

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Казанский государственный аграрный университет»

Агрономический факультет
Кафедра агрохимии и почвоведения

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

доцент, к.с.-х.н.

 Р.В. Миникаев

«___» _____ 2018 г.

Фатихова Ильмира Ринатовна

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, ХИМИЧЕСКИХ
МЕЛИОРАНТОВ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЧВ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАШНИ В УСЛОВИЯХ БУГУЛЬМИНСКОГО
МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

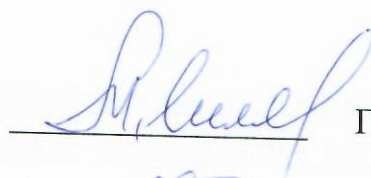
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра по направлению подготовки

35.04.03 – Агрохимия и агропочвоведение

по магистерской программе «Воспроизводство плодородия почв в условиях
усиления антропогенной нагрузки»

Научный руководитель:
профессор, д.с.-х. н.



Гилязов М. Ю.

Автор работы: студентка
заочной формы обучения



Фатихова И.Р.

Казань – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	3
1	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	5
2	УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	16
2.1	Агроклиматические условия зоны проведения исследований ...	16
2.2	Методика агрохимического обследования, проведение наблюдений, учетов и анализов	18
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	22
3.1	Состав почвенного покрова	22
3.2	Уровень применения удобрений и химических мелиорантов	25
3.2.1	<i>Применение минеральных удобрений.....</i>	25
3.2.2	<i>Применение органических удобрений</i>	29
3.2.3	<i>Известкование и фосфоритование кислых почв</i>	32
3.3	Динамика агрохимических свойств почв района за 50 лет и их зависимость от уровня применения удобрений и химических мелиорантов	35
3.3.1	<i>Динамика содержания гумуса 1</i>	35
3.3.2	<i>Динамика кислотно-основных свойств</i>	38
3.3.3	<i>Динамика содержания подвижных форм фосфора 3</i>	44
3.3.4	<i>Динамика содержания подвижного калия 4</i>	48
3.3.5	<i>Динамика содержания подвижных форм 5 микроэлементов и серы</i>	53
3.4	Корреляция урожайности зерновых культур от уровня применения удобрений и химических мелиорантов	57
3.5	Корреляция урожайности зерновых культур от агрохимических свойств пахотных почв	62
3.6	Динамика хозяйственного баланса основных питательных элементов в земледелии района	67
3.7	Экономическая эффективность применения удобрений в условиях Бугульминского муниципального района	73
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	79
	ПРИЛОЖЕНИЯ	87
	<i>Приложение</i>	
	<i>1</i>	88
	<i>Приложение 2</i>	89
	<i>Приложение 3</i>	90
	<i>Приложение 4</i>	91

ВВЕДЕНИЕ

Главное предназначение аграрно-промышленного комплекса - стабильное обеспечение населения страны качественными продуктами питания, а промышленность – сырьем. Для этого необходимо проводить всемирную интенсификацию сельскохозяйственного производства при одновременном усилении работ по охране природы [Ахметов, 2001; Ягодин и др., 2003].

Стабильное развитие сельского хозяйства невозможно без бережного отношения к земельным ресурсам. Земля - главное средство производства в сельском и лесном хозяйстве. От свойств верхнего плодородного слоя земли – почвенного покрова в большой степени зависит продуктивность сельского хозяйства [Троц, 2011].

Помимо производительной функции, благодаря которой обеспечивается производство львиной доли продовольствия, почвенный покров выполняет огромную санитарную роль. Именно почвы играют роль природных фильтров, задерживая и трансформируя целые «букеты» различных загрязняющих веществ.

Вместе с тем, самоочищающаяся способность почвы не беспредельна и она сама нуждается в защите и постоянном заботе о воспроизводстве плодородия. В воспроизводстве почвенного плодородия и повышении урожаев сельскохозяйственных культур огромная роль принадлежит удобрениям. Удобрения необходимы для возврата в почву тех питательных элементов, которые отчуждаются из почвы в составе урожая [Черников и др., 2000].

Применение удобрений - надежный путь повышения плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур, увеличения производства продуктов питания для населения и сырья для промышленности [Муравин, 2003; Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004, 2006].

Удобрения могут не только обеспечить сохранение плодородия почв при росте урожайности культур, но и его расширенное воспроизводство. Однако высокая эффективность удобрений, ставших, как известно, весьма дорогими, достигается лишь тогда, когда они вносятся в соответствии с биологическими требованиями растений и с учетом обеспеченности почв элементами питания, то есть на основе научно обоснованной системы применения удобрений. Поэтому в настоящее время надо предъявить к руководителям хозяйств более высокие требования к использованию туков, а также максимальному накоплению и внесению в почву органических удобрений [Башков, 1999; Ефимов и др., 2002; Гайсин и др., 2004; Алиев и др., 2005].

Необходимо определить меры по созданию в хозяйствах необходимых условий с тем, чтобы максимально сократить потери минеральных и органических удобрений, других агрохимикатов при ее транспортировке, хранения и внесения в почву.

Должна быть поднята ответственность агрохимической службы за эффективное использование минеральных удобрений и других средств химизации, за внедрение в производство достижений науки и техники, передового опыта [Методические указания, 2003; Лебедева, Едемская, 2004].

Плодородие почвы снижается там, где человек пренебрегает факторами своего активного воздействия, использует земли без учета биологического круговорота в земледелии каждого жизненно важного элемента плодородия. Для поддержания плодородия приходится возвращать в почву все большее количество питательных элементов, которыми она обедняется в результате растущих урожаев и существующих потерь [Минеев, 2004, 2006].

Почва - наиболее ценный и трудновосполнимый компонент природной среды, от состояния которого зависят продовольственные ресурсы и жизнь человеческого общества. Поэтому любая деятельность человека должна быть направлена на сохранение и преумножение плодородия почвы.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Значение почвенного покрова в сельском хозяйстве. Почвенный покров – особое органоминеральное естественноисторическое природное образование, возникшие в результате воздействия живых организмов на минеральный субстрат и разложение мертвых организмов, влияние природных вод и атмосферного воздуха на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа в гравитационном поле Земли [Муха, 2003; Кирюшин, 2010].

Педосфера или почвенный покров представляет собой важнейший компонент биосферы. Его значение для жизни общества определяется тем, что почва является основным источником продовольствия, обеспечивающим более 90 % продовольственных ресурсов населения планеты. Кроме того, земля является местом, пространством для размещения промышленных и иных предприятий, дорог, линий электропередач и т. д. Именно в связи с этим, земля является первейшим условием жизнеобеспечения и развития производительных сил человечества [Черников и др., 2000; Кирюшин, 2010].

Для аграрного производства важнейшим свойством почвенного покрова представляется его плодородие. Плодородие – это совокупность разнообразных свойств почвы, обеспечивающих нормальный рост, развитие растений и формирование урожая сельскохозяйственных и лесных культур. В результате комплексного воздействия так называемых почвообразующих факторов в различных климатических зонах образуются большое множество типов, подтипов, родов и разновидностей почв, обладающих различным

потенциальным плодородием. Потенциальное плодородие определяется общим запасом питательных веществ в почвенной толще, а также ее водным, воздушным и тепловым режимами.

Земля в сельском хозяйстве выступает в качестве производительной силы благодаря своему естественному плодородию, которое не остается постоянным. Естественное плодородие почв может быть существенно изменено в ту или иную сторону в ходе сельскохозяйственного освоения и использования. Примерами повышения естественного плодородия почв являются высококультурные почвы Нечерноземья – подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные почвы, на которых удастся получить хорошие урожаи требовательных к плодородию почв: сахарной свеклы, яровой и озимой пшеницы, кукурузы [Минеев, 1999; Курганова, 2002; Коломейченко, 2007].

С другой стороны, немало примеров постепенной деградации высокоплодородных черноземных почв, в результате их подкисления, подщелачивания, уплотнения, загрязнения, как в результате несоблюдения научных рекомендаций возделывания сельскохозяйственных культур, так и в результате деятельности промышленных и коммунальных предприятий. На таких деградированных землях резко снижается урожайность сельскохозяйственных культур, вплоть до полной гибели, и ухудшается качество растениеводческой продукции. Поэтому любое использование земельных ресурсов (сельскохозяйственное, лесное, промышленное и т. д.) должно осуществляться с соблюдением всех научных рекомендаций и с учетом передового опыта на основе долгосрочных программ и обязательной государственной поддержки [Панников, 2003; Нуриев и др., 2009].

Сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв невозможно осуществить без комплексного подхода, одновременного и разнопланового воздействия на почвенный покров агрохимическими, агрофизическими, агромелиоративными и агробиологическими приемами. Только при таком подходе к воспроизводству почвенного плодородия можно

ожидать постепенное повышение потенциального плодородия почв и максимального его использования для высокоэффективного ведения сельскохозяйственной отрасли. В этом ряду мероприятий, направленных на сохранение и повышение почвенного плодородия, ведущая роль принадлежит удобрениям [Ягодин и др., 2003; Кирюшин, 2010].

Роль удобрений и химических мелиорантов в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородии почвы. В современных условиях, когда для обеспечения растущего населения мира продовольствием нет реальной возможности освоения новых земель, остается один путь - интенсификации земледелия. Для интенсификации земледелия, в свою очередь, требуется обеспечение расширенного воспроизводства плодородия почв. Поступление питательных веществ в почву должно заметно превышать их расход из почвы. К сожалению, пока об этом можно только мечтать, так как на практике пока все складывается наоборот.

Из-за резкого уменьшения применения удобрений в нашей стране за последние десятилетия, сложился почти повсеместный отрицательный баланс питательных элементов. Для предотвращения дальнейшей деградации земель Российской Федерации необходимо принимать срочные меры по увеличению доли используемых в стране удобрений. Ведь из огромного количества производимых в стране удобрений своими сельхоз товаропроизводителями используется чуть более 10 % [Панников, 2003; Павлова, 2004].

А ведь при вкладывании в сельское хозяйство серьезных средств человек может обеспечить расширенное воспроизводство плодородия почв и преобразить землю.

В руках современного человека находится целый комплекс приемов – научно обоснованная механическая обработка почвы, чередование культур, орошение и осушение, химическая мелиорация, внесение органических, минеральных и бактериальных удобрений, искусственных

структурообразователей, позволяющих улучшить водно-воздушный, тепловой, питательный режимы и биологическую активность почв [Муха, 2003; Коломейченко, 2007; Кирюшин, 2010]

Среди этих приемов особое место занимают удобрения – минеральные, органические вещества и биологические препараты, улучшающие питание растений и повышающие плодородие почв. Удобрения призваны вернуть в почву те питательные вещества, которые отчуждаются в составе урожая. Поэтому повышение урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без адекватного увеличения применения удобрений, и попытки отказаться от применения удобрений неизбежно приведут к постепенному агрохимическому истощению почв, даже самых плодородных [Кореньков, 1999; Панников, 2003; Ягодин и др., 1989, 2003].

Академик В.Г. Минеев ещё в 2006 году отмечал, что несмотря относительно невысокий уровень урожайности по стране (1,5 т/га зерновых единиц) за последние 10-12 лет ежегодный вынос питательных веществ из сельскохозяйственных земель РФ более чем в пять раз превышает возмещение их в составе органических и минеральных удобрений. В результате этого в большинстве регионов страны наметилось снижение почвенного плодородия сельскохозяйственных земель.

Г.С. Павлова (2004) отмечала, что только за полторы десятилетия конца 20 и начала 21 века применение минеральных удобрений снизилось в 9 раз, органических - в 7, химических средств защиты растений - в 8, работы по химической мелиорации уменьшились в 15-20 раз. По её данным, в 2001 г. в среднем по стране с минеральными и органическими удобрениями было внесено 18,8 кг/га питательных веществ, а вынесено из почвы с урожаем и сорняками 76,3 кг/га, т.е. отрицательный баланс составил 57,5 кг/га. Она же отмечает, что за годы реформ на рубеже веков из сельскохозяйственного обращения были выведены более 30 млн. га земель, в том числе 2 млн. га мелиорированных, многие из которых без значительных материальных затрат уже невозможно восстановить.

В нашей республике за годы реформ резкого снижения площадей сельскохозяйственных угодий не допущено, а в начале 90-х годов даже произошёл рост применения удобрений по сравнению дореформенным уровнем. Максимальная насыщенность пашни минеральными удобрениями (183 кг д. в./га) в Татарстане была достигнута в 1993 году. К сожалению, в дальнейшем и в нашей республике произошло существенное снижение уровня применения, как минеральных, так и органических удобрений [Ахметов, 2001; Гайсин, Гилязов, Алиев, Шакиров, 2004; Давлятшин и др., 2013; Чекмарев и др., 2015; Гилязов, Лукманов, Муратов, 2016].

По данным Ш.А. Алиева, В.З. Шакирова, С.Ш. Нуриева (2005), начиная со второй половины 90-х годов нового века, наблюдается ежегодное снижение объемов применения азота с минеральными и органическими удобрениями, что в свою очередь отразилось на степени его восполнения. Большой дефицит азота в земледелии республики сложился в 1997 году, когда при достигнутых рекордных урожаях зерновых (38,1 ц./га), высоких урожаях картофеля (118 ц./га), сахарной свеклы (197,0 ц./га) и других культур до 27 % азота (32,7 кг/га) потреблялось растениями из почвы. Возмещение выноса азота составило в том году лишь 73%. Естественным следствием сокращения объемов химизации за последние годы являлся отрицательный баланс азота в земледелии, интенсивность которого постепенно снижалось. В 2003 году возмещение расхода по азоту составило лишь 64,5%.

В последние годы в земледелии республики идет резкое снижение объемов применения фосфорных удобрений, в связи с чем с 1996 года в республике установлен отрицательный баланс фосфора (исключение 1998 год). Возмещение выноса по фосфору за период 1996 - 2002 гг. снизилось с 85 - 99 до 52 %, а в 2003 году составило всего лишь 36 % .

Очень тревожная обстановка в земледелии республики сложилась с балансом калия. Баланс калия оказался положительным только в 1986 - 1990

гг. (104%), а во все остальные годы отрицательным [Алиев, Шакиров, Нуриев, 2005; Чекмарев и др., 2015].

Баланс питательных веществ – важнейший прогнозный показатель изменения плодородия пахотных почв. Оценка направленности круговорота питательных веществ и степени интенсивности воздействия человека на круговорот и баланс питательных веществ в земледелии – важнейшая задача агрохимической науки. Именно знание складывающегося баланса биогенных элементов в агроценозах позволяет высокоэффективно применять удобрительные средства и оптимизировать питание сельскохозяйственных культур для повышения величины и качества урожая [Минеев, 1999, 2006; Донских, 2004; Мязин, 2009].

Для объективной оценки состояния плодородия почв необходимы длительные исследования круговорота и баланса питательных веществ во всех зонах страны [Куликова, 2007; Методы исследований, 2014].

Исследованиями многих научных учреждений установлены значительное количество нормативных показателей для разработки оптимальных параметров баланса гумуса, азота, фосфора и калия для различных типов почв [Васильев, Филиппова, 1988; Башков, 1999; Минеев, 2004; Ломако, 2001, 2007; Минакова и др., 2011; Давлятшин и др., 2013; Гилязов, Лукманов, Муратов, 2016].

Так, по данным В.Г. Минеева (2004), установлены оптимальные показатели содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах: в песчаных - 1,8-2,0; супесчаных - 2,0-2,5; суглинистых - 2,6-3,0 %. С учетом этих оптимальных значений гумуса, для поддержания уравновешенного баланса гумуса в данных почвах необходимо ежегодно вносить соответственно 16-18, 13-15 и 10-12 т/га навоза.

Для оптимизации баланса гумуса важен не только определенный уровень насыщенности пашни органическими удобрениями, но и другие сопутствующие факторы. В частности, на направленность процессов минерализации и гумусообразования большое влияние оказывают такие

факторы как известкование кислых почв и уровень применения минеральных азотных удобрений [Попов, 1997; Аканова, 2002; Небольсин, Небольсина, 2005; Ломако, 2007; Калимуллин и др., 2009; Лукманов и др., 2011; Минакова и др., 2011; Танделов, 2012].

В.Г. Минеев (2004) считает, что для поддержания оптимального содержания гумуса в кислых дерново-подзолистых и серых лесных почвах применение органических удобрений необходимо сочетать с известкованием и внесением азотных удобрений в дозах, покрывающих не менее 90 % выноса азота культурами севооборота, а также обязательное включение в структуру посевных площадей бобово-злаковых трав.

Определение баланса питательных веществ и гумуса в севооборотах и хозяйствах вызывает немалые трудности, так как многие зональные нормативные показатели, необходимые для таких расчетов, установлены весьма приблизительно. Существуют разные подходы к определению каждого источника поступления и расхода питательных веществ. В исследовательских целях количественные величины статей баланса принимаются на основании данных экспериментов, а для практических целей чаще всего пользуются справочными данными. Хотя статьи баланса хозяйства, зоны, республики носят относительный характер и часто претерпевают существенные изменения в зависимости от природных и хозяйственных факторов, определение баланса питательных веществ имеет большое значение для оценки уровня интенсификации земледелия [Попов, 1997; Ягодин и др., 1989, 2003; Филок, Шеларь, 2002; Донских, 2004; Минеев, 2004; Ломако, Бакиров, 2007; Мязин, 2009; Нуриев и др., 2009; Гилязов, 2011; Методы исследований, 2014].

Особое значение для воспроизводства почвенного плодородия имеет изучение круговорота и баланса азота. Размеры поступления азота в почву в большой степени определяются интенсивностью биологической азотфиксации различными группами diaзотрофов, выпадением азота атмосферными осадками, составом культур севооборота, уровнем

применения минеральных и органических удобрений и т. д. Необходимо помнить, что лишь внесением минеральных азотных удобрений невозможно и не следует стремиться установить оптимальный баланс азота в земледелии [Прянишников, 1965; Кореньков, 1999; Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004; Минакова и др., 2011].

Оптимизация круговорота и баланса азота и других веществ в земледелии важна не только с точки зрения эффективного применения удобрений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но с точки зрения охраны окружающей среды. Ведь потери азота и других питательных веществ из почвы и удобрений не только снижают продуктивность земледелия, но и вызывают эвтрофикацию водоемов, загрязняют грунтовые воды и обуславливают ряд других нежелательных явлений в окружающей природной среде [Черников и др., 2000; Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004; Алексеев, 2008].

Второй важнейший биогенный элемент – фосфор, изучение круговорота и баланса которого особенно актуальным стало сегодня [Храмов, 2001; Огороков, 2002; Минеев, 2006; Ломако, Бакиров, 2007; Ваулин и др., 2013].

По мнению ряда исследователей [Сычев и др., 2010; Ильюшенко, 2018], одной из главных характеристик общей окультуренности почв следует признать уровень обеспеченности почв подвижными формами фосфора. При этом, оценивая обеспеченность почв подвижными формами фосфора необходимо ориентироваться на ведущие и наиболее требовательные к уровню фосфорного питания культуры севооборота в конкретных почвенно-климатических условиях.

Чрезвычайная актуальность оптимизации баланса фосфора в земледелии обуславливается несколькими причинами. Во-первых, как в нашей республике, так и в целом по стране большие площади сельскохозяйственных земель имеют низкую обеспеченность подвижными формами фосфора. Во-вторых, большая часть внесенного в почву в составе

минеральных удобрений доступного растениям фосфора ретроградируется, то есть переходит в трудно растворимую форму, в связи с чем в год внесения коэффициенты использования растениями фосфора из минеральных удобрений не превышают 10-30 %. В-третьих, баланс фосфора в земледелии затрудняется большим дефицитом агрохимического сырья для производства фосфорных минеральных удобрений [Чириков, 1956; Муравин, 2003; Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004; Гилязов, Лукманов, Муратов, 2016].

До последнего времени не уделяется должного внимания исследованию круговорота и баланса калия в земледелии. А ведь недостаток подвижного калия тоже может быть лимитирующим фактором урожайности многих сельскохозяйственных культур, особенно, так называемых калиелюбивых. Недостаточное внимание со стороны исследователей к изучению баланса калия в земледелии и к применению калийных удобрений со стороны практиков объясняется тем, что общие запасы калия в большинстве почвах существенно больше, чем запасы азота и фосфора. Другая причина то, что в почвах существует динамическое равновесие между различными формами калия, благодаря чему использованные растениями доступные формы калия (обменная, водорастворимая) постепенно компенсируются за счет временно недоступных форм (необменная, в составе кристаллических решеток почвенных минералов, микроорганизмов) [Чириков, 1956; Пчелкин, 1966; Ониани, 1981; Прокошев, Богдевич, 1994; Минеев, 1999; Ягодин и др., 2003].

С научной точки зрения, для проведения детальных теоретических исследований по балансу питательных веществ, необходим учет возможных потерь питательных и других веществ вымываем, смывом, улетучиванием и т. д. Лизиметрические исследования позволяют более глубоко вскрыть закономерности изменения статей баланса и давать им научное объяснение. Особенно информативными становятся те эксперименты (полевые, модельные, лизиметрические), где в составе удобрений используются так

называемые меченые элементы [Минеев, 2004; Лукин, 2011; Методические указания, 2003; Методы исследований, 2014].

В тоже время для практических целей достаточно полезными следует считать и упрощённые расчеты хозяйственного баланса питательных веществ, где учитываются лишь основные приходные и расходные части. Они, проведенные в условиях конкретных хозяйств, наиболее точно отражают тамошнюю ситуацию.

Как известно, с целью контроля и оценки изменения плодородия почв, характера и уровня их загрязнения под воздействием удобрений и других антропогенных факторов, создания банка данных полей проводится комплексное агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных угодий специалистами агрохимической службы страны. Именно на основе этих материалов агрохимического обследования, анализа почв и результатов полевых опытов с удобрениями должны разрабатываться научно обоснованные рекомендации по эффективному использованию удобрительных средств и других агрохимикатов по природно-экономическим зонам страны, планироваться производство удобрений и других средств химизации земледелия [Методические указания, 2003].

В Республике Татарстан эти работы выполняют Федеральные Государственные учреждения «Центр агрохимической службы «Татарский» и «Станция агрохимической службы «Альметьевская». Они призваны реализовать государственную политику по вопросам химизации сельского хозяйства, участвовать в формировании и реализации системы экономических и организационно-технических мер по повышению плодородия почв экологической безопасности при применении средств химизации в сельском хозяйстве.

Значительный интерес представляет анализ динамики агрохимических свойств почв в сочетании с оценкой состояния применения удобрений и продуктивности сельскохозяйственных культур в конкретных почвенно-климатических условиях отдельных сельхозпроизводителей. Такой анализ

позволяет прогнозировать возможные изменения плодородия почв и наметить пути повышения эффективности удобрений.

Таким образом, рациональное применение удобрений, оценка состояния почвенного покрова и прогнозирование возможных изменений почвенного плодородия в будущем возможны только на основе систематического мониторинга агрохимических свойств почв и баланса питательных элементов в земледелии. Данное положение становится особенно актуальным в наши дни, как в связи с резким удорожанием удобрений, так и явно недостаточным уровнем их применения. Необходимо также подчеркнуть, что для решения практических вопросов применения удобрений и сохранения плодородия почв наибольшую ценность имеет информация о динамике состояния плодородия почв и балансе питательных элементов именно в данном конкретном сельскохозяйственном предприятии или районе.

В связи с вышеизложенным задачи нашего исследования были сформулированы следующим образом:

1. Проследить изменение агрохимических свойств пахотных почв Бугульминского муниципального района РТ за все туры агрохимического обследования;
2. Оценить динамику применения удобрений и урожайности зерновых культур в районе за последние 50 лет;
3. Рассчитать баланс основных питательных элементов под зерновыми культурами в условиях исследуемого района;
4. Оценить экономическую эффективность применения удобрений под яровую пшеницу в некоторых хозяйствах муниципального района.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматические условия зоны проведения исследований

Республика Татарстан расположена по среднему течению р. Волги и нижнему течению р. Камы, в степной и лесостепной зонах восточной части Русской равнины. Географическое положение республики определяется координатами 53°58' - 56°39' с. ш. и 47°15' - 54° 18' в. д. [Мустафин, Хузеев, 1994].

Реки Волга и Кама делят территорию Татарстана на три четко обособленные природно-географические части, получивших названия Предволжье (к западу и югу от долины Волги), Предкамье (севернее долин Камы и Волги), Закамье (к югу от долины Камы).

Бугульминский муниципальный район входит в Закамье.

Бугульминский район административно-территориальная единица и муниципальное образование в составе Республики Татарстан (РТ) Российской Федерации. Бугульминский район находится на юго-востоке РТ. Территория района 1409 км², граничит с Самарской и Оренбургской областями, а также с Альметьевским, Лениногорским, Азнакаевским, Бавлинским и Ютазинским муниципальными районами РТ. По состоянию на 01.01.2015 сельскохозяйственные угодья района составляют 107,6 тыс. га из них пашня занимает 68,9 тыс. га, то есть распаханность сельскохозяйственных угодий составляет 64,0 %, что несколько ниже республиканского показателя.

Бугульминский муниципальный район раскинулся в самом сердце Бугульминско-Белебеевской возвышенности: в местности, где доминируют холмистые ландшафты, густо изрезанные оврагами и долинами рек. Здесь проходит водораздел нескольких рек - притоков Волги. Самой значимой рекой района является Зай, истоки которого находятся на территории района. У пос. Карабаша на реке Зай создано Карабашское водохранилище – самый большой искусственный водоём района.

Для региона характерны лесостепные пейзажи. Лесные массивы разбросаны небольшими островками по всей территории. Наиболее обширные леса лежат под г. Бугульмой и в южной части района. Главный природный ресурс – нефть, добываемая из Ромашкинского месторождения.

Бугульминский муниципальный район находится в зоне умеренно-прохладного климата. Зима умеренно холодная, лето жаркое, с более или менее засушливыми периодами, которые в основном наблюдаются в первой половине вегетации. Среднегодовая температура воздуха $+2,7^{\circ}\text{C}$ максимальная температура летом достигает $36-38^{\circ}\text{C}$, зимой минимальная - 40°C . Сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурами выше 10°C - $2150-2200^{\circ}\text{C}$, в то время как потребность в сумме положительных температур от начала вегетации у озимой ржи равна $1200-1500^{\circ}\text{C}$, у яровой пшеницы $1700-1800^{\circ}\text{C}$, у гороха $1134-1274^{\circ}\text{C}$. Среднесуточная температура в мае $12,4^{\circ}\text{C}$, в июне 17°C , в июле $19,1^{\circ}\text{C}$, в августе 16°C , в сентябре 10°C . Переход к летнему периоду сопровождается постепенным повышением температуры почвы от мая к июню. На глубине пахотного слоя (20-25 см.) температура увеличивается на $2-3^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура верхнего слоя почвы наблюдается в июле. Высокая температура летом на поверхности почвы, особенно в дневные часы, интенсивное испарение приводит к иссушению почвы.

Переход температуры через 0°C начинается 6-8 апреля. Среднесуточная температура воздуха выше 15°C – в конце мая. В связи с

этим большое значение имеет проведение весенне-полевых работ в сжатые сроки с тем, чтобы наиболее экономно использовать осенне-зимние запасы почвенной влаги. Среднесуточная температура ниже 15°C наступает 28 августа - 3 сентября.

Средняя дата последних заморозков в воздухе 5-8 мая, на почве - 20-22 мая. Осенние заморозки в воздухе отмечаются 25-30 сентября, на почве 15-20 октября. Продолжительность безморозного периода колеблется в пределах 125-130 дней. Устойчивый снежный покров образуется обычно во второй половине ноября. Средняя продолжительность зимы 155-160 дней.

Среднегодовая сумма осадков равна 420 мм, в т. ч. весной – 61,4 мм, летом – 178,8 мм, осенью – 119,2 мм, зимой – 61,6 мм. Поэтому одной из мер борьбы с засухой и резервом увеличения производства зерна считают задержание снега и талых вод.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в конце апреля равны 138-158 мм или 76-80% наименьшей влагоемкости (хорошая и отличная влагоемкость 130-160 мм) и минимальная во второй половине лета, к моменту созревания основных колосовых зерновых и бобовых культур [Географическая характеристика, 1972; Аксенова и др., 1994]

2.2 Методика агрохимического обследования, проведение наблюдений, учетов и анализов

Исследование проводилось на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Станция агрохимической службы «Альметьевская». В работе также использованы статистические материалы по урожайности зерновых культур, применению удобрений и химических мелиорантов, находящиеся в распоряжении районного управления сельского хозяйства и отдельных хозяйств района. Автор диссертации весьма признателен всем специалистам и руководителям указанных организаций за помощь при сборе материалов.

К массовому агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий Бугульминского муниципального района Республики Татарстан приступили в 1966 году. В целом за 50 лет (1966-2015 гг.) Бугульминский муниципальный район прошел десять циклов сплошного агрохимического обследования.

Все работы в ФГБУ «Станция агрохимической службы «Альметьевская» проводятся согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения», утвержденные Министерством сельского хозяйства Российской Федерации и Российской академией сельскохозяйственных наук в 2003 году.

Агрохимическое обследование почв включает в себя несколько этапов. Первым этапом является подготовка к проведению агрохимического обследования. На данном этапе собираются, анализируются, систематизируются и обобщаются все имеющиеся данные по каждому конкретному земельному участку (почвенные карты, кадастровый номер, показатели предыдущих агрохимических обследований и т.д.). С помощью современных космических снимков и карты внутрихозяйственного устройства выделяются контура земельных участков.

В разработке карты элементарных участков также учитываются почвенные разности полей, гранулометрический состав почв, рельеф и др., чтобы элементарный участок был как можно более однородным. Каждому элементарному участку присваивается уникальный номер. Наносятся предварительные маршрутные ходы.

Следующим этапом агрохимического обследования земель является отбор проб. Разбитые на элементарные участки географически привязанные поля и маршрутные ходы заносятся в GPS-ГЛОНАСС навигатор. Приехав на поле, агрохимик в реальном времени четко видит, на каком элементарном участке он находится, а также маршрутный ход, по которому он должен двигаться.

Двигаясь по маршрутному ходу, агрохимик вручную отбирает смешанные образцы на элементарном участке. Также агрохимическая служба применяет автоматические пробоотборники. Весь пройденный путь записывается в GPS-ГЛОНАСС навигатор, благодаря чему, даже через несколько лет на данном поле можно будет пройти абсолютно точно по этому же маршруту, а также уточнить контура полей и их форму.

Следующим этапом агрохимического обследования земель является анализ отобранных проб в лаборатории. Отобранные и маркированные пробы передаются в лабораторию для исследования. Образцы исследуются на основные показатели плодородия (рН, подвижный фосфор и калий, магний, кальций, гидролитическая кислотность, органическое вещество и т.д.). По заказу список исследуемых показателей может быть расширен.

Лабораторные исследования проводились по следующим методикам:

1. Определение гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91);

2. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85);

3. В зависимости от типовых особенностей почв подвижные соединения фосфора и обменного калия определяются тремя методами:

- в дерново-подзолистых и серых лесных почвах по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26207-91;

- в черноземах – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26204-91;

- в карбонатных почвах – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205-91.

4. Определение микроэлементов и серы проводились следующими методами:

- марганца по Пейве и Ринькису (ГОСТ Р 50682-94);

- цинка по Крупскому и Александровой (ГОСТ Р 50686-94);

- меди по Пейве и Ринькису (ГОСТ Р 50684-94);

- кобальта по Пейве и Ринькису (ГОСТ Р 50687-94);
- молибдена по Григу (ГОСТ Р 50689-94);
- бора по Бергеру и Трюогу (ГОСТ Р 50688-94);
- серы по ГОСТ 26490-85.

Последним этапом агрохимического обследования земель является обобщение данных и подготовка материалов обследования к выдаче. Все собранные данные (исследования, треки навигатора, электронные карты) обрабатываются с помощью специальной программы ГИС (геоинформационной системы).

По результатам агрохимического обследования хозяйствам выдают: Картограммы по кислотности, содержанию подвижных форм фосфора и калия, органическому веществу, гранулометрическому составу на бумажном и электронном носителе; Пояснительная записку. По желанию заказчика могут быть рассчитаны дозы удобрений под конкретные культуры.

Для оценки почв по обеспеченности питательными элементами, которые были перечислены выше, использованы группировки почв в модификации ЦИНАО.

Статистическая обработка проводилась с помощью «MS Excel 2003» и прикладного пакета STATISTICA 6.0. Проведен корреляционно-регрессионный анализ зависимости агрохимических свойств почв и урожайности культур от уровня применения удобрений. Для оценки тесноты корреляции между изучаемыми факторами использована шкала Чеддока: слабая корреляция ($r=0,10-0,30$); умеренная корреляция ($r=0,31-0,50$); заметная корреляция ($r=0,51-0,70$); высокая корреляция ($r=0,71-0,90$); весьма высокая ($r=0,91-1,0$).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Состав почвенного покрова

Земля – основное средство производства в сельском и лесном хозяйстве. Почва – верхний плодородный слой земной поверхности, от благосостояния которой в огромной степени зависит продуктивность сельскохозяйственного производства, и, особенно, продуктивность земледелия. Следовательно, наличие плодородных почв представляется важным условием успешного ведения растениеводческой отрасли.

Пахотные почвы Бугульминского муниципального района РТ представлены в основном черноземными почвами (таблица 1).

Таблица 1

Почвенный покров пашни Бугульминского муниципального района
Республики Татарстан (девятый тур обследования)

Тип, подтип почвы	Площадь	
	тыс. га	%
Дерново-карбонатные (всего)	0,28	0,4
Серые лесные (всего)	5,26	7,5
в том числе -темно-серые лесные	2,88	4,1
-серые лесные	1,96	2,8
-светло-серые лесные	0,42	0,6
Черноземы (всего)	64,56	92,1
в том числе -типичные	33,93	48,4
-выщелоченные	22,85	32,6
-оподзоленные	6,10	8,7
-карбонатные	1,68	2,4

Итого	70,1	100
-------	------	-----

Как видно, 64,56 тыс. га или 92,1 % от общей площади пахотных земель расположены на черноземных почвах. Среди этого типа почв наиболее часто встречаются типичные черноземы, отличающиеся самым высоким естественным плодородием. На долю этого подтипа черноземов приходится почти половина (48,4 %) всех пахотных земель. На втором месте по распространённости находятся выщелоченные почвы, занимающие почти одну треть пашни (32,6 %). На долю двух других подтипов – оподзоленных и карбонатных черноземов, в сумме приходится чуть более 11 % пахотных земель.

Субдоминантные почвы муниципального района – серые лесные, занимают 7,5 % пашни. Среди них преобладают наиболее плодородные темно-серые лесные (2880 из 5260 га). Менее плодородные подтипы – серые лесные и светло-серые лесные почвы – занимают соответственно 2,8 и 0,6 % пашни.

Всего 280 га пахотных земель муниципального района заняты дерново-карбонатными почвами, что составляет 0,4 % пахотных земель.

Балл экономической оценки земли, в среднем по региону – 33,3, что соответствует достаточно высокому значению категории пашни по продуктивности с содержанием гумуса в пахотном слое – 7,5 % (при среднем балле экономической оценки по республике 28,1).

Таким образом, в почвенном покрове Бугульминского муниципального района преобладают черноземы, что свидетельствует о высоком естественном плодородии пахотных угодий.

В таблице 2 представлены данные, свидетельствующие об изменениях площади пашни исследуемого района по турам агрохимического обследования.

Таблица 2

Изменение площади пашни Бугульминского муниципального района
Республики Татарстан по циклам агрохимического обследования

Цикл обследования (годы)	Площадь пашни	
	тыс. га	% к площади в 1966-1970 гг.
I (1966-1970)	73,6	100,0
II (1971-1975)	73,0	99,2
III (1976-1980)	74,7	101,5
IV (1981-1985)	74,9	101,8
V (1986-1990)	68,5	93,1
VI (1991-1995)	72,1	98,0
VII (1996-2000)	69,8	94,8
VIII (2001-2005)	69,2	94,0
IX (2006-2010)	70,1	95,2
X (2011-2015)	68,9	93,6

Площадь пашни в районе в первом цикле агрохимического обследования составляла 73,6 тыс. га. В последующие годы она изменялась в ту или иную сторону с колебаниями от + 1,8 до - 6,9 % к площади в 1966-1970 гг.

Площадь пашни своего максимального значения достигла в 1981-1985 гг. – 74,9 тыс. га. Наиболее резкое уменьшение площади пашни произошло за последующее пять лет. Как видно, в годы 5-ого цикла агрохимического обследования (1986-1990 гг.) площадь пахотных земель составила только 68,5 тыс. га, что меньше максимального значения на 6400 га. В течение последующих пяти лет пахотные земли заметно выросли, достигнув уровня 72,1 тыс. га (98,0 % от исходного значения).

В течение последних двадцати пяти лет (1991-2015 гг.) наблюдается тенденция дальнейшего уменьшения пахотных земель. В последнем туре

агрохимического обследования площадь пашни района составила 68,9 тыс. га, что меньше максимального показателя на 6000 га. Наблюдаемое уменьшение пахотных земель изучаемого муниципального района, обусловлено, на наш взгляд, отводами их для застройки населенных пунктов, дорог, промышленных и иных предприятий, а также переводом части малопродуктивной пашни в категорию сенокосов и пастбищ.

3.2 Уровень применения удобрений и химических мелиорантов

3.2.1 Применение минеральных удобрений

По выражению академика Д.Н. Прянишникова – основателя отечественной агрохимической науки, удобрения являются самым сильным рычагом воздействия на круговорот веществ в земледелии и подъема урожайности сельскохозяйственных культур. По мнению ученых и специалистов, в 20-ом веке не менее половины прироста урожайности сельскохозяйственных культур было обеспечено за счет широкого применения минеральных удобрений [Ягодин и др., 1989, 2003; Муравин, 2003; Минеев, 2004]. В связи с этим, производство и применение минеральных удобрений в мире постоянно растет. Достаточно сказать, что если в 1970 г. во всех странах было использовано чуть более 60 млн. т действующего вещества, то в 2007 г. эта величина составила 160 млн. тонн. Такие же высокие темпы роста применения удобрений наблюдаются в настоящее время: если в 2017 г. в мире было использовано 182 млн. т д. в., то в 2020 году прогнозируется применение около 200 млн. т. д. в. [http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2384; <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/obem-mirovogo-rynka-udobrenii-prevyshaet-182-mln-tonn.html>].

Как известно, уровень применения минеральных удобрений измеряется по так называемому показателю «насыщенность пашни (или сельскохозяйственных угодий) минеральными удобрениями», который показывает общее количество минеральных удобрений в килограммах действующего вещества, внесенного в течение одного года на один гектар соответственно пашни или сельскохозяйственных угодий.

В таблице 3 приведены данные по насыщенности пашни Бугульминского муниципального района Республики Татарстан минеральными удобрениями по циклам агрохимического обследования.

Таблица 3

Насыщенность пашни Бугульминского муниципального района Республики Татарстан минеральными удобрениями по циклам агрохимического обследования, кг д. в./га

Цикл обследования (годы)	Бугульминский район				Республика Татарстан (NPK)
	всего	в том числе			
		N	P	K	
I (1966-1970)	24	12,0	7,0	5,0	15
II (1971-1975)	33	16,5	10,0	6,5	31
III (1976-1980)	84	42,0	25,2	16,8	50
IV (1981-1985)	98	49,0	29,5	19,5	71
V (1986-1990)	116	58,5	34,3	23,2	115
VI (1991-1995)	122	61,0	36,6	24,4	134
VII (1996-2000)	82	41,0	24,5	16,5	80
VIII (2001-2005)	35	17,0	11,0	7,0	66
IX (2006-2010)	34	21,0	7,0	6,0	71
X (2011-2015)	24	15,5	5,7	2,8	53
Средние	65,2	33,4	19,1	12,7	68,6

В годы первого цикла агрохимического обследования (1966-1970 гг.) средняя насыщенность пашни района минеральными удобрениями равнялась 24 кг д. в./га, то есть было в 1,6 раза выше республиканского уровня (15 кг д. в./га). В последующие годы, вплоть до 1991-1995 гг. включительно, наблюдалось постоянное увеличение применения удобрений. Особенно

высокими темпами росло применение удобрений во второй половине 70-х годов. Как видно, за годы 3-его цикла агрохимического обследования применение минеральных удобрений выросла в 2,5 раза (84:33)! Максимальная насыщенность пашни района минеральными удобрениями, равная 122 кг д. в./га, была достигнута в годы 6-ого цикла обследования (1991-1995 гг.). Примечательно, что за все это время уровень применения удобрений в Бугульминском муниципальном районе было не ниже, а часто заметно выше республиканского уровня.

К сожалению, начиная с 7-ого тура агрохимического обследования, в районе происходит неуклонное снижение применения минеральных удобрений. Так, если в 1996-2000 гг. средняя насыщенность пашни исследуемого района равнялась 82 кг д. в./га, то в 2006-2010 и 2011-2015 гг. соответственно 34 и 24 кг д. в./га. Справедливости ради следует указать, что за указанный период произошло снижение применения удобрений и в целом по Республике Татарстан. Однако снижение насыщенности пашни минеральными удобрениями в Бугульминском районе опережает республиканское падение применения удобрений примерно в два раза. В частности, в последний срок наблюдения (2011-2015 гг.) насыщенность пахотных земель района минеральными удобрениями (24 кг д. в./га) оказалась в 2,2 раза меньше республиканского уровня (53 кг д. в./га).

Наиболее наглядно изменение насыщенности пашни минеральными удобрениями за 50 лет представлено на рис. 1. Характер этой динамики во времени достаточно хорошо описывался полиномиальным уравнением второй степени ($y = - 4,502 \cdot x^2 + 47,82 \cdot x - 24,51$). Величина индекса детерминации ($R^2 = 0,790$) свидетельствует наличие тесной корреляции

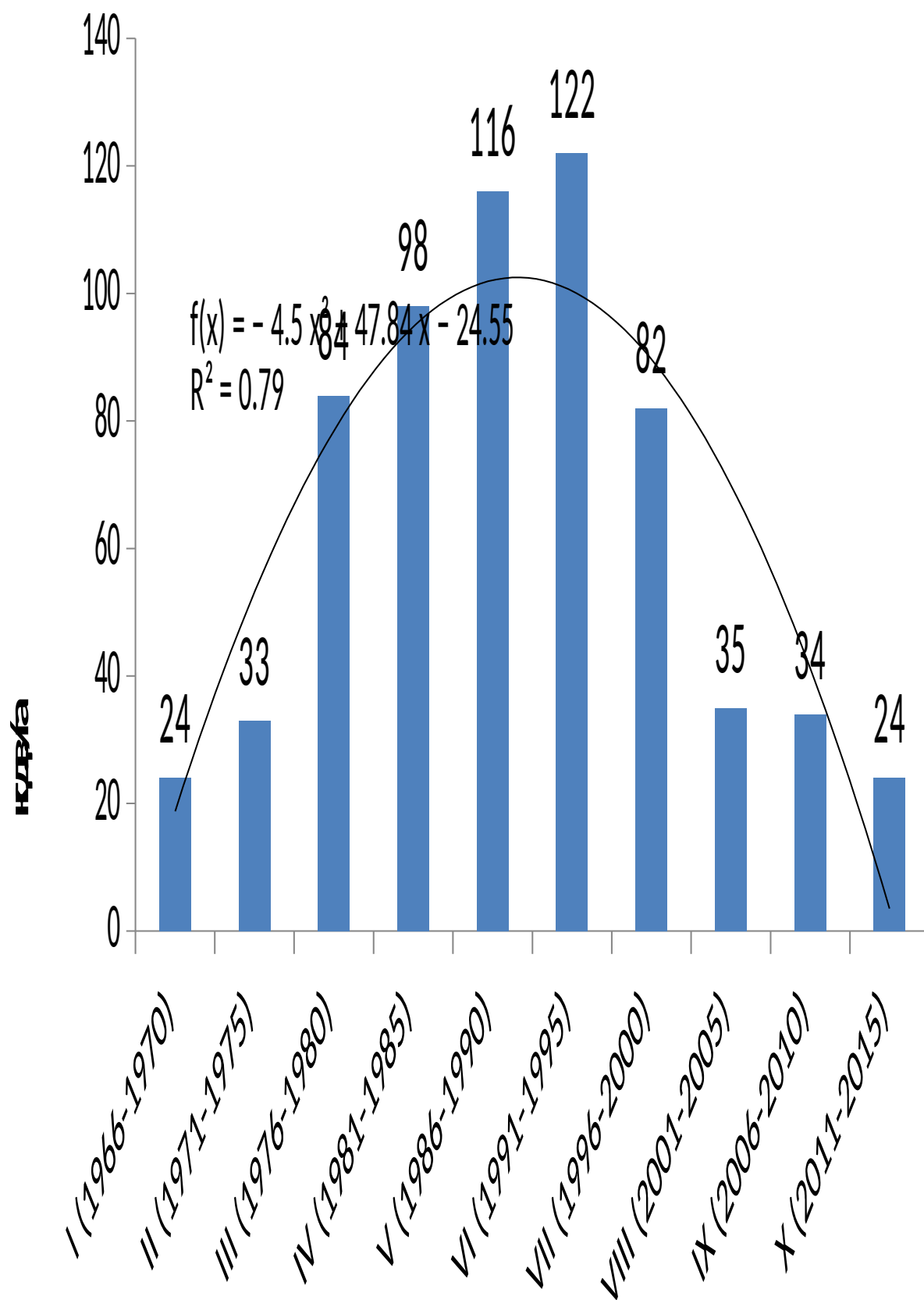


Рис. 1. Динамика насыщенности пахотных почв Бугульминского района РТ минеральными удобрениями по циклам агрохимического обследования

насыщенности пашни минеральными удобрениями от циклов агрохимических обследований.

Таким образом, насыщенность пашни минеральными удобрениями с первого (1966-1970 гг.) по шестой цикл (1991-1995 гг.) выросла в 5 раз (с 24 до 122 кг д. в./га), и, к сожалению, к последнему сроку наблюдения опять упала до первоначального уровня (24 кг д. в./га).

В целом за 50 лет на каждый гектар пашни исследуемого района было внесено 65,2 кг действующего вещества, что чуть ниже республиканского уровня (68,6 кг д. в./га).

Эффективность удобрений в большой степени обуславливается соотношением основных питательных элементов в составе вносимых удобрений. Несбалансированное внесение удобрения может привести к снижению эффективности удобрений, ухудшению качества урожая и загрязнению окружающей природной среды [Черникови др., 2000; Ефимов, Донских, Царенко, 2002; Минеев, 2004, 2006; Лучницкая, Личко, 2005; Алексеев, 2008; Шеуджен и др., 2008]. Представленные в таблице 3 материалы свидетельствуют о том, что из 65,2 кг д. в./га минеральных удобрений, внесенных в среднем на каждый гектар в течение 1966-2015 гг., 33,4 кг д. в./га или 51 % приходится на долю азота, а меньше половины – на долю двух других питательных веществ. Соотношение N:P:K в составе минеральных удобрений за 50 лет в среднем составило 1:0,57:0,38, что, на наш взгляд, можно считать достаточно удачным для данной зоны.

3.2.2 Применение органических удобрений

Органические удобрения – это местные удобрения, содержащие питательные вещества в основном в составе органических соединений: навоз, торф, компосты, птичий помет, зеленое удобрение, солома и т. д. Несмотря на то, что содержание питательных веществ в них низкое, например, в составе смешенного подстилочного навоза содержится около 0,5 % общего

азота, органические удобрения имеют ряд преимуществ по сравнению с минеральными удобрениями. Органические удобрения являются комплексными удобрениями, не подкисляют почву, повышают её биологическую активность, характеризуются пролонгированным действием, и, самое главное, обогащают почву гумусом [Васильев, Филиппова, 1988; Ефимов, Донских, Царенко, 2002; Минеев, 2004; Сабиров и др., 2006; Минакова и др., 2011; Суханов, Комаров, 2018].

Насыщенность пашни органическими удобрениями в Бугульминском муниципальном районе Республики Татарстан по циклам агрохимического обследования иллюстрируется данными таблицы 4 и рис. 2.

Таблица 4

Насыщенность пашни органическими удобрениями в Бугульминском муниципальном районе Республики Татарстан по циклам агрохимического обследования

Цикл обследования (годы)	Бугульминский район	Республика Татарстан
I (1966-1970)	1,7	1,9
II (1971-1975)	2,6	3,5
III (1976-1980)	3,0	4,0
IV (1981-1985)	4,4	4,6
V (1986-1990)	5,8	5,9
VI (1991-1995)	5,5	5,0
VII (1996-2000)	2,6	2,84
VIII (2001-2005)	1,66	3,6
IX (2006-2010)	0,7	1,5
X (2011-2015)	0,3	1,3
Средние	2,83	3,41

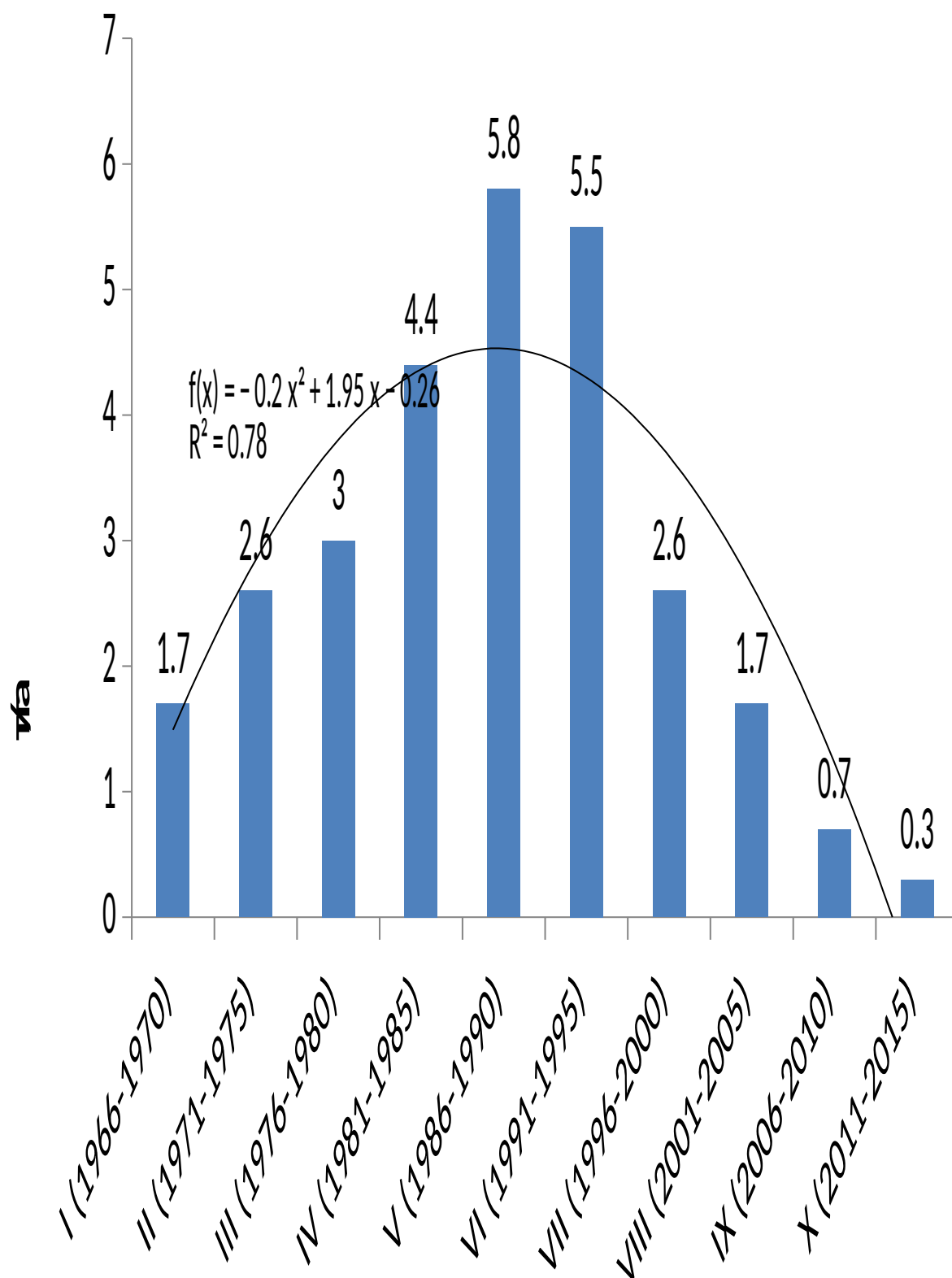


Рис. 2. Динамика насыщенности пахотных почв Бугульминского района РТ органическими удобрениями по циклам агрохимического обследования

Динамика насыщенности пашни органическими удобрениями в общих чертах напоминает динамику насыщенности пашни минеральными удобрениями: постепенный рост насыщенности с первого по пятый цикл и резкое падение в течение последующих пяти циклов агрохимического обследования.

Рост применения органических удобрений был менее продолжительным (только до пятого цикла) и менее значительным (в 3,4 раза), а падение было более резким. За годы последнего цикла обследования (2011-2015 гг.) на каждый гектар было внесено только 0,3 т/га органических удобрений, что более чем 5 раз меньше уровня первого цикла (1,7 т/га).

В целом за 50 лет средняя насыщенность пашни Бугульминского района органическими удобрениями составила 2,83 т/га, что в 1,2 раза ниже республиканского показателя (3,41 т/га). Указанные уровни насыщенности пашни, как исследуемого района, так республики в целом, явно недостаточны для создания бездефицитного баланса гумуса. Как известно, в нашей зоне для уравновешенного баланса гумуса насыщенность пашни органическими удобрениями должна быть не менее 8-10 т/га [Гайсин и др., 2004; Ломако, Бакиров, 2007; Нуриев и др., 2009; Давлятшин и др., 2013].

Таким образом, за годы наблюдения насыщенность пашни, как минеральными, так и органическими удобрениями сильно варьировала. Характер динамики изменения уровня применения обоих удобрений оказался примерно одинаковым: стабильный рост до 5-6 циклов в дальнейшем сменился резким спадом, продолжающимся до настоящего времени.

3.2.3 Известкование и фосфоритование кислых почв

Известкование – кардинальный агрохимический прием окультуривания кислых почв, давно и широко используемый на нечерноземных почвах. Оно нейтрализует актуальную и гидролитическую кислотность, повышает доступность растениям ряда микроэлементов и активизирует деятельность

полезной микрофлоры почвы [Аканова, 2002; Небольсин, Небольсина, 2005; Шильников, Аканова, Темников, 2008; Калимуллин и др., 2009; Лукманов и др., 2011; Танделов, 2012; Сычев, Шильников, Аканова., 2013].

Раньше известкование черноземных почв не проводилось, ибо эти почвы от природы являются нейтральными, а иногда и слабощелочными, и обладают достаточно высокой буферной способностью. Однако усиливающееся антропогенное подкисление, вызванное, как выпадением кислых дождей, так и применением физиологически кислых минеральных удобрений, делает актуальным и известкование черноземных почв [Ломако, Бакиров, 2007; Лукманов и др., 2011].

Именно в связи с этим, в начале 80-х годов прошлого столетия началось известкование почв в зонах распространения черноземов.

Впервые известкование кислых почв в Бугульминском муниципальном районе было проведено в 1981-1985 гг. на площади 1000 га, что составило 12,6 % всех имеющихся в районе кислых почв (таблица 5).

В течение последующих двух циклов агрохимического обследования (1986-1996 гг.) ежегодно известковалось по 2100 га кислых почв, что составило 36,8-38,9 % имеющихся в районе кислых почв. Несмотря на это площади кислых почв не уменьшались, и по результатам 7-ого тура агрохимического обследования обнаружилось 8900 га кислых почв, из которых ежегодно сумели известковать 1900 га. Увеличение площадей кислых почв, возможно, произошло за счет увеличения в 1991-1995 гг. применения минеральных удобрений. Как уже отмечалось (см. табл. 30) именно в эти годы насыщенность пашни минеральными удобрениями достигла максимального уровня – 122 кг д. в./га.

Начиная с 7-ого тура агрохимического обследования, наблюдается неуклонное снижение масштабов известкования кислых почв. Особенно мало было произвестковано кислых почв в течение последних пяти лет (2011-2015 гг.) – всего 200 га в год, что составляет мизерную часть (2,3 %) имеющихся в районе кислых почв.

Таблица 5

**Известкование и фосфоритование кислых почв пашни Бугульминского
муниципального района Республики Татарстан**

Цикл обследования (годы)	Всего кислых почв, га	Известкование	Фосфоритование
I (1966-1970)	2100	-	-
II (1971-1975)	8800	-	-
III (1976-1980)	4700	-	-
IV (1981-1985)	7900	<u>1000*</u> 12,6	<u>500*</u> 6,3
V (1986-1990)	5400	<u>2100</u> 38,9	<u>1000</u> 18,5
VI (1991-1995)	5700	<u>2100</u> 36,8	<u>900</u> 15,8
VII (1996-2000)	8900	<u>1900</u> 21,3	<u>110</u> 1,2
VIII (2001-2005)	7500	<u>1200</u> 16,0	-
IX (2006-2010)	12700	<u>1200</u> 9,4	-
X (2011-2015)	8750	<u>200</u> 2,3	-

Прим.: * - в числителе – гектары, в знаменателе - проценты от площади кислых почв.

Запасное внесение больших доз фосфоритной муки с целью повышения содержания в почве подвижных форм фосфора получило название «фосфоритование» [Вальников, Нуриев, 1991; Уточкин, 1995]. Данный прием, эффективный на бедных фосфором кислых почвах, начали применять в исследуемом районе в начале 80-х годов истекшего века. В 1981-1985 гг. фосфоритование ежегодно применялось на площади 500 га, что составило 6,3 % имеющихся к тому времени кислых почв. Объемы фосфоритования достигли своего максимума в следующее пятилетие (1986-1990 гг.), когда ежегодно фосфоритовали по 1000 га кислых пахотных земель.

Фосфоритование продолжалось ещё в течение двух пятилеток, но его площади сокращались, и в конце 90-х годов снизилось до 110 га/год. Таким образом, целенаправленное повышение обеспеченности почв фосфором в исследуемом муниципальном районе проводилось в течение 20 лет (1981-2000 гг.) и за эти годы в общей сложности было фосфоритовано около 12,5 тыс. га бедных фосфором почв.

3.3 Динамика агрохимических свойств почв района за 50 лет и их зависимость от уровня применения удобрений и химических мелиорантов

Сплошное агрохимическое обследование почв земель сельскохозяйственных угодий проводится с целью агрохимической оценки и контроля её плодородия. На основании этих результатов выявляются изменения агрохимических свойств почв за период между циклами обследования. В соответствии со структурой посевных площадей и планируемой урожайностью сельскохозяйственных культур определяется потребность хозяйства в органических и минеральных удобрениях, химических мелиорантах.

3.3.1 Динамика содержания гумуса

Гумус – сложный динамический комплекс специфических органических соединений почвы, образующийся из отмерших растительных и животных остатков благодаря деятельности множества почвенных животных и микроорганизмов. Содержание гумусовых веществ во многих случаях рассматривается как интегрированный показатель уровня плодородия почв [Ягодин и др., 2003; Куликова, 2007; Минакова и др., 2011; Танделов, 2012]. Действительно, во многих полевых экспериментах обнаруживается достаточно тесная положительная зависимость между содержанием гумуса и продуктивностью сельскохозяйственных культур.

Данное явление наиболее наглядно проявляется в низко плодородных нечерноземных почвах. Что касается черноземных почв, отличающихся высоким естественным содержанием гумусовых веществ, то не всегда обнаруживается прямая зависимость урожайности от содержания гумуса в корнеобитаемом слое [Курганова, 2002; Муха и др., 2003; Минеев, 2004; Кирюшин, 2010].

Выборочное определение содержания гумуса в исследуемом районе, как и в республике в целом, было начато в пятом цикле обследования, однако более подробное его изучение началось только в шестом цикле (1991-1995 гг.), поэтому рассмотрим динамику гумуса, начиная с 1991 года.

На рисунке 3 представлена динамика содержания гумуса в пахотных почвах Бугульминского муниципального района РТ в 1991-2015 годах.

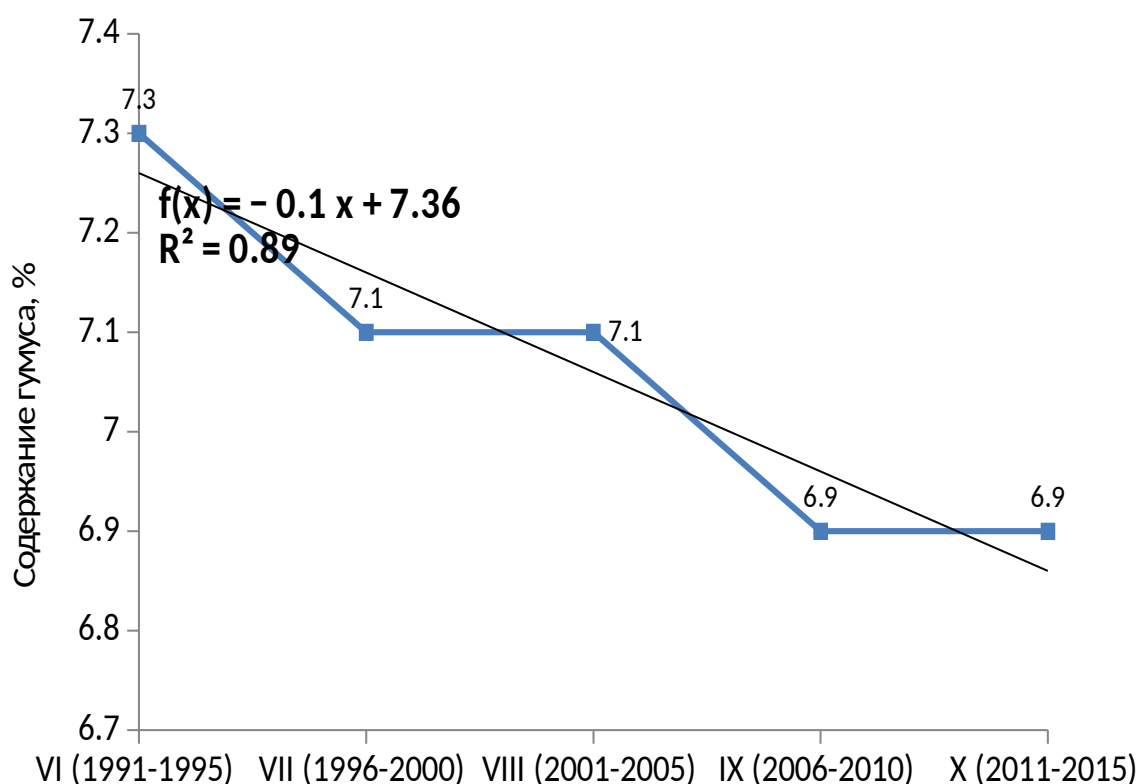


Рис. 3. Динамика содержания гумуса в пахотных почвах Бугульминского муниципального района РТ в 1991-2015 годах

В целом, судя по средневзвешенному содержанию гумуса в пахотном слое, почвы пашни изучаемого района можно оценить достаточно плодородными, ибо данный показатель (6,9 % по результатам последнего тура обследования), заметно выше республиканского (4,5 %) и зонального уровня (5,7 %).

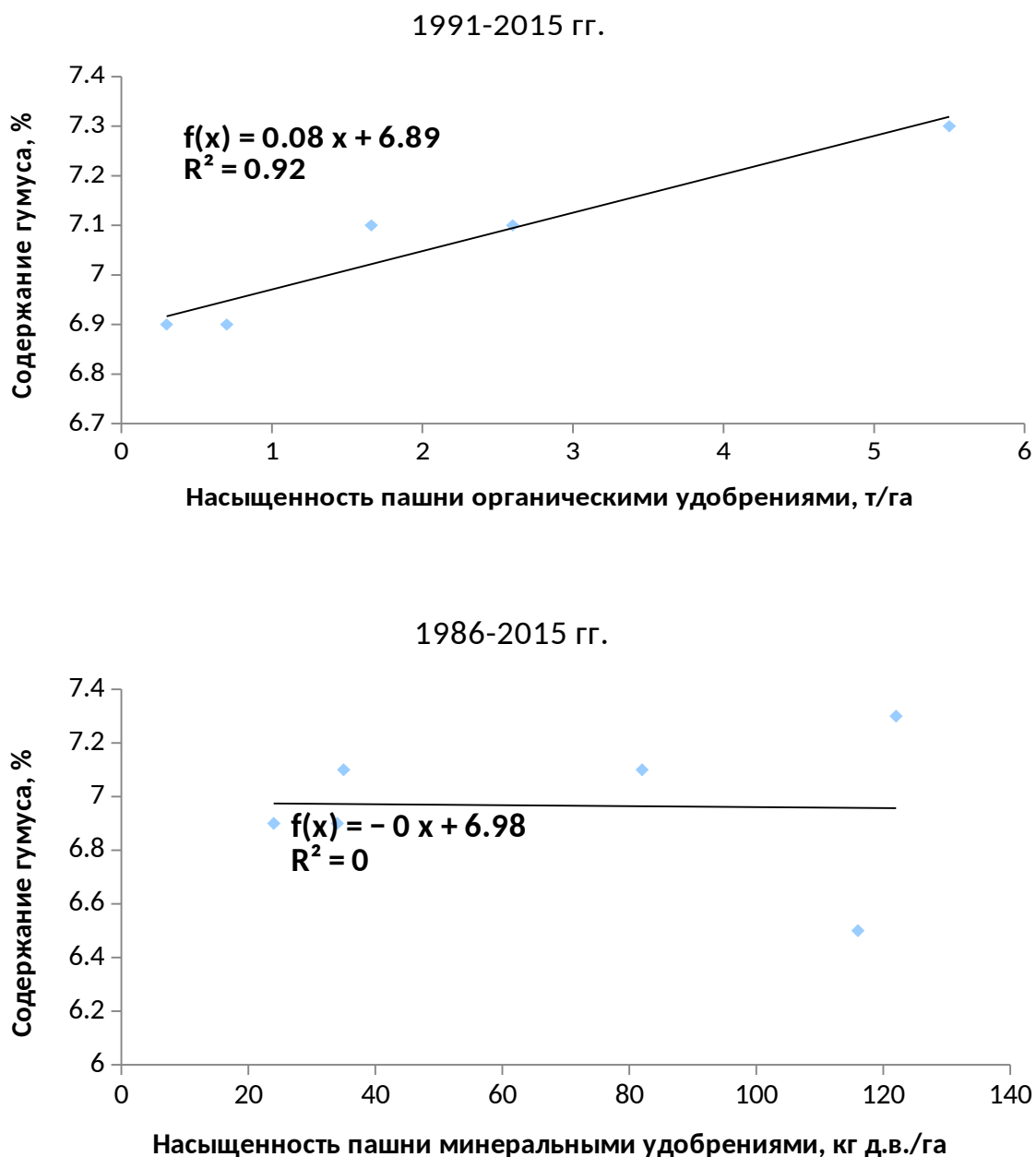


Рис. 4. Зависимость содержания гумуса в пахотном слое почвы от насыщенности пашни органическими и минеральными удобрениями

Динамика содержания гумуса в 1991-2015 гг. свидетельствует о заметном ($R^2=0,892$) снижении данного важнейшего показателя за весь 25-летний период наблюдения: если в 6-ом цикле средневзвешенное его содержание составило 7,3 %, то в 10-ом цикле – 6,9 %. Таким образом, за последние 25 лет средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое пашни снизилось на 0,4 % или примерно на 0,016 % в год. При среднем весе пахотного слоя, равного 3000 т/га, ежегодные потери гумуса составили 480 кг с каждого гектара.

Главной причиной снижения содержания гумуса в пахотном слое, на наш взгляд, представляется резкое уменьшение применения в последние годы органических удобрений, о чем говорилось выше. Приведенный на рис. 4 график четко демонстрирует наличие тесной прямой зависимости между насыщенностью пашни органическими удобрениями и содержанием гумуса ($R^2=0,9193$).

Насыщенность пашни минеральными удобрениями на содержание гумуса значимого влияния не оказала ($R^2=0,0008$).

3.3.2 Динамика кислотно-основных свойств

Кислотно-основные свойства почв представляются важными агрохимическими показателями плодородия сельскохозяйственных земель, оказывающих существенное влияние на многие другие агрономические свойства, жизнедеятельность почвенной микрофлоры и на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Целинные черноземные почвы, являющиеся доминантными в Бугульминском муниципальном районе, характеризуются, как правило, нейтральной реакцией среды. Однако под влиянием сельскохозяйственного их освоения и под воздействием соседствующих промышленных и коммунально-хозяйственных предприятий кислотно-основные свойства почв могут существенно изменяться.

Подкисление сельскохозяйственных земель на произрастающую растительность оказывает многостороннее прямое и косвенное негативное влияние: разрушается агрономически ценная структура почвы, угнетается полезная микрофлора, активизируются многие патогенные микроорганизмы, изменяется подвижность и доступность многих макро- и микроэлементов [Небольсин, Небольсина 2005; Шильников, Аканова, Темников, 2008; Танделов, 2012; Сычев и др., 2013].

Динамика распределения почв пашни Бугульминского муниципального района РТ по степени кислотности по циклам агрохимического обследования демонстрируется данными таблицы 6.

Результаты первого тура обследования показали, что в исследуемом районе полностью отсутствуют сильно и среднекислые почвы, а слабокислые почвы занимают только 2,8 % пашни. Второй тур обследования проявил заметное подкисление почв за очень короткий период. Как видно, к этому времени (1971-1975 гг.) доля кислых почв увеличилась, по отношению к результатам первого тура, более чем в 4 раза (12,1: 2,8). Кроме того, обнаружались участки почвы, имеющие среднюю кислотность. Правда, через пять лет (1976-1980 гг.) по результатам 3-его тура обследования обнаружилось почти двукратное снижение сегмента кислых почв.

Однако в дальнейшем происходило скачкообразное увеличение площадей кислых почв, достигшего своего максимума в годы 9-ого тура агрохимического обследования – 18,1 %.

Результаты последнего тура обследования свидетельствуют о том, что за 50 лет площадь нейтральных почв снизилась примерно на 20 % (82,9-62,7), Примерно половина этих почв перешли в категорию «близкая к нейтральной», а другая половина – в категорию «кислых». Причем, среди кислых почв каждый одиннадцатый гектар относится к «среднекислой» группе. На наш взгляд, такие колебания и сдвиги в распределении пашни по кислотности были обусловлены уровнем применения, с одной стороны,

Таблица 6

Динамика распределения почв пашни Бугульминского муниципального района РТ по степени кислотности						
1980)						
IV (1981-1985)	-	0,7	9,9	10,6	20,1	69,3
V (1986-1990)	-	0,3	7,6	7,9	22,9	69,2
VI (1991-1995)	-	0,1	7,8	7,9	19,8	72,3
VII (1996-2000)	-	0,4	12,3	12,7	21,8	65,5
VIII (2001-2005)	-	0,6	10,2	10,8	26,5	62,7
IX (2006-2010)	-	1,6	16,5	18,1	20,4	61,5
X (2011-2015)	-	1,1	11,6	12,7	24,6	62,7

минеральных удобрений и, с другой, уровнем применения органических, известковых удобрений и фосфоритной муки.

Динамика кислотности пахотных почв Бугульминского муниципального района РТ по циклам агрохимического обследования с вышеназванными колебаниями ярко иллюстрируется графиком рис. 5, где приведены средневзвешенные величины рН. Как видно, обнаружился явный тренд снижения показателя рН во временном ряду. Зависимость величины рН от временного фактора была достаточно тесной, о чем свидетельствует величина коэффициента детерминации ($R^2=0,650$).

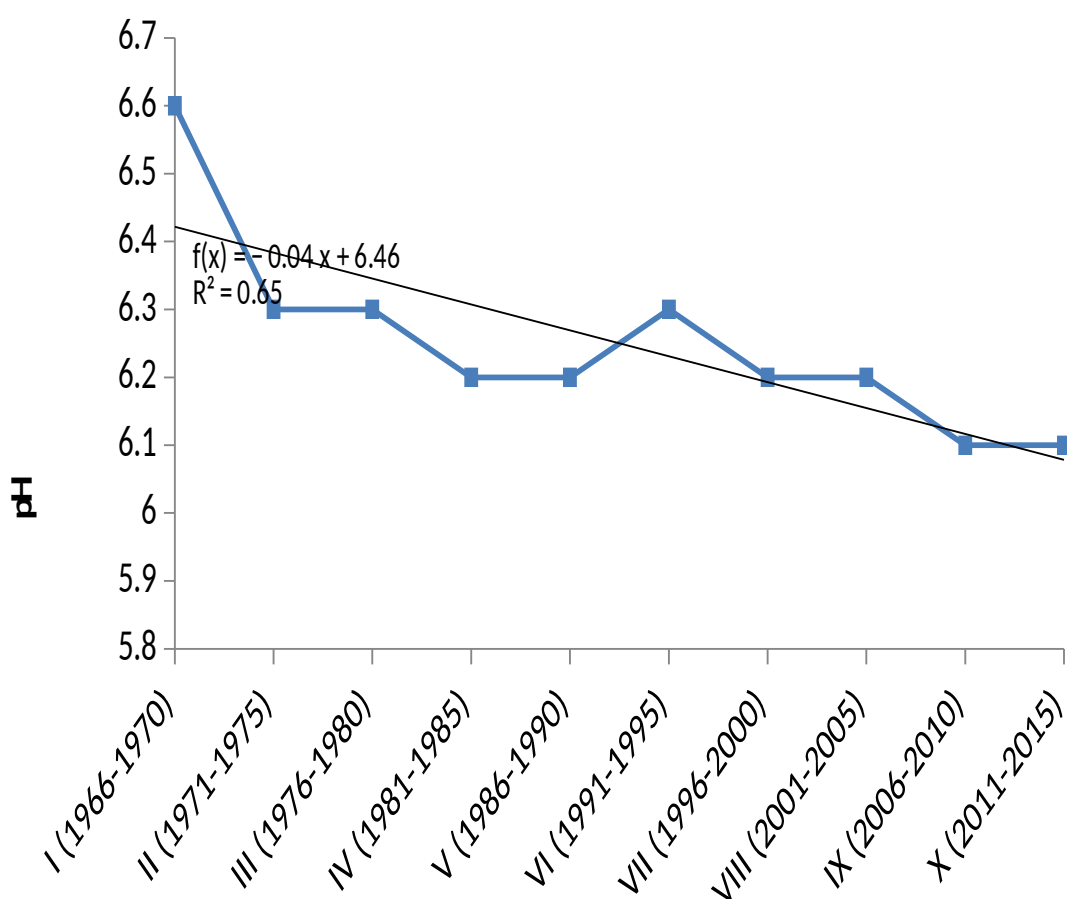


Рис. 5. Динамика кислотности пахотных почв Бугульминского муниципального района РТ по циклам агрохимического обследования

Какое же влияние оказали на величину рН почвы уровень применения минеральных и органических удобрений? Определенный ответ на этот вопрос дают данные рис. 6.

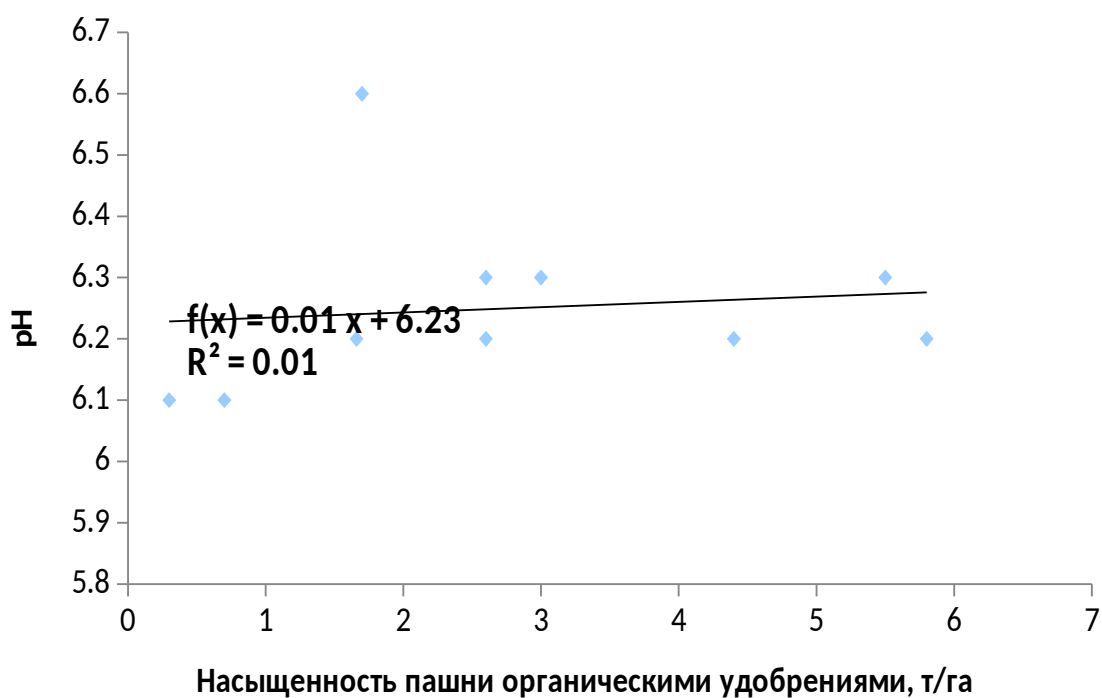
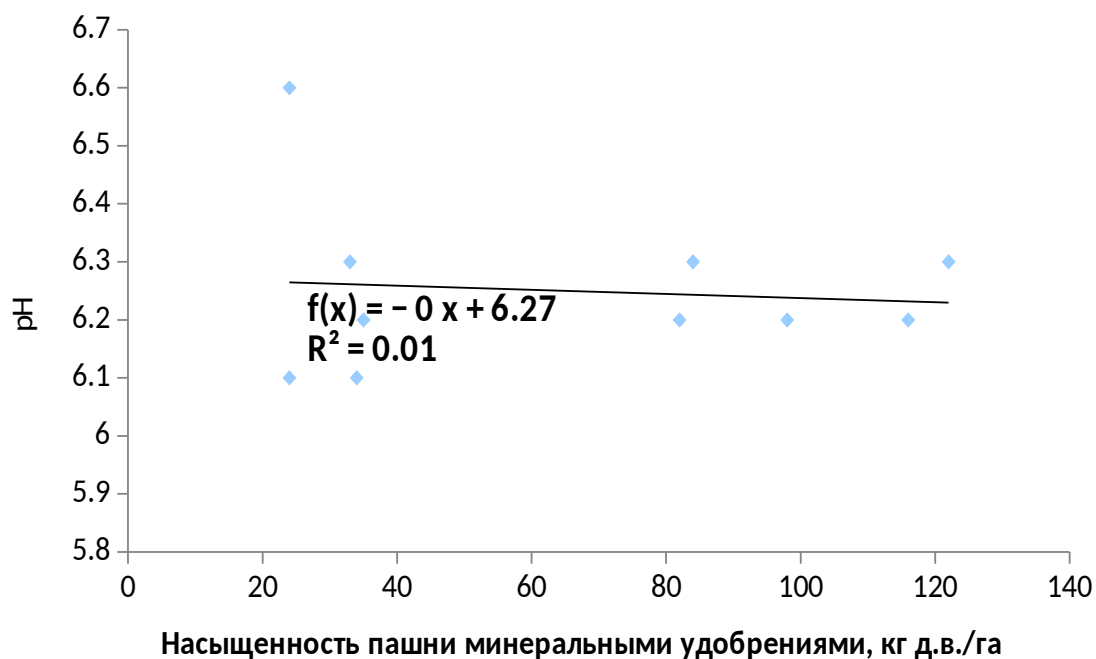


Рис. 6. Зависимость величины рН от уровня применения минеральных и органических удобрений в 1966-2015 гг.

Обнаружилась слабое понижающее кислотность действие органических удобрений ($R^2=0,0129$) и ещё более слабое подкисляющее действие минеральных удобрений ($R^2=0,0090$).

Более заметное влияние на кислотность почвы оказало известкование, которое началось в исследуемом районе в 1981 году (рис. 7). Обнаружилась значимая отрицательная корреляция между площадями кислых почв и известкования, о чем свидетельствует величина коэффициента детерминации ($R^2=0,21$).

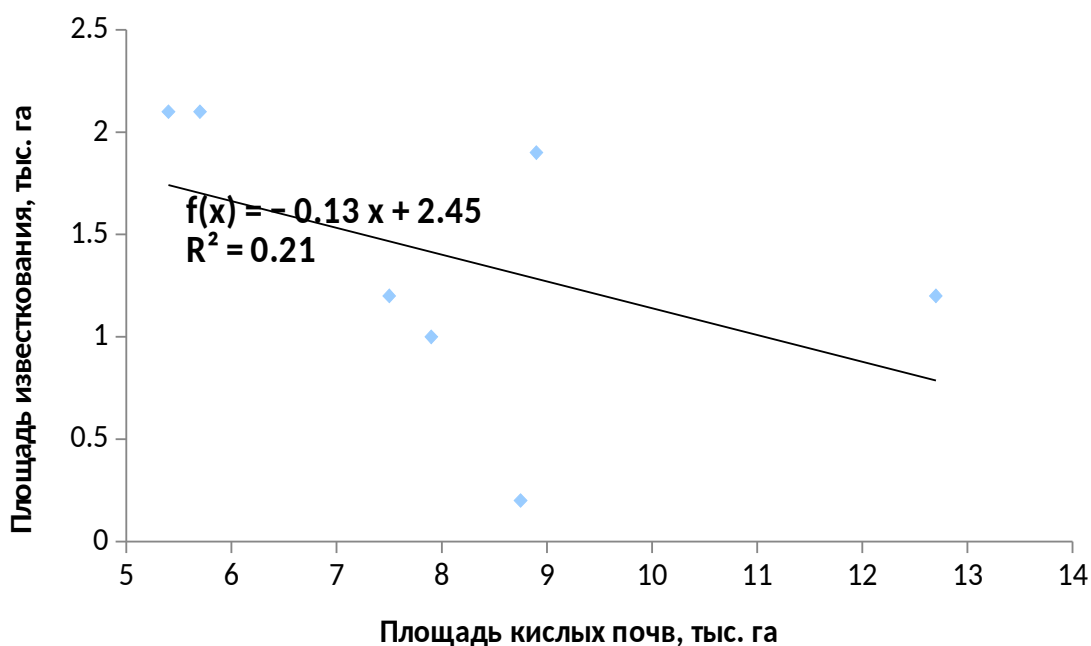


Рис. 7. Зависимость площадей кислых почв от площадей их известкования в 1981-2015 гг.

Таким образом, за весь период наблюдения (1966-2015 гг.) обнаружилась явная тенденция постепенного снижения величины pH, хотя в целом почвы пашни исследуемого муниципального района остались в группе «нейтральных». Подкисление почвы по мере роста насыщенности пашни минеральными удобрениями статистически оказалось малозначимым ($R^2=0,009$), что, видимо, связано высокой буферностью черноземных почв и

ежегодным известкованием в годы интенсивного применения удобрений (1986-2000 гг.) по 1900-2100 га кислых почв.

3.3.3 Динамика содержания подвижных форм фосфора

Изменение площадей почв пашни, различающихся по обеспеченности подвижными формами фосфора, по циклам агрохимического обследования показано в таблице 7.

Результаты первого тура обследования, проведенного в 1966-1970 годах, показали, что наибольший удельный вес (64 %) занимают почвы со средней степенью обеспеченности. Пятая часть пахотных почв района характеризовалась как «низко» и «очень низко» обеспеченная. Уровень обеспеченности лишь каждого десятого гектара почвы пашни можно было оценить как «повышенный» и только чуть более 6 % пашни – «высокий» и «очень высокий». В целом, тогда обеспеченность почв пашни Бугульминского муниципального района оценивалась как «средняя».

Второй тур обследования показал некоторое ухудшение обеспеченности почв подвижными формами фосфора, однако в дальнейшем, вплоть до 6-ого тура включительно, наблюдалось устойчивое повышение обеспеченности почвы данным питательным элементом. По сравнению с первым туром обследования, площади почв разной степени обеспеченности к 6-ому туру изменились очень существенно: площади низко- и среднеобеспеченных почв уменьшились примерно в 20 и 4 раза соответственно, а доля почв имеющих повышенное, высокое и очень высокое содержание подвижного фосфора увеличились соответственно в 4 и 7 раза.

Второе снижение обеспеченности почв пашни района подвижными формами обнаружилось в 7-ом туре (1996-2000 гг.) агрохимического обследования и оно характеризовалось увеличением доли низко- и среднеобеспеченных почв (в 1,2-1,8 раза) при одновременном уменьшении площадей более высокообеспеченных почв (в 1,1-1,3 раза).

Таблица 7

Динамика распределения пахотных почв Бугульминского муниципального района РТ по обеспеченности подвижными формами фосфора

Цикл обсле дова ния (годы)	Процент пашни со степенью обеспеченности подвижными формами фосфора					
	очень низкий	низкий	средний	повышенный	высокий	очень высокий
I (1966- 1970)	0,8	19,5	64,0	9,5	3,1	3,1
II (1971- 1975)	1,4	39,3	50,8	5,9	1,8	0,8
III (1976- 1980)	0,1	14,1	50,7	16,2	9,5	9,4
IV (1981- 1985)	0,3	4,7	35,9	31,2	15,5	12,4
V (1986- 1990)	-	1,2	26,0	32,1	23,9	16,8
VI (1991- 1995)	-	1,0	16,6	37,6	23,0	21,8
VII (1996- 2000)	-	1,2	29,9	33,2	19,2	16,5
VIII (2001- 2005)	-	0,6	25,4	36,7	24,7	12,6
IX (2006- 2010)	-	0,8	30,5	29,0	19,7	20,0
X (2011- 2015)	-	0,6	25,4	36,7	24,7	12,6

За последние 15 лет (2001-2015 гг.) наблюдается слабая тенденция некоторого улучшения обеспеченности почв пашни подвижными формами фосфора.

Другим весьма наглядным показателем обеспеченности почв доступными формами фосфора является средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора по циклам агрохимического обследования (рис.8). Исходное содержание (1966-1970 гг.) подвижных форм фосфора составило 79 мг/кг, что соответствует средней группе обеспеченности.

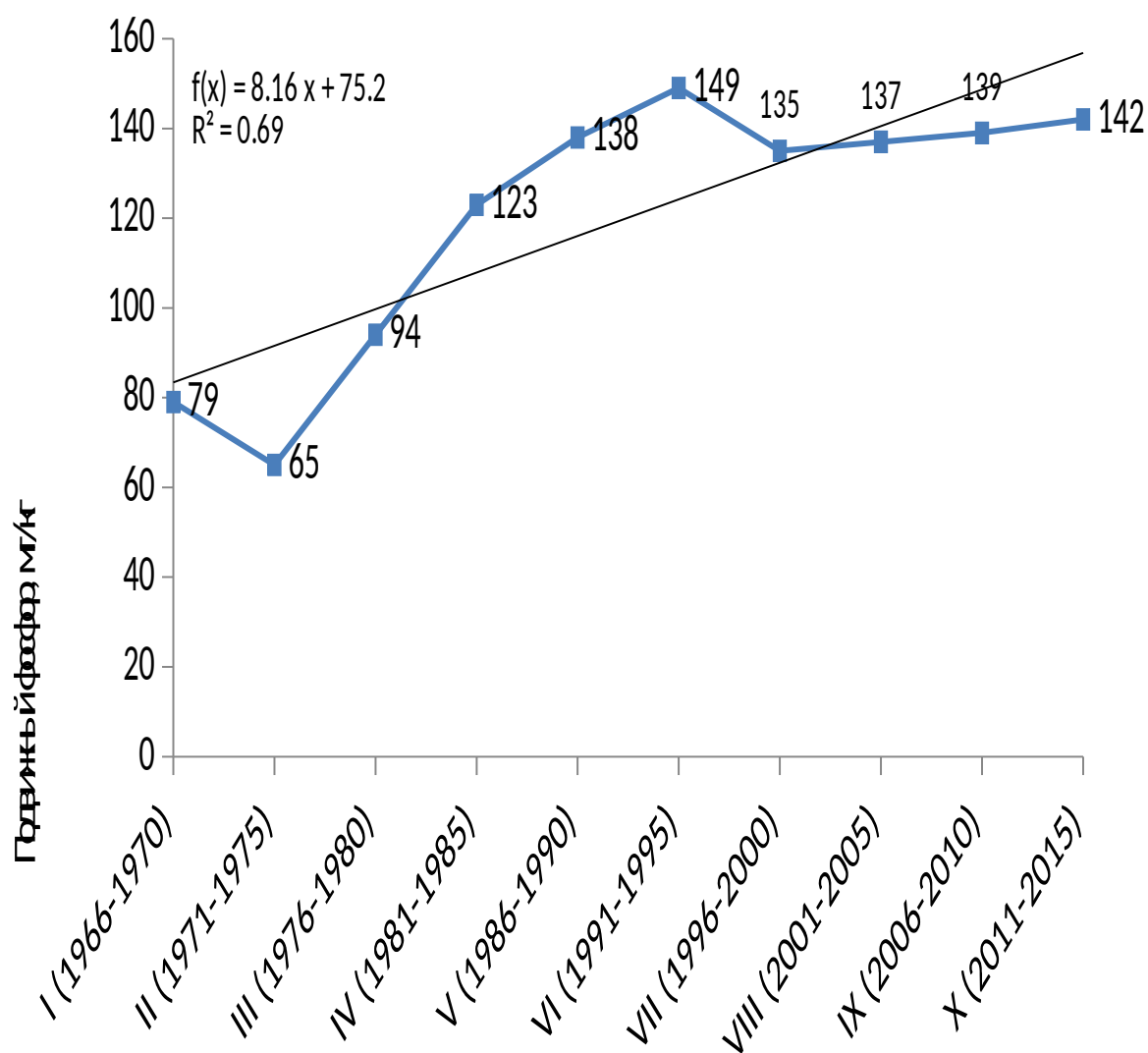


Рис. 8. Динамика содержания подвижных форм фосфора в пахотных почвах Бугульминского муниципального района РТ по циклам агрохимического обследования

К 6-ому туру обследования данный показатель вырос до 149 мг/кг, что составляет верхний предел повышенной обеспеченности. Другими словами, за 1966-1995 гг. средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора в пахотных почвах исследуемого муниципального района увеличилось почти в 1,9 раза.

Обнаружилась достаточно тесная положительная линейная зависимость средневзвешенного содержания подвижных форм фосфора от временного фактора, о чем свидетельствует величина коэффициента детерминации, равная 0,694.

Таким образом, агрохимическим показателем, который демонстрировал существенное повышение за годы наблюдений (1966-2015 гг.), оказался содержание подвижного фосфора ($R^2=0,694$). Максимальное содержание подвижного фосфора, обнаруженное в 6-ом цикле обследования (149 мг/кг), превышало исходное значение почти в 1,9 раза, благодаря чему почвы из третьей группы («средняя») перешли в четвертую группу обеспеченности («повышенная»).

Представленные на рис. 9 графики зависимости содержания средневзвешенного содержания подвижных форм фосфора от насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями показывают, что наибольшее влияние на обеспеченность почвы фосфором оказали минеральные удобрения.

Величина коэффициента детерминации (R^2) обеспеченности почв подвижными формами фосфора от насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями составила соответственно 0,1368 и 0,0197, то есть теснота корреляции подвижного фосфора от минеральных удобрений оказалась примерно в 7 раз теснее, чем от насыщенности пашни органическими удобрениями. Следовательно, главным фактором, оказавшим наибольшее влияние на улучшение обеспеченности пахотных почв фосфором, проявился насыщенный пашни минеральными удобрениями.

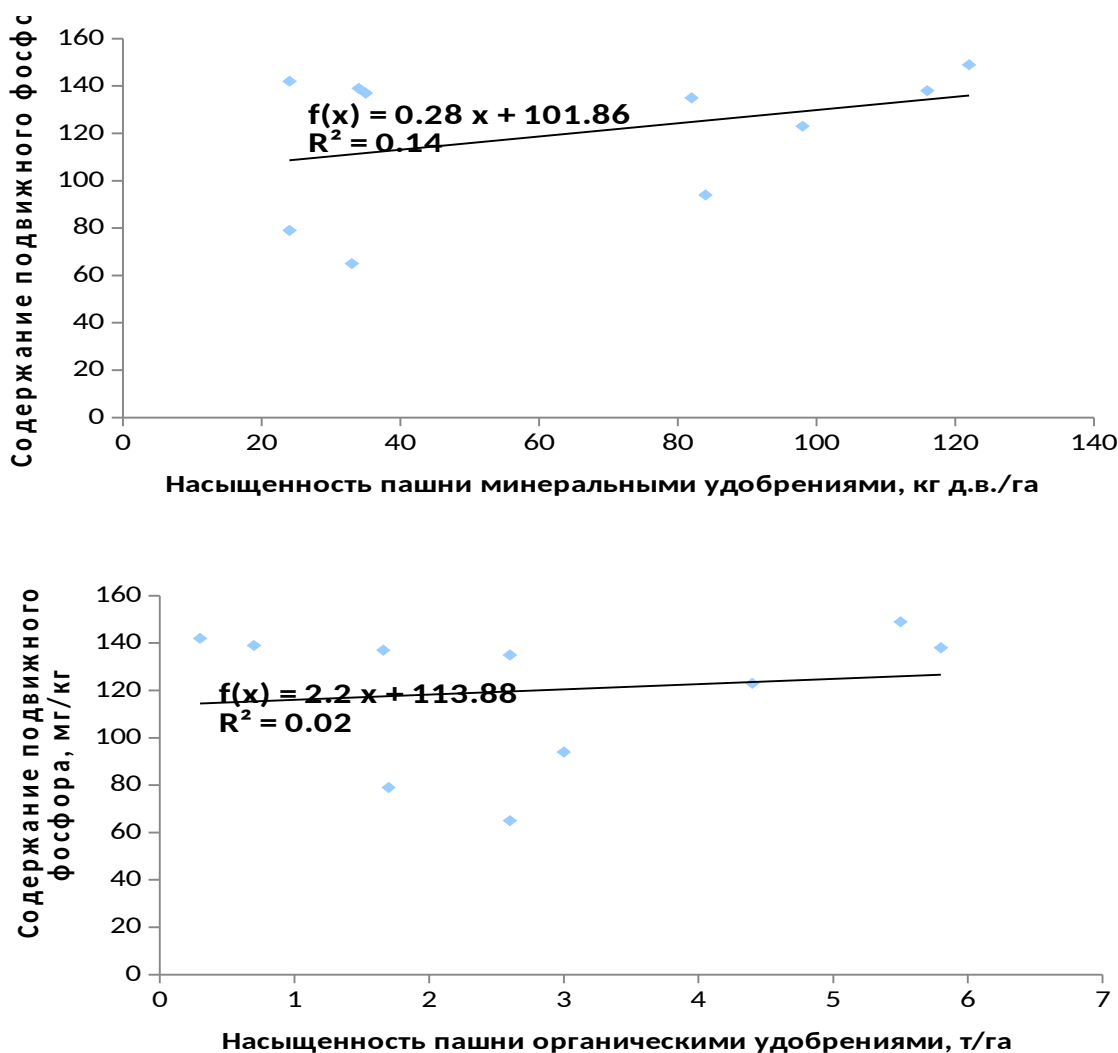


Рис. 9. Зависимость содержания подвижных форм фосфора в почвах пашни от уровня применения минеральных и органических удобрений в 1966-2015 гг.

3.3.4 Динамика содержания подвижного калия

Общие запасы калия в почвах на порядок выше, чем запасы фосфора, особенно в черноземных почвах. Несмотря на это, низкая обеспеченность почв подвижным калием нередко становится лимитирующим фактором роста урожайности и качества урожая многих культур [Пчелкин, 1966; Прокошев, Богдевич, 1994].

Распределение пахотных почв исследуемого района по степени обеспеченности подвижным калием по циклам агрохимического обследования дано в таблице 8.

Таблица 8

Динамика распределения пахотных почв Бугульминского муниципального района Республики Татарстан по обеспеченности подвижным калием

VII (1996- 2000)	-	0,3	6,2	39,7	43,5	10,3
VIII (2001- 2005)	-	0,2	4,3	20,2	54,2	21,1
IX (2006- 2010)	-	0,3	9,1	29,2	37,0	24,4
X (2011- 2015)	-	0,2	4,3	20,1	54,2	21,2

Результаты 1-ого тура обследования показали, что почти половина пахотных земель (48,4 %) имеет высокую и около трети (32,6 %) - очень высокую обеспеченность подвижным калием. На долю низко- и среднеобеспеченных почв в сумме приходится лишь около 6 % пашни. Все это указывает на хорошую обеспеченность пахотных почв района подвижным калием.

Последующие туры обследования демонстрировали определенные переходы некоторой части пашни в ту или иную группу обеспеченности, однако в целом обеспеченность подвижным калием почв пашни района оставалась примерно на одном уровне в течение всего срока наблюдения.

Максимальная доля почв, имеющих высокую и очень высокую обеспеченность подвижным калием (в сумме 86,2 %), обнаружилась в 5-ом туре агрохимического обследования. В этот срок наблюдения процент пашни, имеющий низкую и среднюю обеспеченность, составил всего 1,5 %.

Результата последнего обследования, проведенного в 2011-2015 гг., показали некоторое обеднение почвы подвижным калием. Как видно, по сравнению с результатами 5-ого тура, в последний срок наблюдения уменьшилась доля высоко и очень высоко обеспеченных калием почв соответственно на 3,0 и 7,8 %% при одновременном увеличении доли пашни на такие же проценты, обеспеченность которой оценивается как средняя и повышенная.

Оценка обеспеченности пахотных почв по величине средневзвешенного содержания так же наглядно иллюстрирует высокую обеспеченность почв района подвижным калием (рис. 10).

В течение 50 лет данный показатель варьировал в пределах от 127 до 157 мг/кг, что соответствует пятой группе обеспеченности. Линия тренда и величина коэффициента детерминации ($R^2=0,006$) показывают, что в целом статистически значимого изменения обеспеченности почв подвижным калием во временном ряду не проявляется.

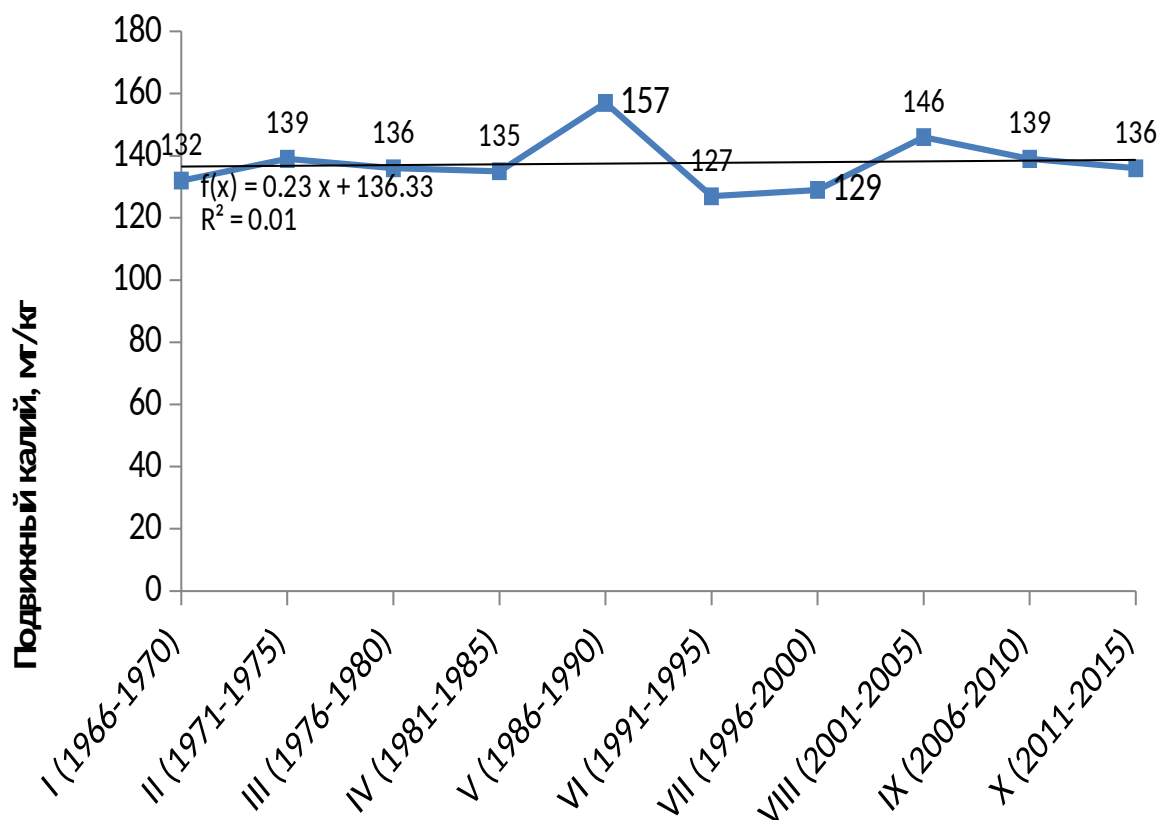


Рис. 10. Динамика содержания подвижного калия в пахотных почвах Бугульминского муниципального района РТ по циклам агрохимического обследования

Данные рис. 11 демонстрируют, что насыщенность пашни минеральными удобрениями никакого влияния на содержание подвижного калия не оказала ($R^2=0,000$).

Весьма слабым оказалось положительное влияние на содержание подвижного калия в пахотных почвах и насыщенности пашни органическими удобрениями ($R^2=0,0268$).

Следовательно, в отличие от фосфора, максимальное содержание подвижного калия (157 мг/кг), обнаруженное в 1986-1990 гг., превышало исходный уровень только в 1,2 раза, и в целом, корреляция содержания подвижного калия от циклов обследования была ничтожной ($R^2=0,006$), и за все годы наблюдения почвы района остались в одной и той же группе обеспеченности («высокая»).

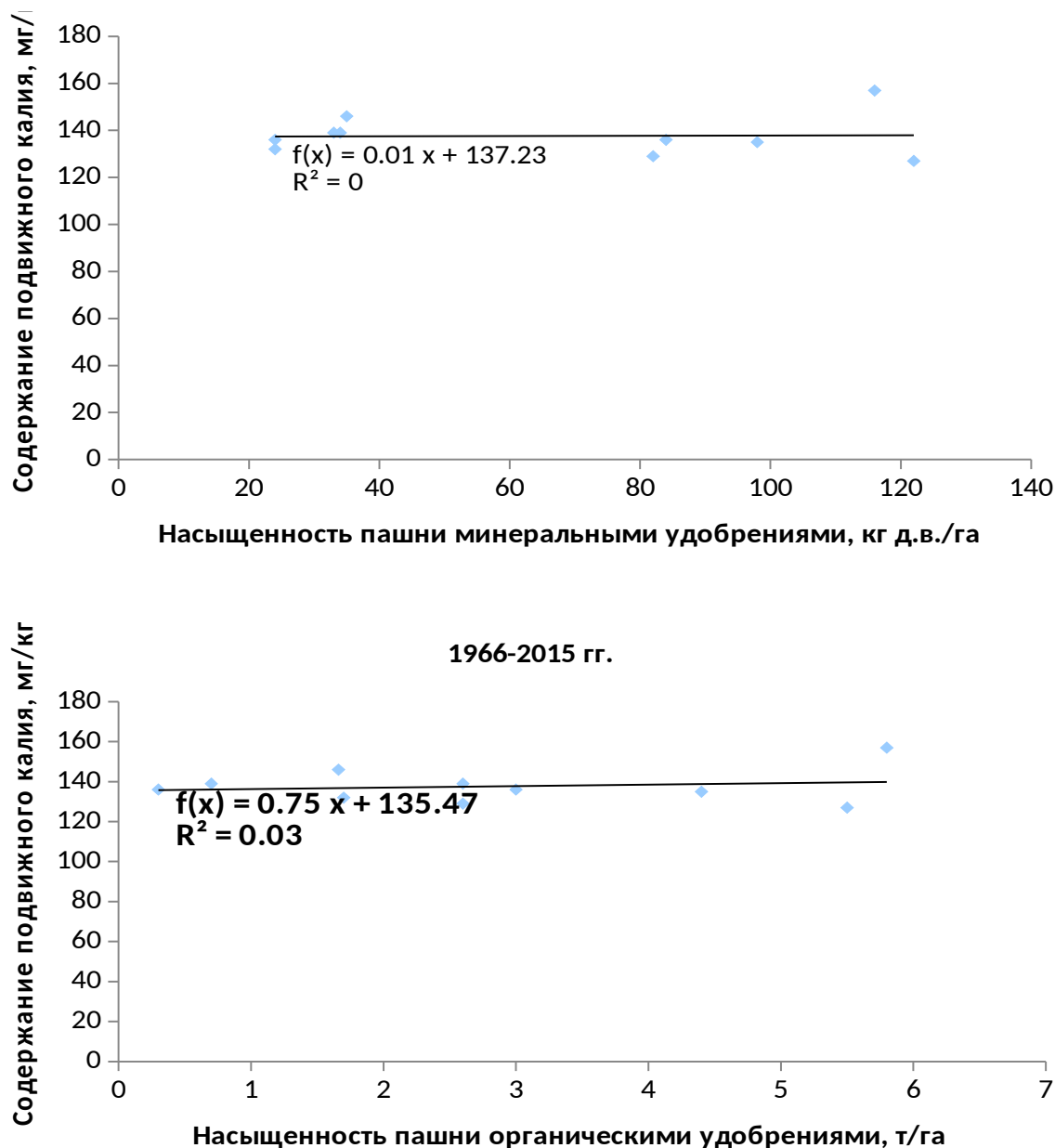


Рис. 11. Зависимость средневзвешенного содержания подвижного калия от насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями в 1966-2015 гг.

Таким образом, на обеспеченность почв района подвижным калием, как минеральные, так и органические удобрения заметного влияния не оказали. Все это, на наш взгляд, обуславливается высокой естественной обеспеченностью почв исследуемого района подвижным калием и относительно скромным уровнем применения удобрений.

3.3.5 Динамика содержания подвижных форм микроэлементов и серы

Микроэлементы — химические элементы, содержащиеся в почвах в микроскопических количествах и необходимые для полноценного развития растений. Количество микроэлементов в почве определяется их содержанием в породе. Микроэлементы входят в состав первичных и вторичных минералов, а также гумуса. Абсолютно необходимыми считаются восемь микроэлементов: марганец, медь, цинк, кобальт, бор, молибден, йод и ванадий. Микроэлементы выполняют важную физиологическую и биохимическую роль в жизни растений, животных и человека. Недостаток микроэлементов в почве резко снижает урожайность культур и качество урожая [Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004; Гайсин, Хисамеева, 2007; Гайсин и др., 2010; Гармаш и др., 2011; Лукин, 2011; Никитишен и др., 2012; Гайсин, Пахомова, 2014].

В связи с этим немаловажный интерес представляет обеспеченность почв подвижными формами микроэлементов. В таблице 9 представлены средневзвешенные содержания подвижных форм пяти абсолютно необходимых микроэлементов, запасы которых в черноземных почвах часто оказываются в дефиците.

Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах пашни района впервые было определено только в 4-ом цикле агрохимического обследования (1981-1985 гг.). В 4-7 турах обследования в почвах определяли только два микроэлемента — бора и молибдена. Начиная с 8-ого цикла обследования (2001-2005 гг.) в пахотных почвах района проводится определение содержания подвижных форм пяти микроэлементов: бора, молибдена, кобальта, меди и цинка.

Результаты 4-ого тура агрохимического обследования показали, что средневзвешенные содержания подвижных форм бора (0,71 мг/кг) и молибдена (0,10 мг/кг) в почвах района отвечают соответственно высокой и низкой обеспеченности.

Таблица 9

Динамика средневзвешенного содержания подвижных форм микроэлементов
в почвах пашни Бугульминского муниципального района РТ

Цикл обследования (годы)	Бор	Молибден	Кобальт	Медь	Цинк
	<u>мг/кг</u> группа обеспеченности				
IV (1981-1985)	<u>0,71</u> III	<u>0,10</u> I	-	-	-
V (1986-1990)	<u>0,63</u> II	<u>0,13</u> II	-	-	-
VI (1991-1995)	<u>0,64</u> II	<u>0,13</u> II	-	-	-
VII (1996-2000)	<u>0,62</u> II	<u>0,13</u> II	-	-	-
VIII (2001-2005)	<u>1,52</u> III	<u>0,06</u> I	<u>0,82</u> I	<u>0,18</u> I	<u>1,9</u> I
IX (2006-2010)	<u>1,46</u> III	<u>0,10</u> I	<u>0,50</u> I	<u>0,30</u> I	<u>1,8</u> I
X (2011-2015)	<u>1,50</u> III	<u>0,10</u> I	<u>0,50</u> I	<u>0,30</u> I	<u>2,0</u> I

Следующий 5-ый тур обследования показал некоторое ухудшение обеспеченности бором и улучшение обеспеченности молибденом. Как видно, в этот срок наблюдения содержание обеих микроэлементов соответствовало среднему уровню. Такая обеспеченность почв бором и молибденом подтвердилась результатами последующих двух туров агрохимического обследования в 1991-1995 и 1996-2000 гг.

Восьмой тур агрохимического обследования, проведенная в начале нулевых годов, свидетельствовало, что почвы пахотных земель исследуемого района низко обеспечены подвижными формами большинства анализированных микроэлементов (молибден, медь, кобальт, цинк) и только содержание бора может быть оценено как высокая. Особенно мало содержится в почвах Бугульминского района подвижной меди - 0,18 мг/кг,

что более чем в 8 раз ниже верхнего предела низкой (1,5 мг/кг) обеспеченности (см. приложение 1).

Два последних тура агрохимического обследования, проведенные в 2005-2010 и 2011-2015 гг., не обнаружили существенного изменения обеспеченности почв пашни подвижными формами микроэлементов: на низком уровне осталось содержание подвижных форм молибдена, меди, кобальта, цинка, только средневзвешенное содержание бора соответствует высокой обеспеченности.

Таким образом, на посевах большинства культур, возделываемых в исследуемом районе, эффективным может быть применение микроудобрений, содержащих в своем составе меди, молибдена, кобальта и цинка. Можно также предположить, что вряд ли будет эффективным в условиях района внесение борсодержащих удобрений, ибо обеспеченность почв бором оценивается как высокая.

Важным макроэлементом, оказывающим большое влияние на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, особенно из семейства бобовых, лилейных и крестоцветных, является сера. Её значимость для живых организмов, прежде всего, обуславливается тем, что она входит в состав белков и некоторых эфирных масел [Минеев, 2004; Беспалов, 2004; Аристархов, 2007; Сулейманов, Гилязов, 2010].

Динамика распределения почв пашни изучаемого района по обеспеченности подвижной серой по циклам агрохимического обследования дана в таблице 10. Агрохимическая служба приступила к определению подвижной серы в почвах пашни республики одновременно с определением микроэлементов – в 4-ом цикле обследования. Результаты данного обследования показали, что 66,6 % пахотных почв характеризуются низким (менее 6 мг/кг) и только 6,4 % - высоким (более 12 мг/кг) содержанием подвижной серы. В целом, средневзвешенное содержание серы в этот срок наблюдения равнялось 6,6 мг/кг, что соответствует нижнему пределу средней обеспеченности.

Таблица 10

Динамика распределения почв пашни Бугульминского муниципального района Республики Татарстан по обеспеченности подвижной серой по циклам агрохимического обследования

Цикл обследования (годы)	Процент пашни с обеспеченностью подвижной серой			Средневзвешенное содержание, мг/кг
	низкой	средней	высокой	
IV (1981-1985)	66,6	27,0	6,4	6,6
V (1986-1990)	75,6	20,2	4,2	6,1
VI (1991-1995)	72,6	20,1	7,3	6,4
VII (1996-2000)	56,1	38,0	5,9	7,0
VIII (2001-2005)	41,3	30,2	28,5	8,5
IX (2006-2010)	56,2	38,0	5,8	7,0
X (2011-2015)	51,3	34,2	14,5	7,5

В последующие сроки обследования средневзвешенное содержание подвижной серы колебалось от 6,1 (1986-1990 гг.) до 8,5 мг/кг (2001-2005 гг.), то есть обеспеченность почв пашни района во все годы наблюдения оценивалась как средняя.

3.4 Корреляция урожайности зерновых культур от уровня применения удобрений и химических мелиорантов

Зерновые культуры - важнейшие сельскохозяйственные культуры, доля которых в структуре посевных площадей в зоне Среднего Поволжья достигает до 50 % [Система земледелия РТ, 2013]. Урожайность зерновых культур во многих случаях рассматривается как индикаторный показатель уровня продуктивности пахотных земель.

Ниже приводится динамика урожайности зерновых культур по циклам агрохимического обследования почв в Бугульминском районе и в целом по Республике Татарстан (рис. 12).

Средняя урожайность зерновых культур по Бугульминскому муниципальному району в годы первого тура агрохимического обследования (1966-1970 гг.) составила 1,30 т/га. В дальнейшем, вплоть до 8-ого цикла включительно, урожаи постепенно, хотя и скачкообразно, росли и достигли своего максимума (2,89 т/га).

К сожалению, данные за два последних пятилеток демонстрируют заметное снижение урожайности: если в 2005-2010 гг. средняя урожайность равнялась 2,00 т/га, то 2011-2015 гг. – только 1,77 т/га.

Для описания характера динамики урожайности зерновых культур в Бугульминском районе по циклам агрохимического обследования почв достаточно удачно ($R^2=0,7882$) подходило полиномиальное уравнение третьей степени:

$$Y = -0,0091 \cdot x^3 + 0,1181 \cdot x^2 - 0,2367 \cdot x + 1,444,$$

где Y – средняя урожайность зерновых культур, т/га;

x – цикл агрохимического обследования.

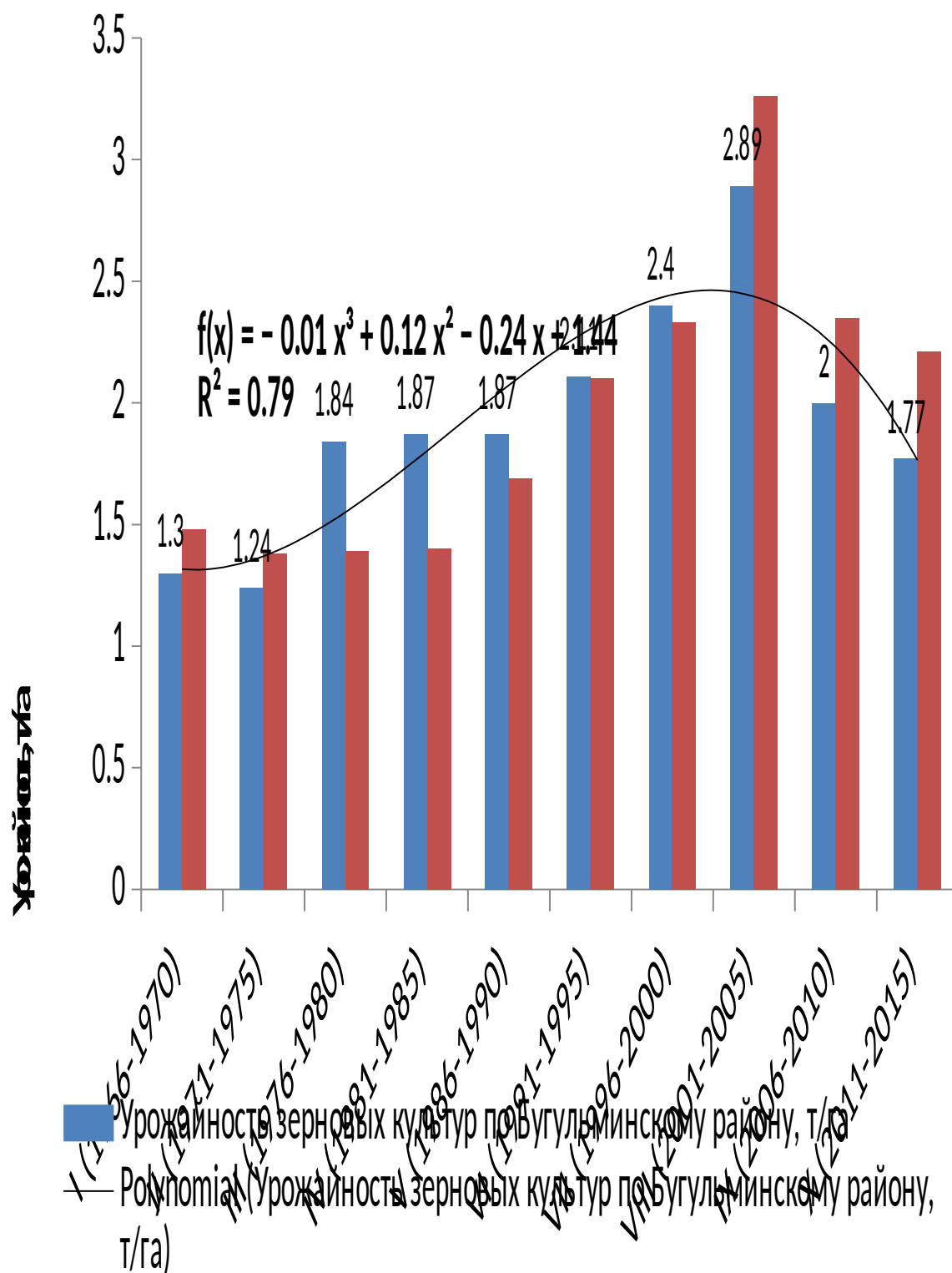


Рис. 12. Сравнительная динамика урожайности зерновых культур в Бугульминском муниципальном районе и Республике Татарстан по циклам агрохимического обследования

Сравнение урожайности зерновых культур исследуемого района с общереспубликанскими данными показывает, что в конце 60-х начале 70-х годов истекшего века районные показатели были ниже республиканских. В течение последующих 25 лет (1976-2000 гг.) урожайность зерновых в Бугульминском районе опережала среднереспубликанские урожаи. Однако с начала 21 века исследуемый район по урожайности зерновых заметно отстает от республиканского уровня.

Применение удобрений — важнейшее средство повышения урожайности сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почв. Поступающие в почву с удобрениями азот, фосфор, калий и другие, дефицитные в земледелии питательные элементы помогают возделываемым растениям эффективнее использовать воду, солнечную энергию, прочие экологические факторы, создавать дополнительную продукцию. Помимо этого, удобрения, особенно органические, улучшают целый комплекс агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, то есть обеспечивают восстановление плодородия последних.

Огромное количество публикации свидетельствуют о наличии достаточно тесной положительной зависимости урожайности от уровня применения органических и минеральных удобрений [Ефимов, Донских, Царенко, 2002; Панников, 2003; Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004; Коломейченко, 2007 и др.]. Немало примеров тесной зависимости урожайности многих культур от уровня применения удобрений и в нашей республике. Так, в условиях Балтасинского муниципального района РТ коэффициенты корреляции (r) урожайности озимой и яровой пшеницы, озимой ржи и кукурузы на силос от насыщенности пашни минеральными удобрениями за 1965-2010 гг. составили от 0,55 до 0,64. Ещё более тесно от уровня применения минеральных удобрений коррелировалась урожайность многолетних и однолетних трав ($r=0,83\div 0,89$) [Гилязов, Лукманов, Муратов, 2016].

Материалы рисунков 13-15 демонстрируют очень слабую зависимость урожайности зерновых культур от уровня применения, как минеральных, так и органических удобрений. Коэффициенты детерминации (R^2) урожайности зерновых культур от насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями равнялись соответственно 0,0423 и 0,0001.

Такой же слабой оказалась зависимость урожайности зерновых культур от уровня известкования ($R^2=0,0449$), под которым в данном случае рассматривались площади известкования кислых почв.

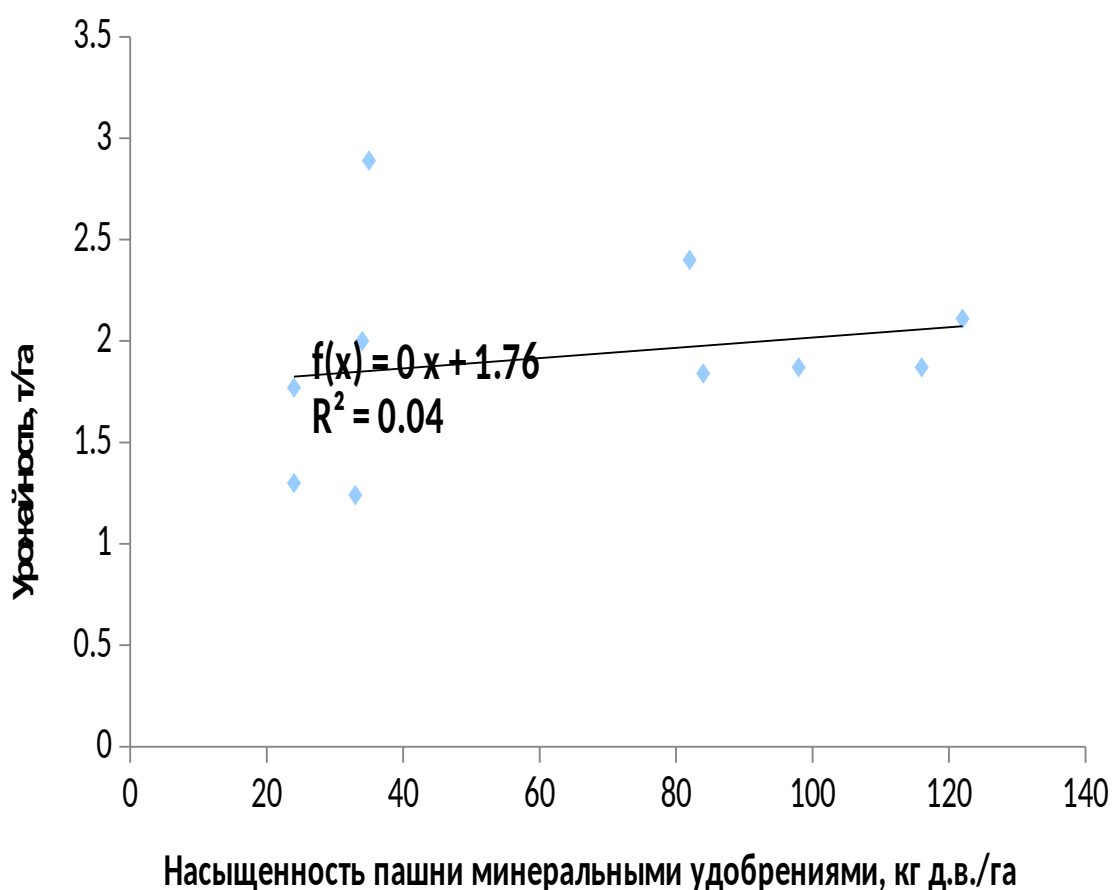


Рис. 13. Зависимость средней урожайной зерновых культур от уровня насыщенности пашни минеральными удобрениями по циклам агрохимического обследования (1966-2015 гг.)

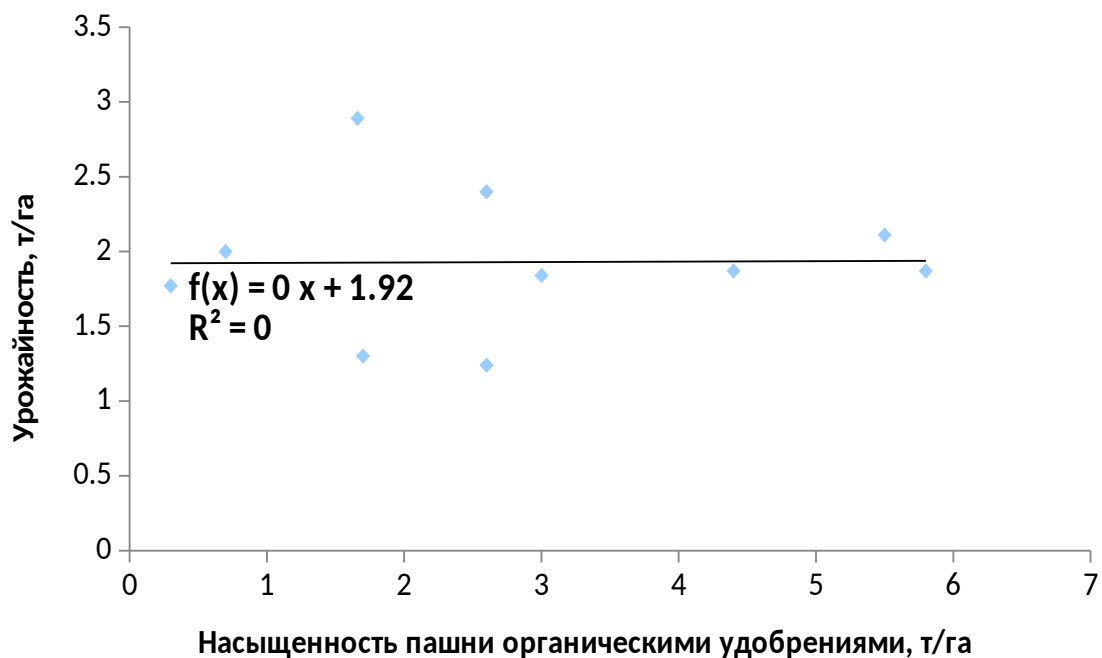


Рис. 14. Зависимость средней урожайной зерновых культур от уровня насыщенности пашни органическими удобрениями по циклам агрохимического обследования (1966-2015 гг.)

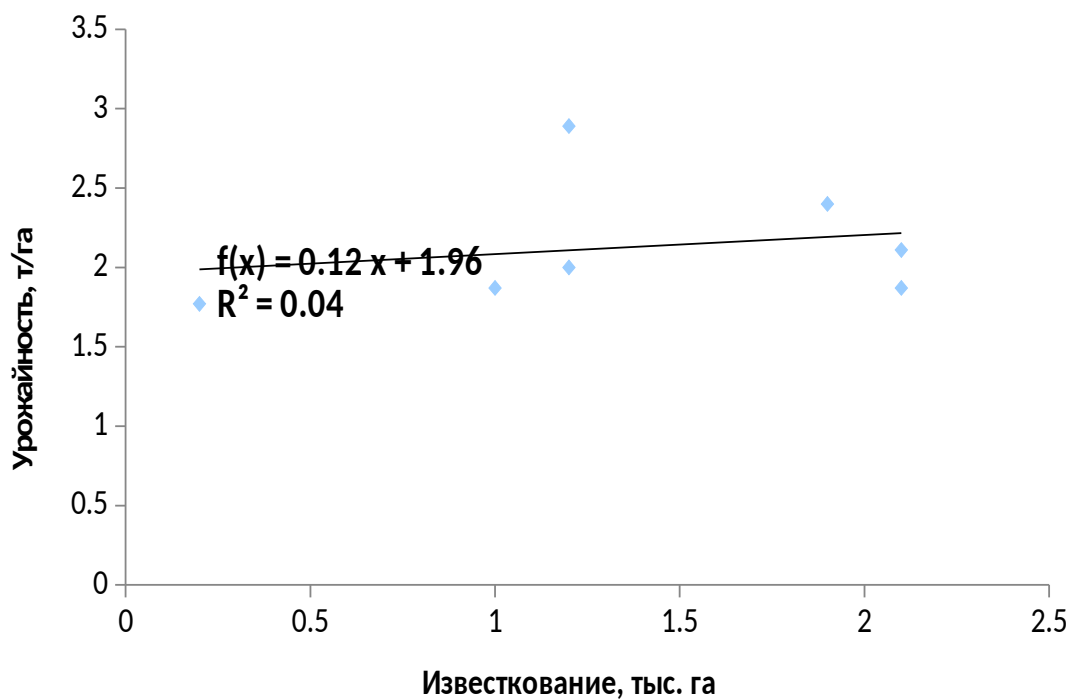


Рис. 15. Зависимость средней урожайной зерновых культур от площадей известкования кислых почв в 1981-2015 гг.

Отсутствие значимой положительной корреляции урожайности зерновых культур от уровня применения минеральных, органических удобрений и химического мелиоранта в условиях исследуемого района, возможно, обусловлено следующими факторами:

- относительно высокое естественное плодородие почв пахотных земель, как по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и калия, так и их благоприятными кислотно-основными свойствами;
- относительно невысокий уровень применения агрохимикатов;
- недостаточно квалифицированное применение удобрений и химических мелиорантов специалистами;
- более существенное влияние на урожайность факторов, не учтенных в данной работе (система защиты растений, обработки почвы, соблюдение севооборотов, сортообновление и т. д.).

Таким образом, в условиях исследуемого района уровень применения минеральных, органических и известковых удобрений на урожайность зерновых культур оказали положительное влияние, однако их статистическая значимость оказалась весьма слабой ($R^2 = 0,0001 \div 0,0449$).

3.5 Корреляция урожайности зерновых культур от агрохимических свойств пахотных почв

Влияние основных агрохимических параметров почв, систематически монтируемых агрохимической службой страны, а именно содержания гумуса, подвижных форм фосфора и калия, а также кислотности почвы – на урожайность зерновых культур в условиях исследуемого района демонстрируется графиками рис. 16-19.

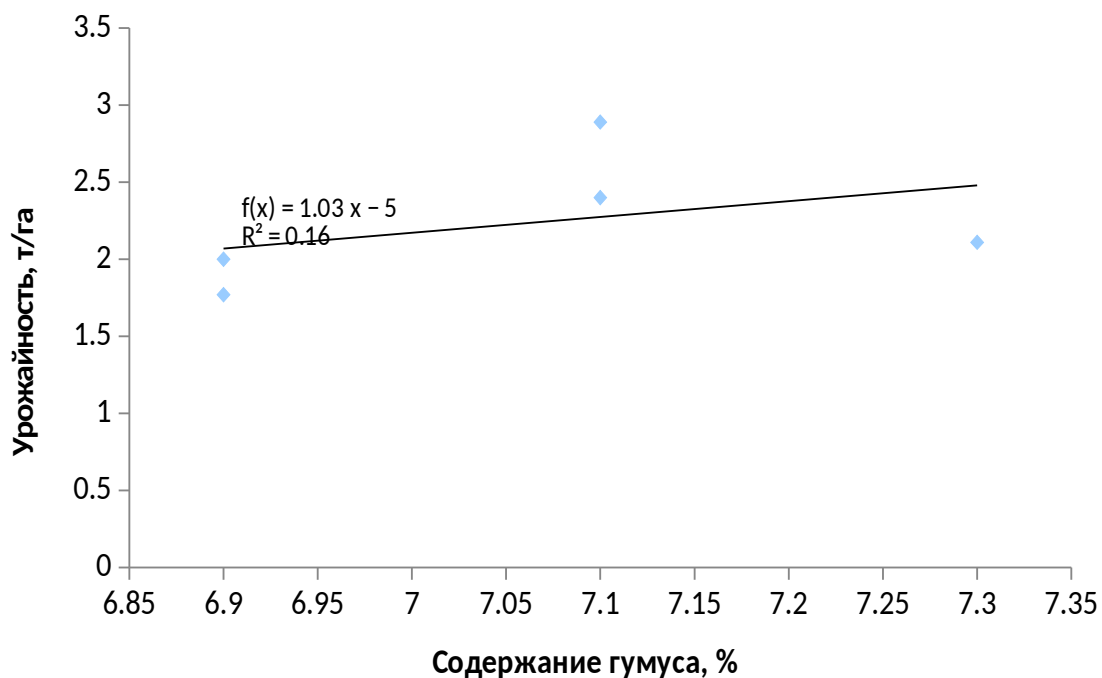


Рис.16. Корреляция урожайности зерновых культур от содержания гумуса в пахотных почвах по циклам агрохимического обследования в 1991-2015 гг.

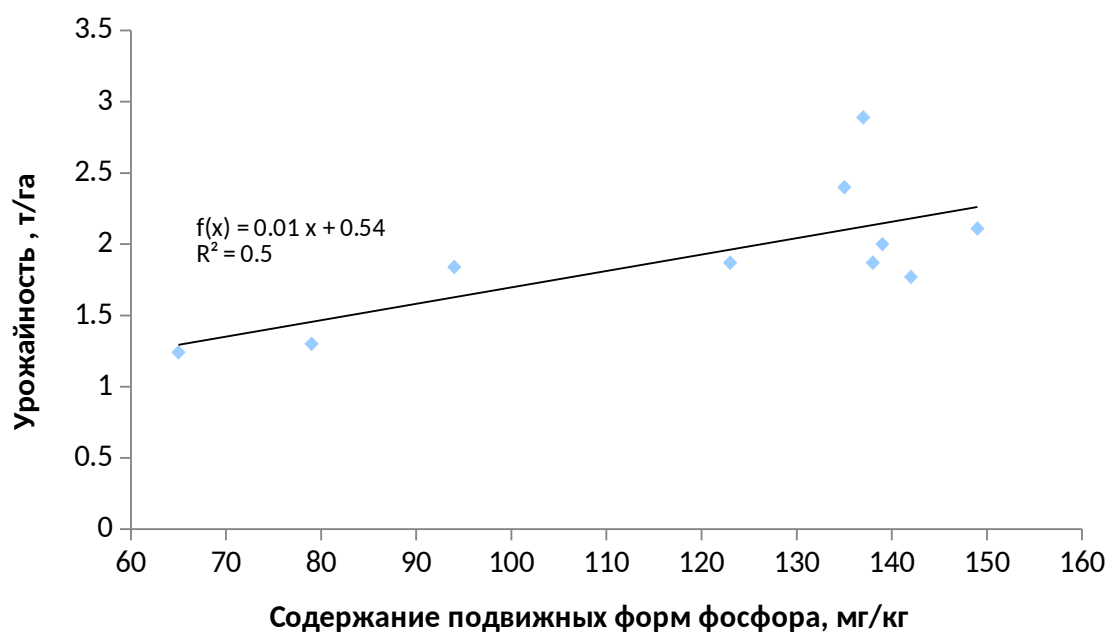


Рис. 17. Корреляция урожайности зерновых культур от содержания подвижных форм фосфора в пахотных почвах по циклам агрохимического обследования в 1966-2015 гг.

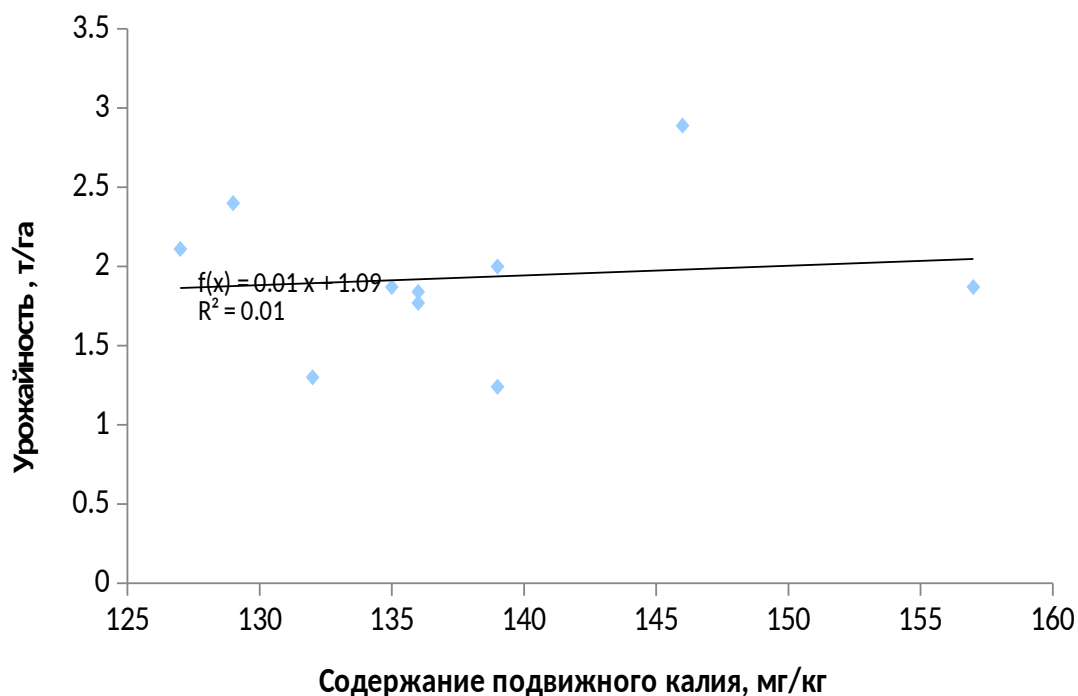


Рис. 18. Корреляция урожайности зерновых культур от содержания подвижных форм калия в пахотных почвах по циклам агрохимического обследования в 1966-2015 гг.

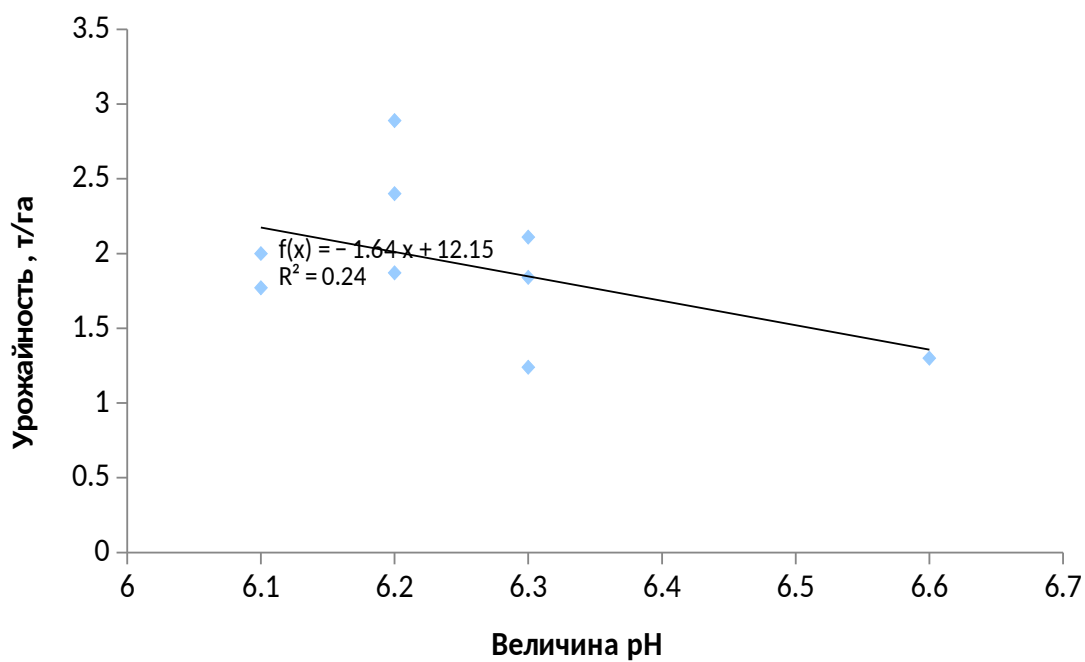


Рис. 19. Корреляция урожайности зерновых культур от кислотности пахотных почв по циклам агрохимического обследования в 1966-2015 гг.

Из четырех исследованных агрохимических свойств почв пашни наибольшее влияние на урожайность зерновых культур оказало средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора, определенное по методу Чирикова. Как видно, коэффициент детерминации (R^2) урожайности от данного показателя почв равнялся 0,502 (рис. 17). Линейная зависимость урожайности от содержания подвижных форм фосфора описывалась уравнением:

$$Y = 0,011 \cdot x + 0,544,$$

где Y – средняя урожайность зерновых по циклам агрохимического обследования почв, т/га,

x – средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора в пахотном слое пашни по циклам агрохимического обследования, мг/кг.

Если коэффициент детерминации (R^2) пересчитать на коэффициент корреляции (r), то последнее равняется 0,71, что по шкале Чеддока оценивается как высокая корреляция ($r=0,71 \div 0,90$).

Отметим, что на содержание подвижных форм фосфора заметное влияние оказала насыщенность пашни минеральными удобрениями ($R^2=0,1368$ или $r=0,37$). Следовательно, положительное действие минеральных удобрений на урожайность проявилось, как прямо, так и косвенно - через оптимизацию обеспеченности почвы подвижными формами фосфора.

Вторым агрохимическим показателем, оказавшим заметное влияние на урожайность зерновых культур, явился содержание гумуса (рис. 16). Линия тренда зависимости урожайности от содержания гумуса описывается уравнением:

$$Y = 1,025 \cdot x - 5,002,$$

где Y – средняя урожайность зерновых по циклам агрохимического обследования почв, т/га,

x – средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое пашни по циклам агрохимического обследования, %.

Судя по величине коэффициента корреляции ($r=0,40$ при $R^2=0,158$), зависимость урожайности зерновых культур от содержания гумуса в пахотном слое почв можно оценить, по шкале Чеддока, как умеренная. Следует, однако, подчеркнуть, что данная корреляция отражает зависимость урожайности зерновых от гумуса не за 50 лет наблюдений, а только за последние 25 лет (1991-2015 гг.).

Урожайность зерновых культур росла по мере роста содержания подвижного калия в почвах пашни по циклам агрохимического обследования, однако теснота этой корреляции ($R^2=0,012$) оказалась весьма слабой (рис. 18). Напомним, что на содержание подвижного калия минеральные удобрения не оказали никакого влияния, а положительное влияние органических удобрений было очень слабым (см. рис. 11). Все эти факты обусловлены, на наш взгляд, высокой обеспеченностью почв пашни исследуемого района подвижным калием.

Как уже отмечалось выше, за годы наблюдений обнаружился постепенное снижение показателя pH по циклам агрохимического обследования с 6,6 до 6,1 (см рис. 5), хотя в целом почвы пашни исследуемого района остались в группе «нейтральных». Возможно, поэтому снижение величины pH не привело к снижению урожайности зерновых культур, а скорее наоборот, обнаружилась умеренная отрицательная зависимость урожайности от величины pH ($R^2=0,236$ или $r=0,49$). Видимо, величина pH около 6,1 оказалась более благоприятной для возделываемых в районе зерновых культур, чем pH, равная 6,6.

Таким образом, среди важнейших агрохимических свойств на урожайность зерновых культур наибольшее положительное влияние оказывало содержание в почве подвижных форм фосфора и гумуса. Как отметили выше, именно эти показатели наиболее заметно улучшились под

действием удобрений: минеральные удобрения повысили содержание подвижных форм фосфора ($R^2=0,1368$), а органические удобрения - гумуса ($R^2=0,9193$) (см. рис. 4 и 9). Следовательно, положительное действие минеральных и органических удобрений на урожайность проявилось, как прямо, так и косвенно - через оптимизацию обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и гумусом.

3.6 Динамика хозяйственного баланса основных питательных элементов в земледелии района

Баланс питательных веществ в севообороте, хозяйстве, регионе или под отдельными сельскохозяйственными культурами — важный агрохимический показатель, позволяющий оценить состояние и прогнозировать перспективы изменения плодородия почв сельскохозяйственных земель. Для практических целей наиболее часто устанавливается так называемый хозяйственный баланс, когда учитываются лишь самые основные статьи приходной и расходной части баланса: вынос в составе урожая, с одной стороны, и поступление питательных веществ в составе удобрений, с другой [Ломако, 2001; Ягодин и др., 1989, 2003; Минеев, 2004].

В таблицах 11-13 приведены хозяйственные балансы азота, фосфора и калия под зерновыми культурами, сложившиеся по циклам агрохимического обследования почв Бугульминского района. Они рассчитаны исходя из средней урожайности зерновых культур и насыщенности пашни минеральными и органическими удобрениями. Средние нормативные выноса азота, фосфора и калия зерновыми культурами брали равными соответственно 30, 13 и 25 кг/т.

Таблица 11

Динамика хозяйственного баланса азота под зерновыми культурами по
циклам агрохимического обследования почв Бугульминского
муниципального района Республики Татарстан

Показатели	Циклы агрохимического обследования почв									
	I (1966-1970)	II (1971-1975)	III (1976-1980)	IV (1981-1985)	V (1986-1990)	VI (1991-1995)	VII (1996-2000)	VIII (2001-2005)	IX (2006-2010)	X (2011-2015)
Урожайность, т/га	1,30	1,24	1,84	1,87	1,87	2,11	2,40	2,89	2,00	1,77
Хозяйственный вынос с урожаями*, кг/га	39,0	37,2	55,2	56,1	56,1	63,3	72,0	86,7	60,0	53,1
Поступление в почву всего, кг/га:	20,5	29,5	57,0	71,0	87,5	88,5	54,0	25,5	24,5	17,0
в том числе										
- с минеральными удобрениями	12,0	16,5	42,0	49,0	58,5	61,0	41,0	17,0	21,0	15,5
- с органическими удобрениями**	8,5	13,0	15,0	22,0	29,0	27,5	13,0	8,5	3,5	1,5
Фактический хозяйственный баланс, кг/га	-18,5	-7,7	+1,8	+14,9	+31,4	+25,2	-18,0	-61,2	-35,5	-36,1
Фактический норматив баланса, %	53	79	103	127	156	140	75	29	41	32
Примерный оптимальный норматив баланса***, %	120- 130	120- 130	120- 130	110- 120	110- 120	110- 120	110- 120	110- 120	110- 120	110- 120

Прим.: * - средний нормативный вынос азота 30 кг/т;

** - среднее содержание общего азота в органических удобрениях 0,50 %;

*** - в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве (Ягодин и др., 1989).

Таблица 12

**Динамика хозяйственного баланса фосфора под зерновыми культурами по
циклам агрохимического обследования почв Бугульминского
муниципального района Республики Татарстан**

Показатели	Циклы агрохимического обследования почв									
	I (1966-1970)	II (1971-1975)	III (1976-1980)	IV (1981-1985)	V (1986-1990)	VI (1991-1995)	VII (1996-2000)	VIII (2001-2005)	IX (2006-2010)	X (2011-2015)
Урожайность, т/га	1,30	1,24	1,84	1,87	1,87	2,11	2,40	2,89	2,00	1,77
Хозяйственный вынос с урожаями*, кг/га	16,9	16,1	23,9	24,3	24,3	27,4	31,2	37,6	26,0	23,0
Поступление в почву всего, кг/га:	11,3	16,5	32,7	40,5	48,8	50,4	31,0	15,3	8,8	6,5
в том числе										
- с минеральными удобрениями	7,0	10,0	25,2	29,5	34,3	36,6	24,5	11,0	7,0	5,7
- с органическими удобрениями**	4,3	6,5	7,5	11,0	14,5	13,8	6,5	4,3	1,8	0,8
Фактический хозяйственный баланс, кг/га	-5,6	+0,4	+8,8	+16,2	+24,5	+23,0	-0,2	-22,3	-17,2	-16,5
Фактический норматив баланса, %	67	102	137	167	201	184	99	41	34	28
Примерный оптимальный норматив баланса***, %	170- 200	170- 200	170- 200	140- 170	140- 170	140- 170	140- 170	140- 170	140- 170	140- 170

Прим.: * - средний нормативный вынос азота 13 кг/т;

** - среднее содержание общего азота в органических удобрениях 0,25 %;

*** - по Ягодину Б.А. и др., 1989.

Таблица 13

Динамика хозяйственного баланса калия под зерновыми культурами по
циклам агрохимического обследования почв Бугульминского
муниципального района Республики Татарстан

Показатели	Циклы агрохимического обследования почв									
	I (1966-1970)	II (1971-1975)	III (1976-1980)	IV (1981-1985)	V (1986-1990)	VI (1991-1995)	VII (1996-2000)	VIII (2001-2005)	IX (2006-2010)	X (2011-2015)
Урожайность, т/га	1,30	1,24	1,84	1,87	1,87	2,11	2,40	2,89	2,00	1,77
Хозяйственный вынос с урожаями*, кг/га	32,5	31,0	46,0	46,8	46,8	52,8	60,0	72,3	50,0	44,3
Поступление в почву всего, кг/га:	15,2	22,1	34,8	45,9	58,0	57,4	32,1	17,2	10,2	4,6
в том числе										
- с минеральными удобрениями	5,0	6,5	16,8	19,5	23,2	24,4	16,5	7,0	6,0	2,8
- с органическими удобрениями**	10,2	15,6	18,0	26,4	34,8	33,0	15,6	10,2	4,2	1,8
Фактический хозяйственный баланс, кг/га	-17,3	-8,9	-11,2	-0,9	+11,2	+4,6	-27,9	-55,1	-39,8	-39,7
Фактический норматив баланса, %	47	71	76	98	124	109	54	24	20	10
Примерный оптимальный норматив баланса***, %	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80	60- 80

Прим.: * - средний нормативный вынос азота 25 кг/т;

** - среднее содержание общего азота в органических удобрениях 0,60 %;

*** - по Ягодину Б.А. и др., 1989.

Среднее содержание общего азота, фосфора и калия в органических удобрениях взято равными соответственно 0,50; 0,25 и 0,60 %%. В

качестве примерных оптимальных нормативов баланса использовали рекомендации Б.А. Ягодина и др. (1989) (см. приложение 2).

Хозяйственные выноса азота зерновыми культурами по циклам агрохимического обследования варьировали в пределах от 37,2 до 86,7 кг/га и определялись величиной урожайности. Поступление азота в почву в составе удобрений составило 17,0-88,5 кг/га. Во все сроки наблюдения азота поступало больше в составе минеральных удобрений, нежели в составе органических. Особенно мало поступило азота в почву с органическими удобрениями в последнем цикле: всего 1,5 кг/га, что на порядок меньше того, сколько поступило в составе минеральных удобрений (15,5 кг/га).

Фактический хозяйственный баланс азота в течение первых двух туров обследования был отрицательным (-18,5 и -7,7 кг/га). В течение последующих трех туров обследования сложился положительный баланс, причем наблюдалось постепенное его увеличение с +1,8 до +31,4 кг/га. К сожалению, в дальнейшем начался обратный процесс – ухудшение баланса азота. Последние четыре тура агрохимического обследования (1996-2015 гг.) показали отрицательный баланс, размеры которого колеблются в пределах от -18,0 до -61,2 кг/га.

Фактический норматив баланса, который представляет собой приход азота в процентах к его расходу, по циклам обследования почв варьировал в пределах от 29 до 156 %. Сопоставление фактических нормативов баланса с примерными оптимальными нормативами показывает, что в течение трех туров обследования (IV-VI туры, 1981-1995 гг.) фактические нормативы баланса азота были выше оптимальных значений, а во все остальные годы – ниже. Другими словами из 50 лет только в течение 15 лет наблюдался благоприятный для воспроизводства плодородия почв баланс азота.

Примерно аналогичным образом складывался хозяйственный баланс и фосфора (табл. 12). В течение первых пяти туров агрохимического обследования (1966-1990 гг.) наблюдался постепенный рост фактического норматива выноса с 67 % до 201 %, затем в протяжении следующих пяти

туров довольно резкое снижение до 28 %. Из 50 лет наблюдений только в течение 15 лет (1981-1995 гг.) фактические нормативы баланса фосфора были в пределах или выше оптимальных значений, во все остальные годы – намного ниже оптимальных параметров. Особенно сильно отрицательный баланс фосфора сложился в последних 15 лет. Так, по итогам 8-ого, 9-ого и 10-ого туров обследования фактический норматив баланса меньше оптимальных значений соответственно в 3,8; 4,5 и 5,5 раза.

Ещё более дефицитным сложился хозяйственный баланс калия, главным образом из-за явно недостаточного применения минеральных и органических удобрений (рис. 13). Небольшой положительный баланс калия (+ 11,2 и + 4,6 кг/га) под зерновыми культурами наблюдался только в течение десяти лет (1991-2000 гг.). Особенность баланса калия заключается в том, что вплоть до 9-ого тура обследования большая часть калия вносилась в почву в составе органических удобрений. С начала 21 века резко уменьшилось поступление калия в почву, как в составе органических, так и минеральных удобрений. Несмотря на все это, благодаря высокой обеспеченности почв района подвижным калием, сложившиеся фактические нормативы баланса в течение первых семи туров обследования (1966-2000 гг.) были достаточно близкими или превышали примерные оптимальные значения. Чрезвычайно напряженным стал хозяйственный баланс калия с самого начала нового века. Так, в 2001-2005 гг., 2006-2010 гг. и 2011-2015 гг. фактические нормативы баланса калия под зерновыми культурами оказались ниже оптимальных значений соответственно в 2,9; 3,5 и 7,0 раза.

Таким образом, в течение последних 20 лет (1996-2015 гг.) по всем трем основным питательным элементам складывался отрицательный хозяйственный баланс: ежегодные суммарные потери NPK с каждого гектара составили от 46,1 (1996-2000 гг.) до 138,6 (2001-2005 гг.) кг. За последние 10 лет с каждого гектара суммарно теряется примерно 92,4 кг NPK в год.

3.7 Экономическая эффективность применения удобрений в условиях Бугульминского муниципального района

Для оценки экономической эффективности применения удобрений в условиях исследуемого района обобщили опыт применения удобрений на посевах основной зерновой культуры – яровой пшеницы в трех типичных хозяйствах. Во всех этих хозяйствах возделывался сорт «Йолдыз» и поля располагались на выщелоченных черноземах.

Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для зоны. Виды, формы удобрений, сроки и способы их внесения удобрений приведены в таблице 14.

Таблица 14

Применение удобрений на посевах яровой пшеницы (сорт «Йолдыз») в некоторых хозяйствах Бугульминского муниципального района Республики Татарстан в 2015 году

Хозяйство	Физический вес, кг/га		Норма удобрения, кг д.в./га		
	Допосевное внесение	Припосевное внесение	N	P	K
ООО «Рассвет»	-	Аммиачная селитра (34,6:0:0), 100	34,6	-	-
ООО «Колос»	Аммофос* (11:50:0), 100	Аммиачная селитра (34,6:0:0), 100	84,6	11	-
ООО «Нур»	Аммиачная селитра* (34,6:0:0), 100	Азофоска (16:16:16), 50	42,6	8	8

Прим.: * - весной под предпосевную культивацию.

В ООО «Рассвет» под пшеницу была внесена только аммиачная селитра при посеве из расчета 100 кг/га (физический вес). В двух других

хозяйствах помимо аммиачной селитры под пшеницу внесли комплексные удобрения: аммофос и азофоску. В ООО «Колос» весной под предпосевную культивацию внесли по 100 кг/га аммофоса, а при посеве – столько же аммиачной селитры. В ООО «Нур» аммиачная селитра (100 кг/га) была внесена под предпосевную культивацию, а в качестве припосевного удобрения использовали азофоску из расчета 50 кг/га.

Нормы внесения минеральных удобрений (кг д. в./га) под яровую пшеницу в этих хозяйствах составили: 34,6 (ООО «Рассвет»); 58,6 (ООО «Нур») и 95,6 (ООО «Колос»).

Расчеты экономической эффективности применения удобрений на посевах яровой пшеницы в указанных хозяйствах приведены в таблице 15. Стоимость основной продукции была рассчитана исходя из фактической урожайности зерна, которая колебалась от 1,68 до 2,75 т/га, и средней цены реализации зерна в 2015 г., равной 5500 руб./т. Минимальная стоимость зерна с гектара, равная 9240 руб., была в ООО «Рассвет» в случае применения только аммиачной селитры при посеве. Стоимость зерна в ООО «Колос» составила 15125 руб./га и несколько ниже (14795 руб./га) в ООО «Нур».

Затраты на производства зерна рассчитали по технологическим картам возделывания пшеницы, которые приведены в приложениях 3-5. В зависимости от норм удобрений и урожайности затраты варьировали от 11638 до 14882 руб./га.

Условный чистый доход, рассчитанный как разница между стоимостью продукции и затратами, в хозяйствах «Колос» и «Нур» составил соответственно 243 и 1519 руб./га. К сожалению, в условиях ООО «Рассвет» использование аммиачной селитры при посеве в дозе 100 кг/га оказалось убыточным. Как видно, размер убытка составил 2398 рублей с каждого гектара. Данное обстоятельство, на наш взгляд, указывает, что в этих

Таблица 15

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы в хозяйствах Бугульминского муниципального района Республики Татарстан в 2015 г.

Показатели	ООО «Рассвет»	ООО «Колос»	ООО «Нур»
Нормы внесения удобрений			
(кг д.в./га) всего,	34,6	95,6	58,6
в том числе азота	34,6	84,6	42,6
фосфора	0	11	8
калия	0	0	8
Урожайность зерна, т/га	1,68	2,75	2,69
Стоимость продукции*, руб./га	9240	15125	14795
Затраты, руб./га	11638	14882	13276
Условный чистый доход, руб./га	-2398	243	1519
Уровень рентабельности, %	-21	2	11
Себестоимость зерна, руб./т	6927	5412	4935

Прим.: * - средняя цена реализации зерна в 2015 г - 5500 руб./т.

условиях лимитирующим фактором оказался дефицит фосфора, поэтому при посеве, в первую очередь, необходимо было внесение фосфорсодержащего удобрения. Уровень рентабельности возделывания яровой пшеницы в хозяйствах «Колос» и «Нур» составил соответственно 2 и 11 %.

Другим экономическим показателем, свидетельствующим о эффективности возделывания той или иной культуры, представляется себестоимость продукции. В нашем случае себестоимость зерна яровой пшеницы колебалась в пределах от 4935 до 6927 руб./т. Самое дешевое зерно было получено в условиях ООО «Нур» при допосевном внесении 100 кг/га аммиачной селитры и внесении 50 кг/га азофоски при посеве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют сделать следующие основные выводы:

1. В почвенном покрове Бугульминского муниципального района РТ преобладают черноземные почвы (92,1 % пашни), имеющие высокое естественное плодородие.

2. Насыщенность пашни минеральными удобрениями с первого (1966-1970 гг.) по шестой цикл (1991-1995 гг.) выросла в 5 раз (с 24 до 122 кг д. в./га), однако, в дальнейшем постепенно снизилась до первоначального уровня (24 кг д. в./га). В целом за 50 лет на каждый гектар пашни исследуемого района было внесено 65,2 кг действующего вещества, что чуть ниже республиканского уровня (68,6 кг д. в./га).

3. В среднем за 50 лет насыщенность пашни Бугульминского района органическими удобрениями составила 2,83 т/га, что в 1,2 раза ниже республиканского показателя (3,41 т/га) и в более чем 3,2 раза ниже уровня, необходимого для уравновешенного баланса гумуса в этой зоне.

4. За последние 25 лет (1991-2015 гг.) средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое пашни исследуемого района снизилось на 0,4 %, что примерно соответствует ежегодной потере 480 кг гумуса с каждого гектара. Содержание гумуса тесно коррелировало с уровнем применения органических удобрений ($R^2=0,9193$).

5. Обнаружилась явная тенденция ($R^2=0,650$) постепенного снижения величины рН, хотя в целом почвы пашни исследуемого муниципального района остались в группе «нейтральных». Подкисление почвы по мере роста насыщенности пашни минеральными удобрениями оказалось статистически малозначимым ($R^2=0,009$).

6. Агрохимическим показателем, который демонстрировал существенное повышение за годы наблюдений (1966-2015 гг.), оказался содержание подвижного фосфора ($R^2=0,694$). Максимальное содержание подвижного фосфора, обнаруженное в 6-ом цикле обследования (149 мг/кг), превышало исходное значение почти в 1,9 раза, благодаря чему почвы из третьей группы («средняя») перешли в четвертую группу обеспеченности

(«повышенная»). Содержание подвижных форм фосфора достаточно тесно коррелировало с насыщенностью пашни минеральными удобрениями ($R^2=0,1368$).

7. За все годы наблюдения пахотные почвы района остались в одной и той же группе обеспеченности подвижным калием («высокая»). На обеспеченность почв подвижным калием уровень применения удобрений не оказал заметного влияния, что, возможно, обусловлено высокой естественной обеспеченностью почв исследуемого района подвижным калием.

8. Почвы пашни исследуемого района низко обеспечены подвижными формами молибдена, меди, кобальта, цинка; средне и высоко обеспечены соответственно подвижной серой и бором.

9. В 60-70-х годах истекшего века урожайность зерновых культур в Бугульминском районе была ниже республиканской. В течение последующих 25 лет (1976-2000 гг.) урожайность зерновых в исследуемом районе опережала среднереспубликанские показатели. Однако с начала 21 века данный район по урожайности зерновых заметно отстает от республиканского уровня.

10. В условиях исследуемого района уровень применения минеральных, органических и известковых удобрений на урожайность зерновых культур оказали положительное влияние, однако их статистическая значимость оказалась весьма слабой ($R^2=0,0001 \div 0,0449$). На урожайность зерновых культур наибольшее положительное влияние оказывало содержание в почве подвижных форм фосфора ($R^2=0,502$) и гумуса ($R^2=0,158$).

11. В исследуемом районе в течение последних 20 лет (1996-2015 гг.) по всем трем основным питательным элементам складывался отрицательный хозяйственный баланс: ежегодные суммарные потери NPK с каждого гектара составили от 46,1 (1996-2000 гг.) до 138,6 (2001-2005 гг.) кг. За последние 10 лет с каждого гектара суммарно теряется примерно 92,4 кг NPK в год.

12. Прибыльность производства зерна яровой пшеницы в условиях Бугульминского района обуславливалась нормами, видами, формами,

сроками и способами внесения минеральных удобрений. Наиболее эффективным оказалось припосевное внесение азофоски (50 кг/га) в сочетании с допосевным внесением аммиачной селитры (100 кг/га), которое обеспечило получение 1519 руб./га условного чистого дохода при уровне рентабельности 11 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для бездефицитного баланса основных питательных веществ под зерновыми культурами внесение NPK в составе минеральных и органических удобрений должно быть доведено до 120 (28+92) кг д. в./га, что в 4,3 раза выше достигнутого уровня (2011-2015 гг.).

2. Для повышения эффективности удобрений они должны быть внесены согласно научным рекомендациям, и, в первую очередь, повсеместно необходимо использовать припосевное внесение фосфорсодержащих водорастворимых удобрений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аканова, Н.И. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистых почв при систематическом применении минеральных

удобрений в сочетании с известкованием / Н.И. Аканова. – М.: Агроконсалт, 2002. – С. 11-18.

2.Аксенова, Т.Е. География Татарстана. Под ред. Бутакова Г.П. / Т.Е. Аксенова, Г.П. Бутаков, Н.Н. Лаптева, Ю.Г. Хабутдинов. – Казань: Магариф, 1994. – 143 с.

3.Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев - СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. - 216 с.

4.Алиев, Ш.А. Агрохимическая и агроэкологическая оценка почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, В.З. Шакиров, С.Ш. Нуриев С.Ш.. - Казань: Центр инновационных технологий, 2005. -160 с.

5.Ахметов, М.Г. Состояние агропромышленного комплекса Республики Татарстан и роль науки в его развитии / М.Г. Ахметов // Актуальные проблемы развития прикладных исследований и пути повышения их эффективности в сельскохозяйственном производстве. Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: РИЦ «Школа», 2001. – С.13-17.

6.Аристархов, А.Н. Агрохимия серы. Под редакцией академика РАСХН Сычева В.Г. / А.Н. Аристархов. – М.: ВНИИА, 2007. – 272 с.

7.Башков, А. С. Агроэкологические основы воспроизводства плодородия почв: учебное пособие / А.С. Башков. - Ижевск: Удмуртия, 1999. -176 с.

8.Беспалов, А.Л. Сера в питании и продуктивности риса в условиях правобережья р. Кубани / А. Л. Беспалов.- Автореф. дисс. канд. с.-х. наук.- Краснодар, 2004.- 22 с.

9.Вальников, И.У. Эффективность фосфоритования серых лесных почв Татарии / И. У. Вальников, С. Ш. Нуриев // Почвы среднего Поволжья и Урала, теория и практика их использования и охраны, тезисы докладов XII конференции почвоведов, агрохимиков и земледельцев Среднего Поволжья и Урала. - Казань: Таткнигиздат, 1991. - С. 100-103.

10.Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова. - М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

11.Ваулин, А.В. Изменение фосфатного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой окультуренной почвы без внесения фосфорных удобрений / А.В. Ваулин, А.А. Коваленко, В.А. Варламов //Агрохимический вестник. – 2013. - №3. – С. 6.

12.Гайсин, И.А. Проблема сохранения и повышения плодородия почв в Республике Татарстан / И.А. Гайсин, М.Ю., Гилязов, Ш.А. Алиев, В.З. Шакиров // Молодые ученые – агропромышленному комплексу. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Казань: ФЭН, 2004. – С.7-12.

13.Гайсин, И. А. Микроудобрения в современном земледелии/ И. А. Гайсин, Р. Н. Сагитова, Р. Р. Хабибуллин //Агрохимический вестник. - 2010.- № 4. - С.2-4.

14.Гайсин, И. А. Полифункциональные хелатные микроудобрений / И. А. Гайсин, Ф. А. Хисамеева.- Монография. - Казань: Издательский дом «Меддок», 2007. - 230 с.

15.Гайсин, И.А. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия / И.А. Гайсин, В.М. Пахомова. – Йошкар-Ола, 2014. – 344 с.

16.Гармаш, Н. Ю. Микроэлементы в интенсивных технологиях производства зерновых культур / Н. Ю. Гармаш, Г. А. Гармаш, А. В. Берестов, Г. Б. Морозова //Агрохимический вестник. - 2011. -№5. - С.15.

17.Географическая характеристика административных районов Татарской АССР. - Казань.: Изд-во Казанского университета, 1972. - С.36-42.

18.Гилязов, М.Ю. Агрономическая химия: методические указания / М.Ю. Гилязов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011. - 96 с.

19.Гилязов, М.Ю. Длительное применение удобрений и продуктивность пашни / М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов, М.Р. Муратов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. - 220 с.

20. Давлятшин, И.Д. Справочник агрохимика / И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов и др. под редакцией И.Д. Давлятшина. – Казань: ИД МеДДоК, 2013. – 300 с.

21. Донских, И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе удобрения / И.Н. Донских. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС. - 2004. – 84 с.

22. Ефимов, В.Н. Пособие к учебной практике по агрохимии / В.Н. Ефимов, М.Л. Горлова, Н.Ф. Лунина. - М.: КолосС, 2004. - 192 с.

23. Ефимов, В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко. - М.: КолосС, 2002. - 320 с.

24. Ильюшенко, И.В. Перспектива использования прогнозно-экологической модели в развитии органического сельского хозяйства / И.В. Ильюшенко // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 10-ой научно-практической конференции «Анапа-2018».- Москва-Анапа, 2018. – С.107-109.

25. Калимуллин, Н.М. Актуальные проблемы известкования кислых почв Республики Татарстан и пути их решения / Н.М. Калимуллин, А.А. Лукманов, Миннуллин Р.М., С.Ш. Нуриев и др. – Казань: ИЦ «Арт-кафе», 2009. – 128 с.

26. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.

27. Коломейченко, В.В. Растениеводство / В.В. Коломейченко. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.

28. Кореньков, Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений / Д.А. Кореньков. - М.: РАСХН, 1999. - 296 с.

29. Куликова, А.Х. Агроэкологическая оценка плодородия почв Среднего Поволжья и концепция его воспроизводства / А.Х. Куликова, А.В. Карпов, И.А. Вандышев, В.П. Тигин – Ульяновск, 2007. – 158 с.

30.Курганова, Е.В. Плодородие и продуктивность почв Московской области / Е. В. Курганова. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. - 320 с.

31.Лебедева, Л.А. Научные принципы системы удобрения с основами экологической агрохимии / Л.А. Лебедева, Н.Л. Едемская. Под редакцией академика РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 116 с.

32.Ломако, Е.И. Баланс питательных веществ земледелии Республики Татарстан / Е. И. Ломако // Плодородие почв, удобрения, урожай. - Казань: Издательство «ДАС», 2001. - С. 111 - 116.

33.Ломако, Е.И. Воспроизводство плодородия почв Республики Татарстан / Е.И. Ломако, Н.Б. Бакиров. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2007. – 318 с.

34.Лукин, С.В. Мониторинг содержания микроэлементов в пахотных почвах / С.В. Лукин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. - №5. – С. 23-25.

35.Лукманов, А.А. Известкование кислых почв в условиях ресурсосберегающих технологий их обработки / А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев, Р.Р. Гайров // Агрохимический вестник. – 2011. – №5. - С. 35.

36.Лучницкая, О.А. Влияние длительного применения удобрений на содержание некоторых элементов в почве / О. А. Лучницкая, В. И. Личко // Агрохимия. - 2005. - №10. - С.31-40.

37.Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Под ред. Л.Д. Державина, Д.С. Булгакова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

38.Методы исследований в агрохимии: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.01.06 Сельское хозяйство / Сост.: Е.А.Нарушева // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014 – 91 с.

39.Минакова, А. В. Влияние длительного применения минеральных удобрений и навоза на гумусовое и азотное состояние чернозема выщелоченного в зерносвекловичном севообороте Лесостепи ЦЧЗ / А. В.

Минакова, И. И. Тамбовцева, А. И. Громовин //Агрохимия. -2011. - №5. - С.18-25.

40.Минеев, В.Г. Агрохимия и экологические функции калия / В. Г. Минеев. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1999. - 331 с.

41.Минеев, В. Г. Агрохимия. Учебник. - 2-ое изд., перераб. и доп. / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. -720 с.

42.Минеев, В.Г. Значение агрохимии в решении экологических проблем современного земледелия / В.Г. Минеев //Агроэкологическая безопасность в условиях техногенеза. Сб. научных докладов международного симпозиума. – Казань: Меддьюк, 2006. – С. 71-80.

43.Муравин, Э. А. Агрохимия / Э. А. Муравин. - М.: Колос, 2003. – 384 с.

44.Мустафин, М.Р. Всё о Татарстане (Экономико-географический справочник) / М.Р. Мустафин, Р.Г. Хузеев. - Казань: Тат. кн. изд-во, 1994. - 164 с.

45.Муха, В.Д. Агропочвоведение: учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / В. Д. Муха, Н. И. Картамышев, Д. В. Муха; под ред. В. Д. Мухи. — М.: КолосС, 2003. — 528 с.

46.Мязин, Н.Г. Система удобрения: учебное пособие / Н. Г. Мязин. - Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, - 2009. - 350 с.

47.Небольсин, А.Н. Теоретические основы известкования почв / А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина. – СПб., 2005. – 252 с.

48.Никитишен, В. И. Потребность в микроэлементах кукурузы,выращиваемой на длительно удобряемой серой лесной почве / В. И. Никитишен, В. И. Личко, В. Е. Остроумов // Агрохимия. - 2012. - №5. - С.3.

49.Нуриев, С.Ш. Состояние плодородия почв республики Татарстан и проблемы повышения их плодородия / С. Ш. Нуриев, А. А. Лукманов, К. М. Хуснутдинов, И. Н. Салимзянова. -Казань: ООО «ИПЦ «Экспресс-формат», 2009. – 160 с.

- 50.Окороков, В.В. Фосфорно-калийный режим серой лесной почвы Владимирского ополья при внесении удобрений / В. В. Окороков// Агрохимия. – 2002. - №5. - С. 5-12.
- 51.Ониани, О. Г. Агрохимия калия / О. Г. Ониани. - М.: Наука, 1981. - 200 с.
- 52.Павлова, Г.С. Проблема, требующая безотлагательного решения / Г.С. Павлова // Агрохимический вестник. - 2004. - №3. – С. 12-14.
- 53.Панников, В.Д. О высокой культуре земледелия и росте урожая / В.Д. Панников. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 372 с
- 54.Попов, П.Д. Воспроизводство гумуса и хозяйственно-биологический круговорот органического вещества в земледелии на основе перспективных технологий производства и применения органических удобрений / П. Д. Попов: Автореф. дисс... д-ра с. - х. наук. - М., 1997. - 64 с.
- 55.Прокошев, В.В. Калийные удобрения / В.В. Прокошев, И.М. Богдевич. – Международный институт калия, 1994. – 67 с.
- 56.Прянишников, Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. – М.: Колос, 1965, т. 3. – 448 с.
- 57.Пчелкин, В.У. Почвенный калий и калийные удобрения / В. У. Пчелкин. - М.: Колос, 1966. - 354 с.
- 58.Сабиров, А.Т. Вопросы сохранения почв в Республике Татарстан / А.Т. Сабиров, И.Д. Шаяхметов, Р.Ф. Хузиев, И.Р. Галиуллин // Вестник Казанской Государственной академии. - 2006. - № 1. – С.42-45.
- 59.Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций. Часть 1.Общие аспекты системы земледелия. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 168 с.
- 60.Сулейманов, И.Р. Действие серосодержащих удобрений на урожайность ярового рапса и потребление макроэлементов растениями в условиях серой лесной почвы / И.Р. Сулейманов, М.Ю. Гилязов // Агрохимический вестник, 2010, № 4. - С. 20-22.

61. Сычев, В.Г. Состояние и эффективность химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации / В.Г. Сычев, И. А. Шильников, Н.И. Аканова // Плодородие - 2013. - № 1. - С.9-13.

62. Суханов, П.А. Сравнительная оценка эффективности органических удобрений на основе куриного помета в зернотравяном севообороте / П.А. Суханов, А.А. Комаров // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 10-ой научно-практической конференции «Анапа-2018». - Москва-Анапа, 2018. – С.207-210.

63. Танделов, Ю.П. Плодородие кислых почв земледельческой территории Красноярского края / Ю.П. Танделов. – Красноярск, 2012. – 161 с.

64. Троц, В. Плодородие почв – основа благосостояния населения / В. Троц, Д. Ахматов // Аграрное решение. – 2011. - №3. – С. 22-26.

65. Уточкин, В.Г. Теория и практика эффективного фосфоритования кислых почв Нечерноземной зоны Российской Федерации / В. Г. Уточкин: Автореф, дисс... д-ра с. - х. наук. - М., 1995. - 42 с.

66. Филок, И.И. Влияние сельскохозяйственного освоения и длительного применения удобрений на гумусное состояние темно-серых лесных почв / И. И. Филок, И. А. Шеларь // Агрохимия. - 2002. - №1. - С. 16-22.

67. Храмов, И.Т. Влияние навоза и фосфорного минерального удобрения на фосфатный режим почвы и продуктивность посевов / ИТ. Храмов // Труды ТатНИИ агрохимии и почвоведения. Плодородие почв, удобрения, урожай. - Казань: Изд-во «ДАС», 2001. - С. 97-98.

68. Чекмарев, П.А. Справочник агрохимика республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, И.Д. Давлятшин и др. под редакцией П.А. Чекмарева. – Казань, 2015. – 323 с.

69.Черников, В.А. Агроэкология / В.А. Черников и др. Под ред. Черникова В.А., Чекереса А.И. - М.: Колос, 2000. - 536 с.

70.Чириков, Ф.В. Агрохимия калия и фосфора / Ф. В. Чириков. - М.: Сельхозиздат, 1956. - 464 с.

71.Шеуджен, А.Х. Влияние доз и сочетаний минеральных удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, возделываемых на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.Х. Шеуджен, А.И. Столяров, Л.П. Леплявченко, Л.И. Громова, В.П. Суетов и др. / Тр. КубГАУ – 431 (459) -2008. – С. 48-59.

72.Шильников, И.А. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях / И.А. Шильников, Н.И. Аканова, В.Н. Темников // Агрохимический вестник. – 2008. - №6. – С. 28-31.

73.Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин и др. / Под редакцией Б.А. Ягодина.– М.: Агропромиздат, 1989.– 639 с.

74.Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко / Под редакцией Б.А. Ягодина.– М.: Колос, 2003.– 584 с.

75.http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=2384. (дата обращения 22.09.2018).

76.<https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/obem-mirovogo-rynka-udobrenii-prevyshaet-182-mln-tonn.html> (дата обращения 17.11.2016).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Группировка почв по обеспеченности подвижными формами
микроэлементов и серы, мг/кг

Элементы	Обеспеченность		
	низкая	средняя	высокая
Бор	< 0,33	0,34-0,70	> 0,71
Молибден	< 0,10	0,1-0,22	> 0,22
Марганец	< 30	31-70	> 70
Медь	< 1,5	1,6-3,3	> 3,3
Цинк	< 2,0	2,1-5,0	> 5,0
Кобальт	< 1,0	1,1-2,2	> 2,2
Сера	< 6,0	6-12	> 12

Приложение 2

Ориентировочные оптимальные нормативы баланса питательных
веществ при различных уровнях плодородия почв
(Ягодин Б.А. и др., 1989)

Группа	Обеспеченность	Нормативы баланса
--------	----------------	-------------------

почвы	почвы подвижных форм P_2O_5 и K_2O	(поступление в % к выносу)		
		N*	P_2O_5	K_2O
1-2	Очень низкая и низкая	120-130	200-250	130-150
3	Средняя	120-130	170-200	110-130
4	Повышенная	110-120	140-170	80-100
5	Высокая	100-110	100-140	60-80
6	Очень высокая	80-100	70-100	40-60

Прим.: * -в зависимости от обеспеченности почвы подвижным P_2O_5 .

Приложение 4

ОО "Рассвет". Яровая пшеница 2015 г.	N34,6
--------------------------------------	-------

п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен в объеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество и сроки, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горячее			Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных га	начало работ	рабочих дней	марка трактора, автокомбайн, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			на единицу, кг	всего, ц	стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч			стоимость, руб.							
									марка	количество																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	Вспашка	га	100	7,7	142,4		6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1		9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	28840					
	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7		1	ДТ-75	БЗТС-1	24	1		61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	5040					
	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5		2	МТЗ-82	КЛПР-3,6	1	1		18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	7000					
	Рыхление почвы	га	100	7,7	21,5		2	МТЗ-82	КСН-3	1	1		25,00	4,00	28,00		161,82		647,28	0,00	647,28	906,19	2,50	2,50	7000					
	Погрузка мин.удобрений	т	10	4,9	0,5		1	МТЗ-82	ПЗ-0,8	1	1		151,00	0,07	0,46		95,12		6,30		6,30	8,82	0,30	0,03	84					
	Перевозка удобрений	т	10	3,7	1,5		1	КАМАЗ													6,30	8,82	0,30	0,03	0	50	1300,00			
	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3		2	МТЗ-1221	Amazone	1	1		56,00	1,79	12,50	0,00	183,4	93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	10080					
	Инкрустация семян	т	22					эл.дв.	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12	62,26	30,96	20,26	51,22	71,71						9,1	22,75	
	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5		1	МТЗ-82	ПЗ-0,8	1	1		151,00	0,15	1,02		95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	184,8					
	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6		1	КАМАЗ													13,86	19,40	0,30	0,07	0	110	2860,00			
	Посев	га	100	7,7	27		2	МТЗ-1221	СЗП-3,6	2	1	2	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4	93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	15960					
	Прикатывание	га	100	7,7	18,5		1	МТЗ-82	ЗККШ-6	1	1		67,00	1,49	10,45		142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	4200					
	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1		1	МТЗ-82	СТК-5	1	1		31,70	0,66	4,64		95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	705,6					
	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4		1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1		54,00	1,85	12,96		122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	2408					
	Прямое комбайнирование	га	100				3	ДОН-1500		1	1	1	12,00	8,33	58,33	58,33	143,5	111,08	1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	34440					
	Транспортировка зерна на ток	т	168,0					КАМАЗ																	0	840	21840,00			
	Очистка	т	168,0					эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	4,20		88,20		69,74		878,72	878,72	1230,21			0			48,72	121,8	
	транспортировка зерна на склад	т	154,6					КАМАЗ													878,72	1230,21			0	772,8	20092,80			
	Всего	руб.												45,26	287,44	218,81			6676,81	2756,85	9433,66	13207,13	х	41,41	115942,40	1772,80	46092,80	57,82	144,55	0,00

Всего прямые затраты	1067660,21
в том числе на 1 гектар	10676,60
на 1 центнер	635,51

Отпуска	3209,33
Доплата за стаж	5830,29
Итого зарплаты с отпусками	44698,87
Всего заработка с начислениями	56409,97
в том числе на 1 гектар	564,10
на 1 центнер	33,58

Прочие прямые затраты	32029,81
Накладные расходы	96089,42
Итого затрат	1163749,62
в том числе на 1 га	11637,50
себестоимость 1 ц продукции	692,71

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

ООО Колос. Яровая пшеница 2015 г. N84,6Р11

культура	яровая пшеница
сорт	Июлдаз
площадь, га	100

урожайность	ц/га	валовой сбор,ц
основной	27,50	2750
побочной	27,5	2750

Норма высева, т/га	0,22
--------------------	------

Стоимость ГСМ, руб.	28
Стоимость 1 т/км, руб.	26
стоимость 1 кВт.ч., руб.	2,5
расстояние, км	5

№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормисмен воиене рабо	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество с/х работ, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.				
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных	начало работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов-машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников			стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.						
									на единицу, кг	всего, ц																		стоимость всего, руб.		количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4	6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1		9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	28840									
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7	1	ДТ-75	БЗТС-1	24	1		61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	5040									
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1		18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	7000									
4	Рыхление почвы	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1		25,00	4,00	28,00		161,82		647,28	0,00	647,28	906,19	2,50	2,50	7000									
5	Погрузка мин.удобрений	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЗ-0,8	1	1		151,00	0,13	0,93		95,12		12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	168									
6	Перевозка удобрений	т	20	3,7	1,5	1	КАМАЗ													12,60	17,64	0,30	0,06	0	100	2600,00							
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazone	1	1		56,00	1,79	12,50	0,00	183,4	93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	10080									
8	Инкрустация семян	т	22			1	эл.дв.	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12	62,26	30,96	20,26	51,22	71,71					9,1	22,75						
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЗ-0,8	1	1		151,00	0,15	1,02		95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	184,8									
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6	1	КАМАЗ														0			0	110	2860,00							
11	Посев	га	100	7,7	27	2	МТЗ-1221	СЗП-3,6	2	1	2	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4	93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	15960									
12	Прикатывание	га	100	7,7	18,5	1	МТЗ-82	ЗКШ-6	1	1		67,00	1,49	10,45		142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	4200									
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1	1	МТЗ-82	СТК-5	1	1		31,70	0,66	4,64		95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	705,6									
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1		54,00	1,85	12,96		122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	2408									
15	Прямое комбайнирование	га	100				ДОН-1500			1	1	12,00	8,33	58,33	58,33	143,5	111,08	1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	34440									
16	Транспортировка зерна на ток	т	275,0				КАМАЗ		1												0			0	1375	35750,00							
17	Очистка	т	275,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	6,88		144,38		69,74		1438,39	1438,39	2013,74			0		79,75	199,375						
18	транспортировка зерна на склад	т	253,0				КАМАЗ														0			0	1265	32890,00							
Всего			руб.									48,00	287,90	274,99		6683,11	3316,52	9999,63	13999,48	х	41,44	116026,40	2850,00	74100,00	88,85	222,13	0,00						

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
	22	15000	330000
Внесение удобрений	Количество, т	Цена	Рублей
из них органические			
ам. Селитра	10	12350	123500
Аммофос	10	26510	265100
хлористый калий	0	12040	0
Ризоагрин	0	650000	0
Унифос	0	850000	0
Средства защиты растений			
Дифезан, кг	3	1650	4950
Пума супер 7,5, л	100	1830	183000
Виал ТТ, л	55	2130	117150

Амортизация	на 1 га	всего
	503,43	50342,83
Текущий ремонт	75,51	7551,42
Расход ГСМ	на 1 га	всего
ДТ, ц	41,44	2800
Смаз мат	0,25	2174
6,07%		
Всего	41,69	116573,2233

Тарифный фонд зарплаты	9999,63
Доплаты:	
за продукцию	2499,91
за качество и срок	9999,63
за классность	1299,95
Повышенная оплата на уборке	13999,48
Итого доплат	27798,96
Отпуска	3401,87
Доплата за стаж	6180,07
Итого зарплаты с отпусками	47380,53
Всего зарплаты с начислениями	59794,23
в том числе на 1 гектар	597,94
на 1 центнер	21,74

Всего прямые затраты	1365289,51
в том числе на 1 гектар	13652,90
на 1 центнер	496,47
Прочие прямые затраты	33005,69
Накладные расходы	122876,06
Итого затрат	1488165,57
в том числе на 1 га	14881,66
себестоимость 1 ц продукции	541,15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

ООО "Нур". Яровая пшеница 2015 г. N42,6P8K8

культура	яровая пшеница
сорт	Июлдаз
площадь, га	100

урожайность	ц/га	валовой сбор,ц
основной	26,90	2690
побочной	26,9	2690

Норма высева, т/га 0,22

Стоимость ГСМ, руб.	28
Стоимость 1 т/км. руб.	26
стоимость 1 кВт.ч., руб.	2,5
расстояние, км	5

№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен в объеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество с/м, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условиях, эталонных	начало работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов-машинистов			вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	на единицу, кг			всего, ц	стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт·ч	стоимость, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4		6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1	9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	28840					
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7		1	ДТ-75	БЗТС-1	24	1	61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	5040					
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5		2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1	18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	7000					
4	Рыхление почвы	га	100	7,7	21,5		2	МТЗ-82	КСН-3	1	1	25,00	4,00	28,00		161,82		647,28	0,00	647,28	906,19	2,50	2,50	7000					
5	Погрузка мин.удобрений	т	15	4,9	0,5		1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,10	0,70		95,12		9,45		9,45	13,23	0,30	0,05	126					
6	Перевозка удобрений	т	15	3,7	1,5		1	КАМАЗ															0	75	1950,00				
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3		2	МТЗ-1221	Amazona	1	1	56,00	1,79	12,50	0,00	183,4		327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	10080					
8	Инкрустация семян	т	22					эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12	62,26	30,96	20,26	51,22	71,71					9,1	22,75		
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5		1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,15	1,02		95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	184,8					
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6		1	КАМАЗ															0	110	2860,00				
11	Посев	га	100	7,7	27		2	МТЗ-1221	СЗП-3,6	2	1	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4	93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	15960					
12	Прикатывание	га	100	7,7	18,5		1	МТЗ-82	ЗККШ-6	1	1	67,00	1,49	10,45		142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	4200					
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1		1	МТЗ-82	СТК-5	1	1	31,70	0,66	4,64		95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	705,6					
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4		1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1	54,00	1,85	12,96		122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	2408					
15	Прямое комбайнирование	га	100					ДОН-1500		1	1	12,00	8,33	58,33	58,33	143,5	111,08	1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	34440					
16	Транспортировка зерна на ток	т	269,0					КАМАЗ															0	1345	34970,00				
17	Очистка	т	269,0					эл.двиг.	ОВС-25	1		40,00	6,73		141,23		69,74		1407,00	1407,00	1969,81			0			78,01	195,025	
18	транспортировка зерна на склад	т	247,5					КАМАЗ															0	1237,4	32172,40				
Всего		руб.											47,82	287,67	271,84			6679,96	3285,13	9965,09	13951,13	х	41,42	115984,40	2767,40	71952,40	87,11	217,78	0,00

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
22	15000		330000

Внесение удобрений	Количество, т	Цена	Рублей
из них органические			
ам. Селитра	10	12350	123500
Аммофос	0	26510	0
Азофоска	5	24050	120250
Ризоагрин	0	650000	0
Унифос	0	850000	0
Средства защиты растений			
Дифезан, кг	3	1650	4950
Пула супер 7,5, л	100	1830	183000
Виал Т1, л	55	2130	117150

Амортизация	на 1 га	всего
503,43		50342,83
Текущий ремонт	75,51	7551,42

Расход Г	Коп.во . ц	Цена	Сумма, руб.
ДТ., ц	41,42	2800	115984,4
Смаз мат	0,25	2174	546,6
6,07%			
Всего	41,67		116531,0254

Тарифный фонд зарплат	9965,09
Доплаты:	
за продукцию	2491,27
за качество и срок	9965,09
за классность	1295,46
Повышенная оплата на уборке	13951,13
Итого доплат	27702,96
Отпуска	3390,12
Доплата за стаж	6158,73
Итого зарплат с отпусками	47216,91
Всего зарплата с начислениями	59587,73
в том числе на 1 гектар	595,88
на 1 центнер	22,16

Всего прямые затрат	1217964,63
в том числе на 1 гектар	12179,65
на 1 центнер	452,77

Прочие прямые затраты	32931,44
Накладные расходы	109616,82
Итого затрат	1327581,44
в том числе на 1 га	13275,81
себестоимость 1 ц продукции	493,52