водопрочную структуру и характеризуются благоприятными агрофизическими свойствами.

Физико-химические показатели чернозема типичного приводятся в таблице 4.1.4, из которой видно, что по всем показателям они самые плодородные почвы.

#### 4.1.4. Физико-химические показатели чернозема типичного

№ разреза	Горизонт	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв на 100 г почвы		Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы	Степень насыщенности оснований, %	pH <sub>кол</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и K <sub>2</sub> O	
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>				мг на 100 г почвы	мг на 100 г почвы
25	A <sub>пах</sub>	7,4	38,0	5,5	1,3	98,2	6,0	12,0	17,9

	A <sub>1</sub>	5,1	36,8	5,8	1,0	99,0	6,2	8,5	15,0
	AB	3,5	35,4	3,6			7,0	9,4	13,0
	B	1,5	32,2	3,2			7,0	-	-

### **Чернозем типичный карбонатный**

Он занимает 468 га площади или 6,8% от пашни, представлен черноземом типичным карбонатным маломощным и развит на элювии известняка, занимает повышенные элементы рельефа, поэтому с поверхности вскипает от соляной кислоты и весь профиль ее щебнистый и насыщен карбонатами. Поскольку они располагаются на более повышенных элементах рельефа, а элювий известняка характеризуется хорошей водопроницаемостью и малой влагоемкостью, то на них растения очень часто и в особенности в засушливые годы страдают от недостатка влаги.

. Следует отметить, что в целом рельеф территории спокойный, преобладают водораздельные равнины и пологие склоны. Поэтому почвы относительно меньше подвержены эрозии. Общая площадь эродированных и потенциально эрозионноопасных земель составляет 1652 га или 26.7%. Из них на долю слабоэродированных почв приходится 512 га или 8,3% и на долю среднеэродированных- 140 га или 2,2% .

## 4.2. Структура посевных площадей и система севооборотов

В структуре посевных площадей представлены ведущие сельскохозяйственные культуры зоны: яровые и озимые зерновые, зернобобовые, кормовые корнеплоды, технические- сахарная свекла, кормовые: кукуруза, многолетние травы. В структуре посевов наибольшая доля зерновых и кормовых культур (табл. 4.2.1).

### 4.2.1. Структура посевных площадей

№ п/п	Культуры	Площадь	
		га	%
1.	Зерновые и зернобобовые – всего	3791	62,0
	в т.ч. озимые	850	13,9
	Яровые :	2991	48,1
2.	Кормовые – всего	1260	20.5
	В т.ч. многолетние травы	600	9.8
	Однолетние травы	240	3,9
	Кукуруза	210	3.4
	Рапс	210	3.4
3.	Технические:	610	10.1
	Сахарная свекла	610	10,1
	Всего посевов	5661	92.6
	Чистый пар	450	7.4
	Пашня	6111	100

Специализация хозяйства – производство зерна .

Во внедрении новых севооборотов происходит три этапа: проектирование, введение и освоение севооборотов. Наиболее главным является третий этап- освоение. Освоение это тот период, когда реализуются планы освоения вводимых севооборотов.

План освоения севооборотов начинается с установления предшественников за последние 2 года. Переход к новому севообороту необходимо осуществлять в возможно короткие сроки. При составлении чередования культур в переходный период учитываются требования каждой культуры к предшественникам. В переходный период нельзя допускать резкого изменения посевных площадей на каждый год до полного освоения севооборота. Севооборот считается освоенным тогда, когда установленная структура посевов размещается в полях севооборота и каждая культура высевается по своему предшественнику.

Освоенный севооборот - это севооборот, в котором соблюдаются принятые границы полей, а размещение культур по полям и предшественникам соответствует принятой схеме. План освоения севооборота – это схема размещения возделываемых культур по полям на период освоения севооборота.

Системы севооборотов разрабатываются с учетом особенностей землепользования, структуры почвенного покрова, эродированности земель и исходя из запланированной структуры посевов. Введение и освоение системы севооборотов осуществляется в рамках сложившегося агроландшафта и системы земледелия, отвечающей этим особенностям. В хозяйстве разработаны 4 севооборота, но они большей частью нарушаются.

#### 4.2.2. Система севооборотов 1 и 2

Отделение, бригада	1	Отделение, бригада	2
Севооборот	1	Севооборот	2
Общая площадь	1470	Общая площадь	1680
Средний размер поля	210	Средний размер поля	240
№ поля	Чередование культур	№ поля	Чередование культур
1	Чистый пар	1	Чистый пар
2	Озимая пшеница	2	Озимая пшеница
3	Сахарная свекла	3	Ячмень
4	Рапс	4	Кормовая смесь
5	Кукуруза на з/к	5	Яровая пшеница
6	Яровая пшеница	6	Ячмень
7	Ячмень	7	Кукуруза на з/к и силос

#### 4.2.3. Система севооборотов 3 и 4

Отделение, бригада	3	Отделение, бригада	4
Севооборот	3	Севооборот	4
Общая площадь	2000	Общая площадь	1000
Средний размер поля	400	Средний размер поля	200
№ поля	Чередование культур	№ поля	Чередование культур
1	Занятой пар	1	Яровая пшеница с подсевом многолетних трав
2	Озимая рожь	2	Многолетние травы 1 г.п
3	Сахарная свекла	3	Многолетние травы 2 г.п
4	Овес	4	Многолетние травы 3 г.п
5	Ячмень	5	Озимая пшеница

Недостатком первых трех севооборотов является то, что в них не предусмотрены многолетние травы, они являются интенсивными зерновыми севооборотами и в первых двух севооборотах значительна площадь чистых паров.

Растениеводство является ведущей отраслью в данном хозяйстве и потому от него зависят как результаты хозяйственной деятельности

предприятия в целом, так и животноводства, поскольку обеспеченность его кормами определяется урожайностью ведущих кормовых и зерновых культур. Основная часть продукции растениеводства идет в качестве корма для продуктивного общественного скота.

К сожалению, севообороты, насыщенные зерновыми культурами и то, что в трех севооборотах не предусмотрены многолетние травы, не позволяет управлять их плодородием. Современная система земледелия должна быть адаптивной, как новому укладу хозяйствования, так и природно-экологическим условиям агроландшафта и должна быть нацелена на повышение продуктивности пашни и сохранения плодородия почв (Губайдуллин, 2014). Рекомендованные севообороты не совсем отвечают этим требованиям.

#### 4.3. Применение удобрений и продуктивность пашни

##### 4.3.1. Агроэкологическая оценка системы применения удобрений

---

Применение минеральных удобрений в условиях перехода к рыночным условиям зависит от финансово-экономического состояния хозяйства. За 13-летний период оно колеблется в пределах 52-74 кг/га (табл.

4.3.1.1). Применение органических удобрений в 2001-2007 годы прекратилось, а в 2007-2012 годы составило 2 т/га ежегодно и за последние 3 года выросло до 3 т/га. Известкование до 2012 года проводилось недостаточно, хотя площадь кислых почв составляет более 50%. С 2012 года начали проводить известкование кислых почв систематически.

#### 4.3.1.1. Применение удобрений и урожайность

Годы	Минеральные, кг/га				Органические удобрения, т/га	Средняя урожайность, ц/га
	всего	N	P	K		
2001 – 2006	68	37	19	11	3	45,0
2007-2012	74	38	20	16	2	32,0
2013	52	40	12	-	3	29,0
2014	60	40	10	10	3	30,6
2015	56	46	5	5	3	31,0
2016	70	50	10	10	3	35,0
Итого	948	556	232	160	42	38,2

В рыночных условиях хозяйствования за последние 16 лет изменились не только темпы и масштабы интенсификации, но и качество и количество ее факторов. Так, хотя обеспеченность минеральными удобрениями в хозяйстве за последние годы снизилась не так резко по сравнению с 2001-2006 годами, но она очень неравномерна по годам и по сбалансированности элементов питания (табл. 4.3.1.2.).

#### 4.3.1.2. Насыщенность пашни удобрениями (кг/га д.в.) и соотношение в них элементов питания

Годы	Всего	N	P	K	N :P: K
2007	58	37	17	4	1 : 0,5 : 0,1
2008	72	20	16	36	1 : 0,9 : 1,8
2009	95	54	41	-	1 : 0,8 : 0
2010	77	40	17	20	1 : 0,4 : 0,5
2011	82	46	23	13	1 : 0,5 : 0,9
2012	38	19	10	9	1 : 0,5 : 0,4

2013	52	40	12	-	1 : 0,3 : 0
2014	60	40	10	10	1 : 0,2 : 0,2
2015	56	46	5	5	1:0,1: 0,1
2016	70	50	10	10	1 : 0,2 : 0,2

Анализ данных таблицы 4.3.1.2. показывает, что насыщенность пашни удобрениями за рассматриваемый период ( 2007-2016 г.г.) колеблется в пределах 38-95 кг/га д.в.

Следует отметить , что в агроэкологическом плане соотношение элементов питания в удобрениях сильно нарушено. Очень резко оно нарушено в пользу азотных удобрений , при нехватке фосфорных и калийных. В отдельные годы 2007, 2009 годы азотные удобрения в 10 раз превышали дозу калийных и в 2-5 раз дозу фосфорных удобрений. В 2008 году калийные удобрения в 1,8 раза превышали азотные, а в 2008 году калийные удобрения вовсе отсутствовали. Аналогичное наблюдалось в 2013 году и близкое к этим данным было в соотношении элементов питания в последние 3 года ( 2014 -2016 годы). Следовательно, система применения удобрений в агроэкологическом и агрохимическом отношении не достаточно продумана.

#### 4.3.2. Продуктивность пашни

Средняя урожайность сельскохозяйственных культур за рассматриваемый период колеблется от 29 до 45 ц/га ( табл. 4.3.1.1.). Если одной из причин нестабильности урожаев с.-х. культур является нарушение баланса элементов питания в составе внесенных удобрений, другая причина заключается в неблагоприятных погодных условиях. Если рассматривать более короткий отрезок времени- урожайность за последние годы ( 2007-2016 г.г.) ,то колебания урожайности сельскохозяйственных культур за 2007- 2016 г.г. не такие сильные, за исключением острозасушливого 2010 года.

Урожайность зерновых в 2010 году составила 11 ц/га, а в 2007 году - 45 ц/га. что связано с тем, что Закамье РТ является зоной неустойчивого земледелия и первоочередным фактором нестабильности урожаев является нехватка влаги. Поэтому высокоурожайные годы чередуются низкими ( в 2-3 раза) урожаями. В высокоурожайные годы за 5 лет (2001-2006 гг.) средняя урожайность достигла 45 ц/га, а в засушливые годы (2010 г.) она понижается даже до 11 ц/га.

Анализ урожайности зерновых культур показывает, что за рассматриваемый период она сильно варьировала. Высокие урожаи чередуются низкими урожаями. Динамика применения минеральных удобрений и органических удобрений урожайности отражается в таблице (4.3.1.1.). Хотя анализ показателей урожайности и применения минеральных удобрений, а также урожайности и применения органических удобрений и показывает, что тесной зависимости между этими показателями нет, но в целом эти связи существуют и они довольно сложные и глубокие.

В продуктивности пашни значение удобрений велико, но слагаемых урожая очень много и потому максимальная отдача от созданного высокого агрохимического фона проявляется только при достаточной обеспеченности влагой, с одной стороны, и при высокой культуре земледелия, с другой. Этот созданный высокий агрохимический фон может работать не только в год внесения, а и в последующие годы. В 2001- 2006 годы благодаря созданному высокому агрохимическому фону и благоприятным погодным условиям получен рекордный средний урожай зерновых-45 ц/га, а в последующие годы из-за засушливых погодных условий продуктивность пашни была в 1,5 раза ниже.

Как известно, одним из важнейших показателей слагаемых урожая в этой зоне является влагообеспеченность растений ( ГТК меньше 1). Дефицит влаги особенно в критические фазы развития растений выступает лимитирующим фактором урожайности. Поэтому при достаточной

обеспеченности растений пищей, недостаток влаги из-за засухи, например, в 2010 году привел к недобору урожая (11 ц/га).

#### 4.4. Динамика агрохимических показателей и гумусового состояния почв хозяйства

##### 4.4.1. Динамика агрохимических показателей плодородия почв

Материалы агрохимического обследования почв на территории хозяйства показывают, что в 2001 году преобладали кислые почвы и площадь их составляла 54%, в т.ч.: слабокислые – 52 % и среднекислые - 2%. Площадь близких к нейтральной составляла 31 %, нейтральных – 12 % и щелочные - 2%. Таким образом, слабокислые и среднекислые почвы составляли в сумме более половины пашни.

По истечении 12 лет (2012 год) по сравнению с 2001 годом кислотность почв хозяйства изменилась следующим образом ( картограмма кислотности почв): площадь слабокислых увеличилась на 10 %, нейтральных уменьшилась на 6 %. Площадь среднекислых также уменьшилась на 2 %.

Таким образом, между двумя циклами обследования за 12 лет увеличилась доля слабокислых почв и сократилась площадь земель с нейтральной реакцией среды (табл. 4.4.1.1), что безусловно связано с регулярным применением физиологически кислых удобрений на черноземах и снижением темпов и масштабов известкования кислых почв. Кроме того сократилась площадь почв с щелочной реакцией среды на 2%, т.е. по материалам последнего цикла обследования почв их совсем не стало. Последнее не совсем понятно, так как в структуре почв пашни на долю карбонатных черноземов приходится более 6%.

##### 4.4.1.1. Показатели кислотности почв

	Площадь, в %
--	--------------

Градации кислотности	2001	2012	Изменение
Среднекислая	5	3	- 2.0
Слабокислая	30	40	+10
Близкая к нейтральной	51	50	-1
Нейтральная	13	7	-6
Щелочная	2	-	-2
Всего	100,0	100,0	0,0

Мониторинг элементов питания в почвах хозяйства показал (табл. 4.4.1.2- 4.4.1.3 ), что по обеспеченности подвижным фосфором, в настоящее время почвы хозяйства характеризуются средним, повышенным, высоким и очень высоким содержанием его (Картограмма содержания подвижного фосфора). По состоянию на 2001 год наибольшую площадь занимали почвы обеспеченные подвижным фосфором в высокой и повышенной степени – 68 % . Через 10 лет наметилась тенденция снижения фосфатного уровня почв. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в 2001 году составляло 156 мг/кг почвы , что относится к высокой группе содержания, а в 2012 году было равно 143 мг/кг, что относится к повышенной группе содержания.

Мониторинг фосфатного состояния почв хозяйства свидетельствует об ухудшении его, т.е. произошло некоторое снижение ( на 13 мг) содержания подвижного фосфора в почвах, что согласуется с данными о применении фосфорных удобрений .

Таким образом, к настоящему времени средним содержанием фосфора характеризуется 21 % почв, повышенным – 47 % и высоким – 25,% и очень высоким- 20% почв. Площадь почв с высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора уменьшилась на 13%, а почв со средним

и повышенным содержанием подвижного фосфора увеличилась на столько же.

#### 4.4.1.2. Динамика фосфатного состояния пашни

Градации содержания	Площадь, в %		
	2001	2012	Изменение
Среднее	16	21	+4,0
Повышенное	38	47	+9
Высокое	42	32	-10
Очень высокое	9	6	-3
Всего	100	100	0
Средневзвешенное содержание, мг/кг	156	143	-13

#### 4.4.1.2. Динамика калийного состояния почв пашни

Градации содержания	Площадь, %		
	2001 год	2012 год	Изменение
Повышенное	15	24	9
Высокое	70	66	-4
Очень высокое	15	10	-5
Итого	100	100	0,0
Средневзвешенное содержание, мг/кг	162	158	-4

Содержание подвижного калия подвержено изменениям в меньшей степени. На 2011 год по этому показателю плодородия почвы хозяйства относятся к следующим группам обеспеченности: повышенной, высокой, и очень высокой. За период между двумя циклами обследований наблюдается тенденция увеличения площадей почв с повышенной обеспеченностью подвижным калием, за счет снижения площади почв с высоким содержанием. Следовательно, снижение калийного уровня почв за этот период составило 4 мг/кг почвы. Отмеченное не согласуется со средними данными по Закамью (Нуриев, 2009). Согласно С. Ш. Нуриеву в Закамье увеличиваются площади почв с низким содержанием обменного калия. В целом высокое содержание в почвах хозяйства обменного калия связано с тяжелым гранулометрическим составом почвообразующих пород и почв этой зоны, что обеспечивает этим

почвам высокую буферность и предотвращает дестабилизацию калийного состояния почв.

В интенсивном земледелии важное значение имеет оптимальное соотношение не только между азотом, фосфором и калием, но и между азотом и серой, т.к. нехватка серы при избытке или оптимуме азота приводит к нарушениям в белковом обмене.

Содержание подвижной серы в почвах хозяйства (средневзвешенное) составляет 5,9 мг/кг, что соответствует низкой степени обеспеченности, варьируя в пределах от низкой до средней степени обеспеченности (2,5 ... 10,8 мг/кг). Для оптимизации питания растений рекомендуется в черноземах с низким содержанием серы внесение ее под рапс, люцерну, горох, капусту, картофель до 80 – 120 кг/га д.в. серы, а под зерновые – 70 – 100 кг/га, а со средним содержанием соответственно 70 – 80 и 60 – 70 кг/га серы.

Однако серные удобрения в хозяйстве не применяются.

По содержанию микроэлемента молибдена черноземы хозяйства характеризуются от низкой до высокой степени обеспеченности для 1 группы растений, а по содержанию бора они все высокообеспечены.

#### 4.4.2. Изменение гумусного состояния почв

Существующая система земледелия и принятые севообороты не отвечают требованиям современного адаптивного земледелия. Здесь отметим малую площадь многолетних трав в структуре посевных площадей, (табл. 4.2.1), которые выполняют целый ряд функций, связанных с питанием растений, воспроизводством гумуса и защитой почв от эрозии и дефляции.

Содержание гумуса в почве - важнейший показатель, определяющий все остальные ее свойства. Изменение гумусового состояния почв за 12 лет коснулось пахотных почв. Наиболее резко снизилось содержание и запасы гумуса в черноземах, которые являются самыми плодородными почвами хозяйства. Снижение гумуса за 12 лет составило 0,2% или 5 т/га или 0,425 т/

га в год. Эти данные в несколько превышают среднестатистические данные по Закамью, приведенные в «Справочнике агрохимика» (Давлятшин, 2013).

Расчеты показывают, что ежегодно черноземы хозяйства в пашне теряют 425 кг/га гумуса и оно связано с неправильным ведением хозяйства.

Сравнительный анализ материалов почвенных обследований показал, что возросла степень эродированности земель. К настоящему времени около 652 га земель хозяйства подвержена в той или иной степени водной эрозии, а 1000 га является эрозионноопасной. Отмеченное связано, в первую очередь с высокой степенью распаханности почв, не соблюдением противоэрозионных мероприятий в пашне и усилением техногенной эрозии.

Обзор таблицы 4.4.2 показывает, что за 12 лет интенсивного хозяйствования почвы хозяйства со всей пашни потеряли 30500 тонн гумуса, что составляет за год 2542 тонн. Убыль гумуса в пашне за год составила 0,425 т/га или 425 кг/га.

#### 4.4.2. Динамика содержания гумуса в почвах пашни

Градации по содержанию гумуса	Пределы колебаний показателя, %	Площадь пашни, га	
		2012 год	2001 год
Очень низкое	0.1-2.1	-	-
Низкое	2.1-4.0	94	94
Среднее	4.1-6.1	993	606
Повышенное	6.1-8.1	5024	5411
Высокое	8.1-11.0		-
Итого		6111	6111
Средневзвешенно		6,2	6,4

е сод., %			
Запас гумуса в слое 0-25 см, т/га		155	160
Убыль гумуса: т/га за 12 лет за год, т/га Со всей площади, т За 12 лет За 1 год		- 5,0 -0,425 - 30500 - 2542	
Требуемое кол-во орг. удобр. для простого воспроизводства гумуса : На 1 гектар ,т/га; На всю площадь пашни , т		10,0 61110	

#### 4.5 . Баланс агрохимических показателей плодородия почв в земледелии хозяйства

Проводили расчеты баланса элементов питания за 16 лет ( 2001-2016 г.г.). Как видно из данных таблицы 4.5.1, за этот период хозяйствования всего внесено всего 948 кг на 1 га минеральных удобрений, в том числе 556 кг азотных, 232 кг - фосфорных и 160 кг калийных. Кроме минеральных внесено 42 т/га органических удобрений – навоза. Следовательно, в составе навоза внесено дополнительно (учитывая процентное содержание NPK в навозе соответственно 0,5; 0,25; 0,6 %) 210 кг азота, 105 кг фосфора и 252 кг калия. Таким образом, суммарное поступление в почву элементов питания составит 766 кг азота, 337 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 412 кг K<sub>2</sub>O (табл. 13). С учетом всех статей прихода поступило в почву всего за этот период 976 кг/га азота, 337 кг/га фосфора и 412 кг/га калия.

За это время выращен урожай зерновых 600 ц на 1 га площади и примерный вынос азота, фосфора и калия за этот период составил, соответственно 1710 кг азота, 580 кг фосфора и 1510 кг калия.

За это время суммарное отчуждение азота, фосфора и калия из почвы (с урожаем, вымывание, газообразные потери, потери от эрозии) составило соответственно 1920 кг/га; 616 кг/га; 1810 кг/га ( табл. 4.5.1).

Согласно расчетам, в земледелии хозяйства за последние 16 лет сложился отрицательный баланс элементов питания. Возмещение выноса составил по азоту 48 %, по фосфору 54 % и по калию 25 %, т.е. по всем элементам питания складывается резко отрицательный баланс. Особенно удручающий баланс по калию. Однако при резко отрицательном балансе фосфора и калия хотя и происходит снижение фосфатного и калийного потенциалов почв (см. выше), но оно выражено не так резко.

Содержание подвижного фосфора за 12 лет снизилось на 13 мг/кг почвы, а подвижного калия - всего на 4 мг/кг почвы.

Последнее по-видимому связано с тяжелым гранулометрическим составом почв и их высокой буферностью. Возможно, оно связано с частыми и глубокими обработками почвы, что ведет к распылению почв и освобождению фиксированного калия, о чем отмечали также И.Д. Давлятшин и др. ( 2013).

#### 4.5.1. Баланс азота, фосфора и калия, кг/га

Статьи баланса	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	Приход		
Минеральные удобрения	556	232	140
Органические удобрения	210	105	252
С семенами			10
Фиксация атмосферного азота	100	-	
симбиотическое	70	-	-

несимбиотическое	30	-	-
с осадками	10		-
Всего	976	337	402
	Расход		
Вынос с урожаем	1920	616	1590
Вымывание	50	-	30
Газообразные потери	27	-	-
Потери от эрозии	33	10	10
Всего	2030	626	1630
Баланс, кг/га	-1054	-279	-1228
Возмещение выноса, %	48	54	25

Д.Н.Прянишников допускал неполное возмещение калия ( в пределах 70-80%), а в земледелии этого хозяйства оно не допустимо мало. Таким образом, к настоящему времени почвы хозяйства характеризуются достаточно высоким плодородием: они потенциально богатые как валовыми, так и подвижными элементами питания, поля ровные со спокойным рельефом, рельеф слабо расчленен овражно-балочной сетью и почвы относительно мало подвержены эрозии. Большой дефицит в применении органических удобрений может ухудшить обеспеченность почв элементами питания и, в первую очередь, дестабилизировать гумусовое состояние почв -главного показателя их потенциального плодородия.

4.6. Экономическая оценка эффективности сельскохозяйственного производства в хозяйстве

4.6.1. Показатели экономической эффективности за 2014- 2016 годы

Показатели	Годы			Средние значения	
	2014 г	2015 г	2016 г	По району	По РТ
1.Стоимость ВП в сопоставимых ценах		1025			

1994 г (тыс.руб), всего, в т.ч. : - на 100 га сельхозугодий	16.1		734,1	347,5	243,2
- на 1 среднегодового работника	580	369	48,0	35,4	22,6
- на 100 руб. ИП	40	50	3,9	4,1	3,31
2.Выручка от реал.продукции, тыс. руб	88665	56471	79479		
3.Полная себест.реал.продукции, тыс.руб	86600	54690	72748		
4.Прибыль , тыс.руб.	2005	1981	6728		

Как видно из таблицы 4.6.1, экономические показатели хозяйства выше средних данных по республике и по району. По некоторым показателям, например, по стоимости валовой продукции в сопоставимых ценах 1994 г (тыс.руб), в целом и в том числе на 100 га сельхозугодий думаю и- на одного среднегодового работника они выше. Экономические показатели колеблются по годам, но в целом хозяйство прибыльное и они имеют тенденцию улучшения.

При достижении наименьших потерь продукции при уборке, транспортировке и хранении, освоения наиболее комплексной механизации производства продукции и повышения качества произведенной продукции, при правильном сочетании техники можно еще больше улучшить экономическую ситуацию в хозяйстве.

#### 4.7. Разработка мероприятий по воспроизводству плодородия почв хозяйства

Для простого воспроизводства гумуса требуемое количество органических удобрений согласно нашим расчетам составляет около 10 тонн на 1 гектар, а на всю площадь пашни требуется 61 тысяча тонн . Проведенные расчеты показали, что годовое накопление навоза в хозяйстве исходя из видов и поголовья скота составит 13600 тонн, при необходимом 61 тысяч тонн ( табл. 4.7.1).

##### 4.7.1. Годовое накопление навоза в хозяйстве

Виды скота	Поголовье	Выход навоза на 1 голову	Накопление навоза, т
КРС	1500	8	12000
Свиньи	1000	1,25	1250
Лошади	50	7	350

Всего			13600
-------	--	--	-------

Расчетные нормы органических удобрений приведены исходя из запасов гумуса в пахотном слое почв, с учетом коэффициентов минерализации гумуса под ведущими с.-х. культурами и изогумусного коэффициента, т.е. показателя гумификации навоза. Нормы органических удобрений с целью простого воспроизводства гумуса рассчитываются по формуле:

$$N_{op} = \frac{Г \times П}{100 \times КИ}, \text{ где}$$

$N_{op}$  – норма органических удобрений, т/га;

$Г$  – запас гумуса, т/га;

$П$  – коэффициент минерализации (потерь) гумуса, %;

$КИ$  – изогумусный коэффициент = 0,17.

При зерново-пропашном севообороте (принятый в хозяйстве)  $П$  - коэффициент минерализации (потерь) гумуса для черноземов равен 1,1.

Годовая потребность хозяйства в органических удобрениях составляет всего ( $N_{op} \times S_{пашни}$ ) = 61110 тонн или в среднем 10 т/га.

Хозяйство может заготавливать всего 13600 тонн навоза. До расчетной нормы для поддержания бездефицитного баланса гумуса недостает  $(61110 - 13600) =$  около 47 тысяч тонн органических удобрений.

Одна из причин убыли гумуса является недостаточное внесение органических удобрений. За последние 16 лет вносили всего около 42 т/га навоза, что приходится около 2,5 т/га в год, это составляет 1/4 часть расчетной нормы.

Требуемое количество органических удобрений для простого воспроизводства гумуса на всю площадь из расчета 10 т/га составляет 61 тысяч тонн. Годовое накопление навоза приводится в таблице 4.7.1. Имеющееся поголовье скота позволяет накопить 13600 тонн навоза в год или же в среднем около 2,3 т/га.

Существующая структура посевов не может обеспечить положительный баланс гумуса, так как в ней предусмотрена площадь многолетних трав всего-то около 600 га, что составляет 9,9% от площади пашни.

Расчеты баланса гумуса выявили дефицит гумуса по хозяйству 2542 тонны в год, что составляет 0,425 т/га.

Мониторинг плодородия почв пашни показал, что за последние 12 лет интенсивное использование почв хозяйства способствовало ухудшению некоторых агрохимических показателей плодородия, и не обеспечила бездефицитный баланс гумуса в почвах хозяйства. Для восполнения имеющегося дефицита требуется дополнительно к имеющемуся внести 47 тысяч тонн навоза по хозяйству или 10 т/га. Поэтому требуется разработать мероприятия по воспроизводству гумуса в почвах пашни.

Поскольку существующая структура посевных площадей не может обеспечить бездефицитный баланс гумуса, то встает задача ее изменения.

В рыночных условиях хозяйствования весьма актуально поддержание такого баланса с наименьшими затратами, что возможно внесением изменений в структуру посевных площадей, систему удобрения и обработки почв. Нами рекомендуются следующие изменения в структуре посевов на 2018 год. Необходимо увеличить площадь многолетних трав и довести до 1200 га., часть чистого пара (350 га) отвести под сидеральный пар.

По нашим расчетам, чтобы предотвратить убыль гумуса необходимо воспроизводить 2542 тонны гумуса в год на всей площади пашни. Нами разработаны следующие мероприятия. Намечаемые мероприятия по простому воспроизводству гумуса в почвах разработаны с учетом возможного накопления навоза в хозяйстве и рекомендуемых изменений в структуре посевов. Расчет простого воспроизводства гумуса приводится ниже.

Итак, около 13 тыс. т. навоза можно накопить и вносить за счет имеющегося поголовья скота, что позволит восполнить около 952 т. гумуса. Навоз следует вывозить на ближние поля, чтобы вывоз его был

экономически оправдан. Остается дефицит гумуса ( 2452 т – 952т ) = 1500 тонн. Этот дефицит гумуса ( 1500 тонн ) следует восполнить за счет изменения структуры посевов . В рекомендуемой структуре посевов на 2018 год намечаются следующие изменения:

- 1) Увеличивается площадь многолетних трав до 20 % пашни, что составит 1200 га., следовательно, дополнительная площадь составит 600 га. На площади 1 гектар многолетние травы накапливают 0,9 т гумуса (Давлятшин, 2013). На этой площади можно восполнить  $600 * 0,9 \text{ т.} = \mathbf{540 \text{ т}}$  гумуса в год.
- 2) Вводится сидеральный пар, взамен чистого пара, и площадь сидерального пара планируется довести до 350 га. При урожае донника 300 ц/га =  $350 * 30 \text{ т} = 1050 \text{ т}$  , которая позволяет накопить  $1050 * 0,06 = \mathbf{630 \text{ т}}$  гумуса.
- 3) Солома является важным источником органического вещества. В хозяйстве имеются комбайны с измельчителями соломы, поэтому на площади 1500 га рекомендуется запахивать измельченную солому, что позволит накопить 525 тонн гумуса.

За счет перечисленных источников можно накопить гумуса ( 952 т + 540 т +630 т + 525 т) = **2645 тонн**, что вполне позволяет накопить требуемое количество гумуса. Результаты расчетов приводятся в таблице 4.7.2.

#### 4.7.2. Простое воспроизводство запасов гумуса ( на 1 год)

Источники	Площадь, га	Количество, т	Количество образ. гумуса, т
Навоз		13200	952
Многолетние травы (ПКО)	<b>600</b>		540
<b>Сидеральный пар</b>	<b>300</b>		550
<b>Солома</b>	<b>1500</b>	3000	<b>525</b>
<b>Итого</b>			<b>2645</b>

<b>Требуемое количество</b>			<b>2542</b>
-----------------------------	--	--	-------------

\* Примечание. Коэффициенты гумификации взяты согласно «Справочника агрохимика» (Давлятшин и др., 2013).

Таким образом, в структуре посевных площадей за счет увеличения площадей многолетних трав до 1200 га (20 % пашни) и введения сидерального пара (взамен чистого) до 350 га и запахивания соломы на площади 1500 га можно достичь простого воспроизводства гумуса в почвах пашни, т.е. достичь положительного баланса гумуса в почвах хозяйства.

При этом следует иметь в виду то, что рекомендуется внесение размельченной соломы одновременно с азотным удобрением из расчета 10 кг азота д.в. на 1 тонну соломы.

Таким образом, проведенные расчеты показывают возможность положительного баланса гумуса в земледелии хозяйства, так как требуемое количество гумуса для восполнения составляет **2542 тонны**, а суммарное количество гумуса за счет навоза и альтернативных источников пополнения запасов гумуса получилось **2645 тонн**.

Следует особо отметить, что борьба с водной эрозией является важнейшим условием оптимизации гумусового состояния почв хозяйства и в целом их плодородия.

Следовательно, изменив структуру посевов и применяя не сложные агротехнические и организационные мероприятия можно управлять плодородием почв хозяйства и ее гумусовым состоянием, изменив отрицательный баланс гумуса на положительный.

## 5. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Охрана окружающей среды представляет систему мер, которые направлены на рациональное использование природных ресурсов, на их сохранение и восстановление, а также предупреждение вредных воздействий на природу и человека. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (2002 г.) является основной законодательной базой для решения вопросов охраны окружающей среды. Поскольку объектом сельскохозяйственного производства являются почвы и сельскохозяйственные растения, то основное внимание должно быть направлено на охрану почв и растений от вредных природных и антропогенных воздействий, в т.ч. агрохимикатов, эрозии, дефляции, дегумификации, деградации и т.д.

Неразумное применение минеральных удобрений, агрохимикатов и пестицидов в агроландшафтах могут причинить серьезный урон экологии. Снижение отрицательного их агроэкологического эффекта можно путем применения гранулированных и пролонгированных форм удобрений. Они имеют улучшенные физические свойства за счет гранулирования и пролонгирования.

Миграция биогенных элементов в профиле почвы – вымывание (выщелачивание), а также поверхностный смыв их является важным

экологическим критерием их применения ( Добровольский, 1985). Из почвы из анионов нитраты и хлор, а из катионов калий вымываются очень активно. В целях избежания потерь элементов питания минеральные удобрения необходимо применять рационально и сбалансированно. Это позволит улучшить экологию почвы, среды, урожая и живых организмов.

Хранение минеральных удобрений и ядохимикатов должны быть на особом контроле. Санитарно-гигиенические требования к территории и складским помещениям таковы. Для приема, хранения и отпуска минеральных удобрений и пестицидов используют склады. Склады размещаются вне населенных мест с подветренной стороны по отношению к жилому поселку, на затопляемых участках. Усадьбы складов озеленяют и содержат в чистоте, ямы, используют для технических целей, ограждают. Проходы и проезды должны быть свободны для движения, дороги иметь соответствующее покрытие и достаточно освещены.

Места для сбора и хранения отходов, содержащих химические небезвредные вещества, должны полностью исключить загрязнение почвы, подземных вод и атмосферного воздуха. Отбросы и мусор собирают в отдельные сборники, оборудование плотно закрываются крышками.

При размещении складов и баз минеральных удобрений и пестицидов учитывают санитарные разрывы, которые от складов до производственных зданий складов не менее 20 м, до бытовых помещений – 25 м, до прочих зданий – 50 м. Для создания безопасных условий работы при базах и складах минеральных удобрений и пестицидов должны быть:

- специальные помещения для технического ухода за машинами и механизмами и зарядки аккумуляторов;
- компрессорная установка для очистки машин;
- бытовые помещения (пропускник с гардеробом, душевые, умывальные, помещения для хранения и обезвреживания спецодежды, помещения для приема пищи ), обеспечение водоснабжением, канализацией, отоплением, естественной и принудительной вентиляцией;

-спецодежда;- средства индивидуальной защиты, аптечки первой помощи, инструкции и плакаты по технике безопасности.

Воздух, содержащий пыль, вредные газы и пары, очищают перед выбросом в атмосферу и удаляют местными отсосами. При этом концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе не должны превышать предельно допустимые, а в зонах забора воздуха системами вентиляции 30 % предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны производственных помещений.

В помещениях, где возможно выделение в воздух вредных паров, газов и пыли, систематически исследуют в сроки, согласованные с местными органами санитарного надзора.

Агрохимикаты должны храниться в типовых хранилищах, специальных столах и полках согласно инструкции. В хозяйстве все это соблюдается.

Забота о сохранении и постоянном повышении плодородия земли является залогом обеспечения повышения урожайности и продовольственной безопасности конкретного хозяйства и в целом страны, так как земля наше главное богатство, она основа успеха и экономического роста сельскохозяйственного производства. Сохранение и постоянное повышение плодородия почв является критерием успешного рационального землепользования. Соблюдение регламентов и Законов по охране и рациональному использованию земель должно служить экологически сбалансированному использованию землепользования.

Мероприятия по экологической сбалансированности землепользования можно объединить в 4 группы: организационно-хозяйственные, агротехнические, лесолугомелиоративные, гидротехнические. Организационно-хозяйственные мероприятия включают размещение правильных севооборотов, к сожалению, в хозяйстве нет полностью освоенных севооборотов. Хотя они и имеются, но постоянно нарушаются по различным причинам .

Лесолугомелиоративные мероприятия предусматривают облесение склонов и скатов оврагов, балок. Облесенность пашни составляет 0,5-1,5 %, предполагается увеличение до 4 %.

Из агротехнических мероприятий в хозяйстве проводятся: вспашка поперек склона (125 га), плоскорезная обработка (700 га), щелевание (180 га). Эти же мероприятия актуальны и в борьбе с эрозией почв.

Применение пестицидов регламентируются соответствующими ГОСТами и составлена картограмма ПДУП (предельно-допустимых уровней применения пестицидов).

В целях борьбы с поверхностным стоком и улучшения экологии предполагается обвалование животноводческой фермы, кладбищ и площадки компостирования. Разработанные меры по воспроизводству плодородия почв и охраны окружающей среды в хозяйстве направлены на сохранение главного богатства страны, хозяйства – почв.

## 6. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Интенсивное использование пахотных земель хозяйства ООО «Агрофирма Южная» Нурлатского района Республики Татарстан за последние 12 лет привело к снижению содержания гумуса в среднем на 0,2 %, а запасов на – 5 т/га.

2. Снижение темпов применения удобрений и известкования, повышение интенсивности земледелия за последние 12 лет, а также несбалансированность элементов питания в составе внесенных удобрений способствовало к некоторому снижению калийного и фосфатного потенциалов и подкислению черноземов.

3. Внедрение инновационных приемов по оптимизации минерального питания и защите растений, внедрение новых устойчивых высокоурожайных сортов способствует получению стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур и вести хозяйство экономически эффективно, то есть с прибылью.

4. Для простого воспроизводства гумуса в почвах хозяйства внесение органических удобрений необходимо довести до 10 т/га в год, используя различные источники восполнения гумуса.

#### **Предложения производству:**

1. Для улучшения агрохимических показателей плодородия почв хозяйства рекомендуется внесение минеральных удобрений в научно-обоснованных дозах и соотношениях, проводить поддерживающее их известкование.

2. В целях обеспечения бездефицитного баланса гумуса в почвах хозяйства рекомендуется изменить структуру посевных площадей, увеличив в ней долю многолетних трав до 20 %, сидеральных паров до 10 % и запахивать измельченную солому совместно с азотным удобрением из расчета 10 кг азота на 1 тонну соломы.

### **7. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аксанов В.А. Агрохимическая оценка почв Закамья Республики Татарстан. Казань 2006. 157 с.

2. Беляев А.Б. Экологическое состояние черноземов заповедных территорий Воронежской области / А.Б. Беляев, Н.А. Протасова, Н.С. Горбунова, А.А. Воронин // Модели и технологии. - Курск, 2003. - С. 117-119.

3. Воронин А.А. Динамика ферментативной активности чернозема обыкновенного в условиях полевого стационарного опыта Федерального полигона «Каменная степь» / А.А. Воронин, Н.А. Протасова, Н.С. Беспалова // Вестник ВГУ. – Воронеж, 2006. - № 2. – С. 18-25.

4, Давлятшин И.Д. Справочник агрохимика. Казань. Изд. Меддок., 2013. 299 с.

5. Гаффарова Л.Г . Влияние длительного применения удобрений в полевом севообороте на гумусовое состояние серой лесной почвы./ Гаффарова Л.Г., Муртазина С.Г., Муртазин М.Г., Сабирова А.Р.// В кн.: Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков. Матер. научно- практ. конф. . – Казань: Изд-во Казанского ГАУ. -2016. – С. 56- 60.

6. Гайсин И.А. Оптимизация ассортимента средств химизации и питания в земледелии. / Гайсин И.А., Спичков В.Г., Закиров Э.И.// В.кн.: Проблемы повышения конкурентоспособности и эффективности аграрного сектора в рамках Всемирной Торговой Организации и Таможенного Союза. Вып. 8 - Казань: Издательство «ЗнакС» - 2014. – С. 290-295.

7. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды РТ в 2012 году.- Казань, 2013. -275 с.

8. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы». - М: 2013.

9. Гришина Л.А., Орлов Д.С.// Система показателей гумусного состояния почв. – М.: Изд-во МГУ, 1978. -210с.

10 . Добровольский Г.В. // Охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 15, 80.

11. Завьялова Н.Е. Гумусное состояние и азотный фонд дерново-подзолистой почвы Предуралья в условиях интенсивного землепользования . /Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Соснина И.Д. // Агрохимия,- 2004. № 9. - С. 21-25.

12. Завьялова Н.Е.Влияние извести на показатели плодородия дерново-подзолистой почвы . / Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Митрофанова Е.М. // Плодородие.-2015.№1.-С. 26-28.

13. Завьялова Н.Е. Изменение основных агрохимических параметров плодородия дерново-подзолистой почвы под влиянием длительного применения систем удобрений./ Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Ямалтдинова В.Р. // Доклады РАСХН.- 2014. № 3.- С. 75-76.

14. Завьялова Н.Е. Регулирование содержания и состава органического вещества в полевом севообороте. Матер. Регион. Совещ. научных учреждений- участников Геосети Северо-восточного уральского регионов. Москва ВНИИА, 2013. С. 29-35.

15. Замятин С.А. Баланс фосфора в полевых севооборотах . / С.А. Замятин , Е.М. Измestьев//. Матер. Регион. Совещ. научных учреждений- участников Геосети Северо-восточного уральского регионов. Москва ВНИИА, 2013. С. 35-38.

16. Картограммы агрохимических обследований полей ООО «Агрофирма Южный» Нурлатского района Республики Татарстан. Альметьевск, 2012.

17. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение./ В.И. Кирюшин.-М.: Колос, 2010. - 590с.

19. Кирюшин В.И. Концепция оптимизации режима органического вещества в агроландшафтах. / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара , И.С. Кауричев //М.: МСХА, -1993.- 98 с,

20. Колоскова А.В. Гумусное состояние почв Волжко-Камской лесостепи / Колоскова А.В., Сакаева А.Х., Гилязова С.М.//– Казань, изд-во КГУ, 1985. 185 с.

21. Косолапова А.И. Основные результаты исследований в длительных стационарных опытах на дерново-подзолистых почвах Предуралья.. / А.И. Косолапова , Е.М. Митрофанова, Васбиева М.Т. и др.// Матер. Регион. Совещ. научных учреждений- участников Геосети Северо-восточного уральского регионов. Москва ВНИИА, 2013. С. 38- 51.

22. Лыков А.М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. /А.М. Лыков, А.Л. Еськов, М.П. Новиков // М.: Россельхозакадемия. - ГНУ ВНИИТИОУ, 2004. - 630 с.
23. Мудрых И.М. Продуктивность севооборота и содержание гумуса в почве при применении удобрений./ И.М.Мудрых, А.И.Косолапова, В.Р. Ямалтдинова и др.// Матер. Регион. Совещ.научных учреждений-участников Геосети Северо-восточного уральского регионов. Москва ВНИИА, 2013.С. 67-73.
24. Муртазина С.Г. Почвоведение с основами геологии./ С.Г.Муртазина , М.Г.Муртазин // Казань, 2012. -356 с.
26. Очерк о почвах колхоза «Рассвет» Октябрьского района РТ. Куйбышев, 1992.
25. Программа повышения плодородия полей по результатам 7-го цикла агрохимического обследования почв. 2001.
26. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почвы. – М.: Наука, 1982.
27. Тюрин И.В. Органическое вещество почв. М., Наука, 1965. 368с.
28. Щербаков А.П. К вопросу о деградации черноземов Каменной степи / А.П. Щербаков, Г.П. Покудин, А.А. Воронин, В.В. Шалыпин. // Деградация почвенного покрова и проблемы агроландшафтного земледелия: Материалы I Международной научной конференции. - Ставрополь, Ставропольская государственная сельскохозяйственная академия. - 2001. – С. 230–231.