

На правах рукописи

Азаров Карен Альбертович

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ ПОД ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ
С УЧЕТОМ ГЕОМОРФОЛОГИИ АГРОЛАНДШАФТА
И УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВЕ

Специальность 06.01.04 - агрохимия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2014

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель:

Медведев Иван Филиппович,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Официальные оппоненты:

Чичкин Анатолий Петрович,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор ГНУ «Самарский НИИСХ»
РАСХН, ведущий научный сотрудник
отдела земледелия;

Корсаков Константин Вячеславович
кандидат сельскохозяйственных наук,
НПО «Сила жизни», ведущий научный
сотрудник отдела науки и развития
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им.
П. А. Столыпина»

Ведущая организация:

Защита диссертации состоится «15» октября 2014 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05. при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., д.1; e-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Почвенному покрову как основному источнику питательных элементов для растений принадлежит роль связующего звена в биосфере. Вместе с растительным покровом он играет громадную роль в сохранении нормального режима агроэкосистем и биосферы в целом. Региональная мозаика почвенного покрова в полной мере отражает как геоморфологические, так и микроклиматические особенности территории.

Глобальное потепление в значительной мере изменило условия формирования стока талых вод, что в свою очередь привело к фациальному переформированию почвенно-агрохимических показателей, усилилась роль рельефа в формировании продуктивных и качественных показателей возделываемых сельскохозяйственных культур.

Возникла острая необходимость возмещения питательных элементов вынесенных растениями и потерянных в процессе внутрипочвенной миграции за счет внесения удобрений и других средств интенсификации.

Решение этого вопроса связано с проведением рельефной типизации, формированием однотипных по содержанию гумуса и обеспеченности агрохимическими показателями почвы рабочих участков и повышением уровня обеспеченности растений питательными элементами, прежде всего, за счет внесения удобрений.

Применение компьютерных технологий при детальном почвенно-агрохимическом обследовании позволяет провести геоморфологическую типизацию, отразить на картографическом материале пространственную дифференциацию уровней содержания гумуса в почве и обеспеченность почвы питательными элементами, сформировать в процессе генерализации контуров рабочие участки (поля) с однотипными почвенно-агрохимическими показателями. Применение удобрений под различные сельскохозяйственные культуры на однотипных по рельефу рабочих участках (полях) и с учетом содержания гумуса в почве приведет к повышению их эффективности.

Влияние удобрений на продуктивность зерновых культур в условиях выраженного рельефа и глубокой дифференциации содержания гумуса на черноземных и каштановых почвах до настоящего времени остается малоизученным, что и послужило основанием для проведения исследований.

Степень разработанности темы. Ландшафтное районирование территории почв степного биома выявило высокую степень их геоморфологической напряженности. По статистическим данным более 60 % всех пахотных земель Саратовской области находятся на склонах различной крутизны и экспозиции.

Глобальное изменение климата и высокая активность различных негативных природных процессов способствовали формированию интразо-

нальности агрохимической обеспеченности пашни, уровня урожайности и качества получаемой продукции (Каштанов А.Н., 1997; Кирюшин В.И., 1996; Лукин С.В., 1999; Макаров В.З., 2009; Милащенко Н.З., 2000; Минеев В.Г., 2000; Сатаров Г.А., 1999; Сычев В.Г., 2003; Явтушенко В.Е., 1996; Якушев В.П., 2003; Якушев В.В., 2007; Черкасов Г.Н., 2004; Куликова А.Х., 2012).

Имеющиеся в литературе данные эффективности применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры получены в основном на выровненных плакорных участках в агроландшафтах (Белоголовцев В.П., 2002; Денисов Е.П., 2008; Корчагин В.А., 1984; Куликова А.Х., 2012; Назаров В.А., 2008; Пронько В.В., 2000; Сатаров Г.А., 1999; Чуб М.П., 2007). Однако размещенная на положительных и отрицательных формах рельефа пашня по своим агрохимическим и продуктивным показателям несопоставима с почвами выровненных участков и поэтому применение удобрений в данных условиях требует дополнительного изучения.

Цель и задачи исследований. Цель работы заключалась в разработке эффективных доз удобрений под зерновые культуры на черноземах обыкновенных и южных с учетом геоморфологических условий поверхности поля и уровней содержания гумуса в почве.

В задачи исследования входило следующие:

- определить источники поступления питательных элементов в почву и основные факторы, регулирующие данный процесс;
- установить связь агрохимических показателей с элементами геоморфологии поля и содержанием гумуса в почве;
- определить особенности действия доз минеральных удобрений на урожай и качество зерновых культур в различных экологических условиях;
- рассчитать эколого-энергетическую и экономическую эффективность применения минеральных удобрений под зерновые культуры.

Научная новизна. Впервые для черноземов обыкновенных и южных Саратовской области разработаны приемы эффективного применения удобрений под зерновые культуры с учетом фациальной принадлежности пашни и уровней содержания гумуса в почве. Для обоснований фаций в агроландшафте проведена детальная фациальная почвенно-агрохимическая диагностика пашни с выделением пространственно размещенных контуров по элементам плодородия почв.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в установлении особенностей применения удобрений под зерновые культуры с учетом содержания в почве гумуса и геоморфологического строения поверхности поля в агроландшафте.

Практическая значимость работы определяется разработкой экономически обоснованных доз внесения азотных удобрений под яровую пшеницу Наа34-68 кг/га д.в., обеспечивающих повышение урожайности в трансэлювиальной фации на 26,9 %, а в трансаккумулятивной на 30,5 %.

На различных по уровню содержания гумуса почвах установлена тесная связь между урожайностью озимой пшеницы и дозами вносимых удобрений. В условиях глубокой дифференциации почвы по содержанию гумуса в пределах конкретного поля эффективную дозу азотного удобрения для подкормки озимой пшеницы, полученную на рабочем контуре с минимальным содержанием гумуса, следует увеличивать из расчета 20 % на каждый 1 % прироста гумуса в почве других рабочих контуров. Разработанные приемы применения удобрений внедрены на площади 150 га в ООО фирма «Иловля» Красноармейского района и на 500 га в ФГУП «Аркадакская сельскохозяйственная опытная станция» Россельхозакадемии, что позволяет увеличивать урожайность озимой и яровой пшеницы в среднем на 24%.

Методология и методы исследований. Методология проводимых исследований основана на анализе научных статей отечественных и зарубежных авторов, патентной литературы, информационных изданий и книг научной и производственной тематики. В работе использовали полевые, лабораторные, лабораторно-полевые, экспедиционные и статистические методы исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

- источники формирования агрохимических показателей почвы;
- дозы удобрений под озимую и яровую пшеницу на черноземах обыкновенных и южных;
- связь эффективности доз удобрений, вносимых под зерновые культуры, с почвенной геоморфологией и уровнем содержания гумуса в почве;
- экономическая эффективность применения удобрений под озимую и яровую пшеницу.

Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается теоретически обоснованным подбором типичных для степного биота Саратовской области объектов исследований (тестовых полигонов), тщательным обоснованием схем полевых экспериментов, корректностью стандартных методик, большим числом выполненных наблюдений, учетов и анализов, использованием современных статистических методов оценки экспериментальных данных, результатами производственного внедрения.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на международных научных конференциях «Вавиловские чтения» (г. Саратов, 2012, 2013), молодых ученых и специалистов, посвященной 140-летию Г.К. Мейстера (г. Саратов, 2013), молодых ученых и специалистов, посвященной 140-летию со дня рождения А.Г. Дояренко (г. Саратов, 2014); Всероссийских конференциях: молодых ученых и специалистов, посвященной 135-летию со дня рождения А.И. Стебута (г. Саратов, 2012), информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия (г. Курск, 2012), агротехнологиче-

ская модернизация земледелия (г. Курск, 2013); конференциях профессорско – преподавательского состава СГАУ (г. Саратов, 2012, 2013, 2014).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 3 – в журналах, включенных в Перечень ВАК Минобрнауки РФ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 175 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения и предложений производству, включает в себя 43 таблицы, 24 рисунка, 23 приложения. Список литературы включает 244 источника, в том числе 21 – зарубежных авторов.

Личный вклад автора. Соискатель принимал личное участие в проведении почвенно-агрохимического обследования пашни тестовых полигонов, разработке программы исследований и составлении схемы опытов по изучению эффективности минеральных и органических (солома) удобрений, анализе полученных данных и подготовке их к публикации. Приведенные в работе результаты исследований по изучению эффективности вносимых удобрений получены лично автором в объеме 80%.

Автор выражает искреннюю благодарность всем сотрудникам, принимавшим активное участие в подготовке диссертационной работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обоснование выбора направления исследований

Проведен аналитический обзор литературы по изучаемой проблеме. Изучена сущность внутриландшафтных связей передачи и перемещения вещества и энергии в ландшафте. Проанализирована роль структуры агроландшафта в формировании почвенно-агрохимических свойств почвы и эффективности применения удобрений под зерновые культуры.

Глава 2. Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в рамках общей схемы почвенно-экологического мониторинга на тестовых полигонах (т.п.) № 2, № 5 и № 6, расположенных в различных районах Саратовской области.

Тестовый полигон № 2 расположен на черноземах обыкновенных ООО «ТВС-АГРО» Аткарского района. Почвообразующими породами являются преимущественно лессовидные элювиально-делювиальные отложения продуктов выветривания мергелей, известняков, глин мелового и третичного возрастов. Морфологический облик рельефа определяется сочетанием различных по морфологии генетически неоднородных поверхностей: водоразделов, склонов и террас речных долин. Большое распространение имеют овражно-балочные формы рельефа. Здесь отмечается интенсивное проявление процессов водной эрозии. Поэтому верхние горизонты, как

правило, обеднены илистой фракцией и соответственно элементами потенциального плодородия.

Тестовый полигон № 5 размещен в экспериментальном хозяйстве ГНУ НИИСХ Юго-Востока. Морфологический облик рельефа определяется сочетанием водоразделов, склонов, овражно-балочных форм. Значительную площадь занимают склоны. Наиболее распространены прямые, вогнутые и выпуклые склоны. Почва – чернозем южный малогумусный маломощный легкоглинистый слабо-среднесмытый на делювиальных отложениях.

Тестовый полигон №6 находится в Пугачевском районе на двух типах почв. На землях КФХ «Сарсенбаев Г.Т.» почвенный покров представлен черноземом южным. По геоморфологическому делению данная территория относится к району Высокой Сыртовой равнины. Основными почвообразующими породами являются лессовидные суглинки хвалынские, сыртовые глины и древние делювиальные тяжелые суглинки. На землях ООО «Агрофирма «Рубеж» почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами. Хозяйство расположено в долине реки Б. Иргиз. Рельеф территории равнинный с сильно развитым микрорельефом в виде западин-лиманов, всхолмлений и микропонижений.

Отбор проб при агрохимическом обследовании осуществляли по модернизированной методике (с учетом геоморфологии поверхности поля), с частотой отбора проб – одна смешанная проба с площади 5 га.

Для определения влияния различных элементов рельефа и уровня содержания гумуса в почве на эффективность удобрений в различных географических условиях был использован стационарный опыт со схемой Naa34-68-102 и 1 т соломы + Naa10; 2 т соломы + Naa20 для тестового полигона № 5, а также краткосрочные опыты с азотным (аммиачная селитра Naa34-68-102) и комплексным удобрением (азофоска Аз.ф.N32P32K32 кг. д.в. на 1 га) для тестовых полигонов №2 и 6.

Минеральные удобрения под озимую пшеницу вносили в весеннюю подкормку, под яровую пшеницу – под предпосевную культивацию. На вариантах с органическим удобрением использовали солому озимой пшеницы, полученную в стационарном опыте. Солому вносили осенью перед введением севооборота под отвальную вспашку из расчета действия ее на всю ротацию севооборота.

Исследования проводили в соответствии с методическими рекомендациями ГНУ НИИСХ Юго-Востока (1973), ВНИИЗ и ЗПЭ (1999), ВИУА (1986), Гидрометеослужбы (1985), Почвенного института им. В.В. Докучаева, а также с учетом методических разработок Б.А. Доспехова (1985), Е.А. Дмитриева (1972), А.А. Роде (1969), Г.П. Сурмача (1976).

В опытах вели следующие наблюдения и исследования:

1. Запасы влаги в почве определялись термостатно-весовым методом с последующим пересчетом влажности на запасы продуктивной влаги в мм.

2. В стационарном опыте почвенные образцы на содержание нитратного азота, подвижного фосфора и калия отбирали буром Малькова.

3. Общее содержание гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213 – 84). Питательный режим почвы: нитратный азот (нитрификационная способность по Кравкову в модификации Болотиной и Абрамовой) определялся потенциометрическим методом на иономере; подвижный фосфор и калий - в 1 %-ой углеаммонийной вытяжке по Б.П. Мачигину (ГОСТ 26205 – 91).

4. Фактический поконтурный учет урожая по локальным блокам мониторинга проводили с площадок $0,25\text{ м}^2$ в шестикратной повторности, а на стационарном опыте комбайном «Сампо». Урожай зерна приводили к 100 %-ой чистоте и 14 %-ой влажности.

5. Определение технологических свойств зерна: содержание и качество клейковины (в лаборатории качества зерна сельскохозяйственных культур ГНУ НИИСХ Юго-Востока) (ГОСТ 13586).

6. Баланс азота – устанавливался расчетным путем по приходу с удобрениями, семенами, атмосферными осадками и азотофиксацией свободноживущими микроорганизмами (для азота), расход – по выносу с урожаем озимой пшеницы (зерно+солома) и газообразными потерями на денитрификацию.

7. Построение цифровых агрохимических карт полей выполнялось с использованием компьютерных программ AutoCad, ArcView и Surfer.

8. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методами корреляционного и дисперсионного анализа по Е.А. Дмитриеву (1972) и Б.А. Доспехову (1985) и компьютерной программе Microsoft Office Excel. Часть расчетов выполняли с помощью универсального статистического пакета Agros.

9. Экономическая эффективность приемов возделывания культур выполнялось по временной методике ВАСХНИЛ и Россельхозакадемии и методике ВНИИЗ и ЗПЭ (1995).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Основные экологические факторы формирования почвенно-агрохимических показателей в агроландшафте

В условиях глобального изменения климата основными факторами, вызывающими снижение почвенно-агрохимических показателей почвы являются, прежде всего, водные эрозионные процессы, вызванные таянием снега, выпадением осадков ливневого характера и внутрисочвенным горизонтальным и вертикальным перемещением нитратов. Дожди низкой интенсивности пополняют депо почвенно-агрохимических показателей. Процессы, вызывающие дегумификацию почв, различаются по склонам полярных экспозиций и элементам рельефа. На северных склонах установлена прямая и тесная корреляционная зависимости между объемом стока талых вод

и величиной смываемой в период стока почвы ($r = 0,74 \pm 0,16$, $y = 1,709 + 3,173x$).

В результате эрозионных процессов в период снеготаяния на склонах элементарного водосбора (северной и южной экспозиции $3...5^\circ$) средне-многолетняя величина смыва почвы составила 5,2 т/га. Вместе с почвой ежегодно терялось в валовой форме азота 0,95, фосфора 1,43, калия 10,9, кальция 19,2, магния 11,4 кг/га. По величине потерь валовые биогенные элементы располагаются в убывающем порядке: кальций, магний, калий, фосфор, азот. За 23 года склоны водосбора потеряли с 1 га 119,6 т почвы, 378,5 кг гумуса, 21,9 кг азота, 33,6 кг фосфора, 252,2 кг калия, 441,6 кальция, 262,2 кг магния (Медведев И.Ф., 2001).

Глава 4. Внутриполевая дифференциация почвенно-агрохимических показателей в агроландшафте

Полученные данные свидетельствуют о высоком уровне дифференциации почвенно-агрохимических показателей.

Детальное почвенно-агрохимическое обследование различных типов и подтипов почв выявило различный уровень пестроты плодородия. На черноземе обыкновенном диагностировалось 75 гумусных контуров, на черноземе южном – 72 и на темно-каштановой почве – 28 (рисунок 1).

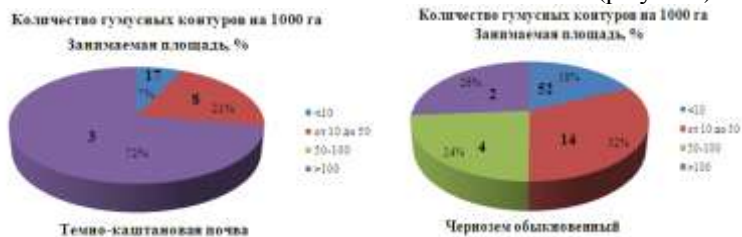


Рисунок 1 – Географические и типовые особенности контуров с различным содержанием гумуса в почве (темно-каштановые почвы – т.п. № 6, чернозем обыкновенный – т.п. № 2)

Структурный анализ контурной дифференциации плодородия на пашне показал, что на всех тестовых полигонах по всем показателям эффективно плодородия численно преобладают контуры с площадью < 10 га.

Установлена различная корреляционная зависимость элементов эффективного плодородия от уровня содержания гумуса в почве. На черноземе обыкновенном для нитратного азота она составила $r = 0,46$, подвижного калия – $r = 0,58$, рН – $r = 0,59$ (таблица 1, рисунок 2).

Корреляционная зависимость на черноземе южном для нитратного азота слабая ($r = 0,30$), подвижного фосфора средняя ($r = 0,46$), реакции почвенного раствора отрицательно средняя ($r = -0,57$) и подвижного калия слабая ($r = 0,23$).

Таблица 1 – Влияние уровня содержания почвенно-агрохимических показателей на урожайность озимой пшеницы (2011–2013 гг., т.п. № 2 – чернозем обыкновенный)

Фация аэродиаффа	Содержание гумуса в почве, %	Урожайность, т/га	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	pH
Элювиальная	2,5	2,0	13,8	100,0	126,0	5,1
	3,0	2,7	8,5	326,5	168,0	5,4
	3,5	2,9	6,1	143,6	211,3	5,8
Трансэлювиальная	4,0	2,6	9,8	205,0	210,3	5,7
	4,5	3,0	10,6	374,5	150,2	5,8
	5,0	2,6	11,9	185,5	235,6	5,8
Трансаккумулятивная	5,5	4,1	13,5	202,8	279,3	6,0
	6,5	5,1	16,0	153,5	329,0	6,7
Аккумулятивная	7,0	6,4	13,5	53,0	327,0	7,0
К корр. гумуса с агрохимическими показателями		0,90	0,59	-0,31	0,91	0,95
К корр. урожайности с агрохимическими показателями			0,51	-0,42	0,87	0,51

При низкой обеспеченности гумусом темно-каштановых почв коэффициент корреляции оказался низким со всеми показателями эффективного плодородия.

Коэффициент вариации ($K_{\text{вар}}$) гумусных контуров для чернозема обыкновенного, южного и темно-каштановой почвы соответственно составил 22,6-24,7-19,0; нитрификационной способности соответственно 50,6; 52,7 и 39,0; подвижных форм фосфора – 39; 43 и 23; калия – 100; 24,5 и 25,9.

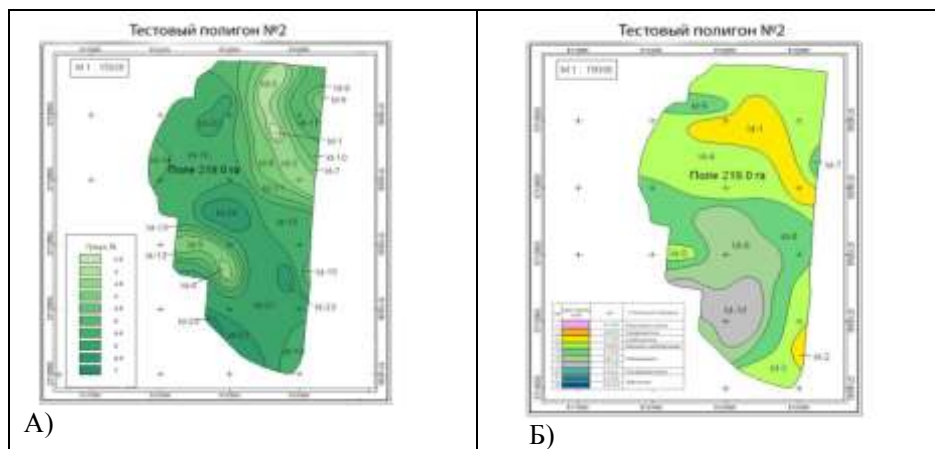


Рисунок 2 – Почвенно-агрохимические карты: А) по содержанию гумуса в почве, % Б) по реакции почвенного раствора (pH)

При высоком уровне расчлененности территории с систематическим проявлением водной эрозии связь между потенциальными возможностями

почвы и обеспеченностью ее агрохимическими показателями становится более устойчивой, чем при низком коэффициенте расчлененности.

Глава 5. Влияние удобрений на урожайность зерновых культур в различных экологических условиях

Выявлено, что чем ниже обеспеченность почвы свободной влагой, питательными элементами, тем активнее роль геоморфологии в формировании продуктивности пшеницы. Как показали исследования, основной запас свободной влаги в почве формируется за счет зимних твердых осадков. Максимальное содержание влаги в почве в среднем за 2011–2013 гг. отмечали весной (май) по всем элементам рельефа. По мере изменения температурного режима запас свободной влаги в почве снижался от весны к осени.

Анализ перераспределения элементов питания в почве т.п. № 5 по фациям (частям) склона показал, что содержание нитратного азота в пахотном слое уменьшается от элювиальной фации к аккумулятивной (таблица 2).

Таблица 2 – Перераспределение питательных элементов в почве по фациям агроландшафта в слое 0–20 см (2011–2013 гг., т.п. № 5 – чернозем южный)

Фации склона в агроландшафте	Содержание питательных элементов в почве, мг/кг *		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Элювиальная	6,0	34,1	235
Трансэлювиальная	6,5	51,6	240
Трансаккумулятивная	6,0	50,4	260
Аккумулятивная	9,3	40,7	260

Примечание: * – фаза активного отрастания многолетних трав и образования вторичной корневой системы яровой пшеницы.

Обеспеченность почв подвижным фосфором не зависимо от фации была на очень высоком уровне (34,1–51,6 мг/кг). В среднем по фациям в пахотном слое почв содержание подвижного калия составило 245,0 мг/кг.

Уровень содержания свободной влаги и нитратного азота в пахотном слое почвы по фазам развития яровой пшеницы определялся испытываемыми вариантами опыта.

За период проведения исследований основной запас свободной влаги в пахотном слое (0–40 см) под яровой пшеницей формировался под влиянием, прежде всего, за счет выпадающих атмосферных осадков. Осенне-зимние запасы влаги в условиях систематически проявляющейся острой весенней засухи испарялись из корнеобитаемого слоя почвы (таблица 3).

За весь период вегетации обеспеченность яровой пшеницы влагой находилась на низком уровне. Более высокие по сравнению с другими фаза-

ми развития запасы влаги в пахотном слое отмечались в фазу кушения яровой пшеницы. Предшественники и удобрения практически не оказали существенного влияния на запасы влаги в пахотном слое.

Таблица 3 – Динамик влаги и нитратного азота на черноземе южном по фазам развития яровой пшеницы в слое 0-40 см (2012-2013 гг., т.п. № 5)

Слои почвы, см	Фазы вегетации											
	Кушение				Колошение				Полная спелость			
	Контроль		Наа68		Контроль		Наа68		Контроль		Наа68	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
0-20	<u>60</u>	<u>65</u>	<u>100</u>	<u>104</u>	<u>102</u>	<u>97</u>	<u>63</u>	<u>58</u>	<u>101</u>	<u>55</u>	<u>74</u>	<u>71</u>
	59	83	15,6	18,6	2,6	7,9	8,5	12,9	2,4	5,5	5,6	6,5
20-40	<u>86</u>	<u>85</u>	<u>130</u>	<u>125</u>	<u>116</u>	<u>103</u>	<u>68</u>	<u>66</u>	<u>58</u>	<u>22</u>	<u>37</u>	<u>46</u>
	3,9	9,9	<u>50</u>	<u>144</u>	4,0	4,0	7,3	9,5	2,2	3,3	2,8	4,3
0-40	<u>146</u>	<u>150</u>	<u>230</u>	<u>229</u>	<u>218</u>	<u>200</u>	<u>131</u>	<u>124</u>	<u>159</u>	<u>77</u>	<u>11</u>	<u>117</u>
	9,8	18,2	20,6	33,0	6,6	11,9	15,8	22,4	4,6	8,8	<u>1</u> 8,4	10,8

Примечание: * – по предшественнику яровая пшеница, ** – по предшественнику многолетние травы, числитель – влага, мм, знаменатель – содержание азота в почве, мг/кг

В период максимального накопления вегетативной массы (фаза колошения) и отсутствия эффективных атмосферных осадков запасы свободной влаги в слое 0-40 см под ярой пшеницей уменьшались, особенно по предшественнику многолетние травы и на удобренном варианте и в фазу полной спелости отмечаются наиболее низкие запасы свободной влаги в почве.

Выявлены особенности изменения запасов нитратным азотом по фазам вегетации яровой пшеницы.

Максимальные запасы нитратного азота отмечались на всех вариантах в фазу кушения культуры. Удобрения увеличили запас нитратного азота по сравнению с контролем по предшественнику яровая пшеница на 29,7%, по многолетним травам на 30,9%.

В фазу колошения различия в запасах нитратного азота пахотного слоя между предшественниками находились на одном уровне, а на варианте с внесением Наа68 эти различия сохранились на уровне фазы кушения (29,5%).

К фазе полной спелости запасы нитратного азота на всех вариантах опыта уменьшились. Особенно заметное снижение запасов нитратного азота отмечается по предшественнику яровая пшеница.

Экологические условия в агроландшафте оказывают непосредственное влияние на эффективность удобрений в агроландшафте (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние удобрений на урожайность яровой пшеницы в различных фациях агроландшафта, т/га (2012 – 2013 гг., т.п. №5 – чернозем южный)

Удобрения (А)	Трансэлювиальная фация (В)		Трансаккумулятивная фация (В)		Среднее по фациям	
	Прибавка от удобрений					
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
По предшественнику яровая пшеница						
Без удобрений	0,93	–	0,95	–	0,94	–
Naa34	0,3	32,2	0,37	38,9	0,34	36,1
Naa68	0,58	62,3	0,4	42,1	0,49	52,1
Naa102	0,28	30,1	0,71	74,1	0,5	53,1
1т + Naa10	0,41	44,1	0,46	48,4	0,44	46,0
2т + Naa20	0,39	41,9	0,36	37,9	0,38	40,4
По предшественнику многолетние травы						
Без удобрений	1,28	–	1,84	–	1,56	–
Naa34	0,32	25,0	0,28	15,2	0,3	19,2
Naa68	0,47	36,7	0,13	7,0	0,3	19,2
Naa102	0,26	20,3	0,4	21,7	0,33	21,1
1т + Naa10	0,08	6,2	0,22	11,9	0,15	9,6
2т + Naa20	0,14	10,9	0,02	4,3	0,08	5,1
по предшественнику многолетние травы				по предшественнику яровая пшеница		
	НСР _{0,95}	F _т	F _ф	НСР _{0,95}	F _т	F _ф
Удобрения (фактор А)	0,057	4,05	354,11	0,063	4,05	4,835
Фации (фактор В)	0,057	4,05	90,09	0,063	4,05	133,66
Взаимосвязь А+В	0,081	2,43	13,041	0,090	4,05	17,387

В среднем по опыту прибавка урожайности яровой пшеницы от применения удобрений по сравнению с неудобренным вариантом (контролем) составила 0,33 т/га, или 30,1%.

Выявлена тесная зависимость урожайности яровой пшеницы с условиями различных фаций.

Прибавка урожайности яровой пшеницы в среднем по двум предшественникам трансэлювиальной фации оказалась на 0,32 т/га, или 30,9 % выше, чем в условиях трансаккумулятивной фации. По предшественнику многолетние травы независимо от фациальной принадлежности эффективность удобрений оказалась на 0,2 т/га, или 30,7 % ниже, чем по предшественнику яровая пшеница.

Уровень обеспеченности почвы различных фаций питательными элементами оказывает определенное влияние на эффективность вносимых удобрений (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние уровня содержания почвенно-агрохимических показателей на урожайность озимой пшеницы (2011–2013 гг., т.п. № 2 – чернозем обыкновенный)

Фация агроландшафта	Содержание гумуса в почве, %	Урожайность, т/га	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	pH
Элювиальная	2,5	2,0	13,8	100,0	126,0	5,1
	3,0	2,7	8,5	326,5	168,0	5,4
	3,5	2,9	6,1	143,6	211,3	5,8
Трансэлювиальная	4,0	2,6	9,8	205,0	210,3	5,7
	4,5	3,0	10,6	374,5	150,2	5,8
	5,0	2,6	11,9	185,5	235,6	5,8
Трансаккумулятивная	5,5	4,1	13,5	202,8	279,3	6,0
	6,5	5,1	16,0	153,5	329,0	6,7
Аккумулятивная	7,0	6,4	13,5	53,0	327,0	7,0
К корр. гумуса с агрохимическими показателями		0,90	0,59	-0,31	0,91	0,95
К корр. урожайности с агрохимическими показателями			0,51	-0,42	0,87	0,51

В среднем по трем дозам азотных удобрений их эффективность по предшественнику многолетние травы была на 30,1 % ниже, чем по предшественнику яровая пшеница.

Выявлена роль фаций в формировании эффективности удобрений. Прибавка урожайности яровой пшеницы в среднем по двум предшественникам на трансэлювиальной фации оказалась на 0,32 т/га, или 30,9 % выше, чем в условиях трансаккумулятивной фации. По предшественнику многолетние травы независимо от фациальной принадлежности эффективность удобрений оказалась на 0,2 т/га, или 30,7 % ниже, чем по предшественнику яровая пшеница.

Выявлено влияние различных доз удобрений на урожай яровой пшеницы.

В среднем по двум предшественникам на трансэлювиальной фации наиболее эффективным оказалось внесения аммиачной селитры в дозе Naa68 кг/га д.в. На трансаккумулятивной фации наибольшая прибавка 0,4 т/га (42,1 %) наблюдалась от внесения Naa102 кг/га д.в.

Эффективность использования различных доз удобрений регулировалась предшествующей культурой. В условиях зернопарового севооборота по предшественнику яровая пшеница максимальная прибавка урожая (0,5 т/га) была получена при внесении Naa68 и Naa102 кг/га д.в, а по многолетним травам значимых различий в действии испытываемых в опыте различных доз азотных удобрений не наблюдалось.

В условиях черноземных почв выявлена четкая закономерность взаимосвязи между уровнем содержания почвенно - агрохимическими показателями в почве и урожайностью озимой пшеницы.

На черноземе обыкновенном (т.п. № 2) в условиях глубокой внутриполевой дифференциации почвы по уровням содержания гумуса, питатель-

ных элементов в почве установлена корреляционная зависимость между гумусом и элементами эффективного плодородия. Для нитратного азота (нитрификационная способность) она оказалась средней ($r = 0,59$), подвижных форм фосфора отрицательно умеренной ($r = -0,31$), калия и pH очень высокой ($r = 0,91; 0,95$).

В внутриполевых условиях озимая пшеница активно реагирует на почвенно-агрохимическую обеспеченность.

Гумус является основным поставщиком питательных элементов для формирования растений (таблица 6, рисунок 3).

Таблица 6 – Влияние удобрений и содержания гумуса в почве на урожайность озимой пшеницы, т/га (2011 - 2013 гг.).

Чернозем обыкновенный (т.п. №2)				Чернозем южный (т.п. №6)				
Фактор (В)	Содержание гумуса в почве, % (фактор А)							
	2,5	4,0	5,0	Среднее	3,0	4,5	Среднее	
Без удобр.	2,1	2,6	2,6	2,4	1,3	2,0	1,7	
Naa34	2,8	3,1	3,4	3,1	1,5	2,2	1,9	
Naa68	2,9	3,0	3,8	3,2	1,6	2,5	2,1	
Naa102	3,1	3,2	3,9	3,4	1,4	2,3	1,9	
Аз.ф. N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	3,2	3,4	3,4	3,3	1,5	2,3	1,9	
Фактор	НСР _{0,95}		F _T	F _Ф	НСР _{0,95}		F _T	F _Ф
А (гумус)	0,35		3,34	13,5	0,125		2,93	110,65
В (удобрения)	0,45		2,71	10,14	0,079		4,41	17,99
А+В	–		–	–	0,177		2,93	10,26

Однако в ряду испытуемых уровней содержания в почве гумуса действие его на урожайность пшеницы было неоднозначным.

В диапазоне содержания гумуса от 2,5 до 3,5 % (элювиальная фация) в среднем на 1% гумуса приходилось 0,53 т/га урожая, а в диапазоне от 3,5 до 5,0% (трансэлювиальная фация) – 0,23 т/га. В трансаккумулятивной фации (от 5,5 до 6,5% гумуса) средняя прибавка урожайности увеличилась до 1 т/га, на почве аккумулятивной фации (7,0 %) – 1,3 т/га. Закономерность изменения урожайности по гумусным контурам на черноземе обыкновенном подтвердилась и на черноземе южном (т.п. № 6). В диапазоне от 2,5 до 3,5% гумуса на 1 % гумуса, приходилось 0,5 т/га, а при расширении диапазона его содержания от 2,5 до 4,5 % – 1,1 т/га.

Уровень содержания гумуса в почве оказал определенное влияние и на внутриполевую эффективность вносимых удобрений.

На черноземе обыкновенном на варианте с содержанием гумуса в почве 2,5 % максимальная прибавка урожайности (1 т/га) по сравнению с контролем наблюдалась при внесении Naa102 аммиачной селитры. При увеличении содержания гумуса в почве до 5,0 % более эффективным оказалось применение аммиачной селитры в дозах Naa68 и Naa102.

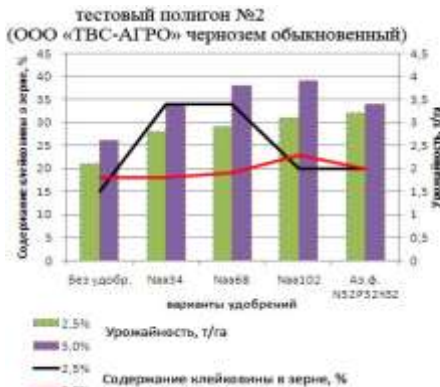


Рисунок 3 – Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы и содержание клейковины в зерне на различных контурах (вариантах) по содержанию гумуса в почве.

В условиях тестового полигона № 6 на черноземах южных, также как и на черноземах обыкновенных прослеживалась тенденция увеличения эффективности азотных удобрений по мере роста содержания в почве гумуса. Однако реализация потенциальных возможностей удобрений зависела от степени аридности, которая здесь была выше, чем на черноземах обыкновенных. Исследования показали, что в среднем по всем контурам с различным содержанием гумуса в почве эффективность минеральных удобрений по сравнению с вариантом без удобрений составила на черноземе обыкновенном 0,84 т/га (35,4%), а на черноземе южном соответственно 0,22 т/га (15,3%).

На основании полученной продуктивности озимой пшеницы и содержания минерального азота в зерне и соломе для обоснования эффективности применяемых доз удобрений был составлен баланс азота (таблица 7)

Результаты анализа полученных данных показали, что при внесении N34 независимо от уровня содержания в почве гумуса был получен отрицательный баланс азота. При этом интенсивность баланса азота изменялась от 62,4% на низком уровне содержания гумуса (2,5%) до 47,5% на 5,0 %, содержания гумуса.

Двойная доза азотного удобрения за счет более высокого уровня урожайности озимой пшеницы позволила снизить дефицитность баланса на всех уровнях содержания гумуса. Однако уровень оптимального возврата 86,4% был получен только на почве с содержанием 4,0% гумуса.

Таблица 7 – Баланс азота под озимой пшеницей на черноземе обыкновенном Саратовской области (по данным за 2011 – 2013 гг., т.п.№2.)

Дозы удобрений	Статьи баланса	Содержание гумуса в почве		
		2,5%	4,0%	5,0%
Naa34	приход	52,8	52,8	52,8
	расход	84,6	90,0	111,2
	баланс	-31,8	-37,2	-58,4
	интенсивность баланса, %	62,4	58,6	47,5
Naa68	приход	86,8	86,8	86,8
	расход	111,8	100,5	130,8
	баланс	-25,0	-13,7	-44,0
	интенсивность баланса, %	77,6	86,4	66,3
Naa102	приход	120,8	120,8	120,8
	расход	105,9	114,9	146,2
	баланс	+14,9	+5,9	-25,4
	интенсивность баланса, %	114,1	105,1	82,6

Внесение Naa102 кг/га д.в. позволило получить положительный баланс азота на пашне с содержанием гумуса 2,5% и 4,0% гумуса и отрицательный на фоне 5,0% содержания гумуса. Практически на всех уровнях содержания гумуса был получен возврат азота в почву близкий к нормативному.

Удобрения оказали большое влияние, как на продуктивность озимой пшеницы, так и ее на качество.

В среднем по удобренным вариантам по отношению к контролю содержание клейковины в зерне озимой пшеницы, полученном на черноземе обыкновенном, увеличилось на варианте с содержанием гумуса 2 % в 1,8 раза, а на варианте с содержанием гумуса 5 % всего лишь на 2 %. На относительно низком фоне содержания гумуса в почве (2 %) связь урожайности с содержанием клейковины в зерне оказалась умеренной ($r=0,33$), а на почве с содержанием гумуса 5 % – средней ($r=0,58$). Действие аммиачной селитры в дозах Naa34 и Naa68 кг/га д.в. оказалось более эффективным в формировании клейковины в зерне, чем внесение Naa102 кг/га д.в. аммиачной селитры и азофоски (Аз.ф. N32P32K32).

В условиях чернозема южного, на варианте без применения удобрений с содержанием в почве гумуса 3,0 %, уровень клейковины в зерне озимой пшеницы был на 4,4 % выше, чем на почве с более высоким содержанием гумуса (4,5 %). На удобренных вариантах, размещенных на фоне содержания гумуса 4,5 %, выявлена высокая корреляционная зависимость ($r=0,75$) между содержанием клейковины в зерне и урожайностью озимой пшеницы, на менее плодородной почве (гумус 3,0 %) корреляционная связь оказалась на среднем уровне ($r=0,59$).

Глава 6. Экономическая эффективность применения удобрений

Экономический анализ полученных данных показал, что в условиях чернозема обыкновенного на рабочем участке с содержанием гумуса в почве 2,5 наименее рентабельными для данного контура оказалось внесения Naa102 кг/га д.в (109,9% или 7759 рублей на гектар). При повышении содержания гумуса в почве до 5,0% наиболее эффективным в формировании условно чистого дохода оказалось применение Naa68 кг/га д.в – 13139 руб./га при 379,1% проценте рентабельности (рисунок 4).

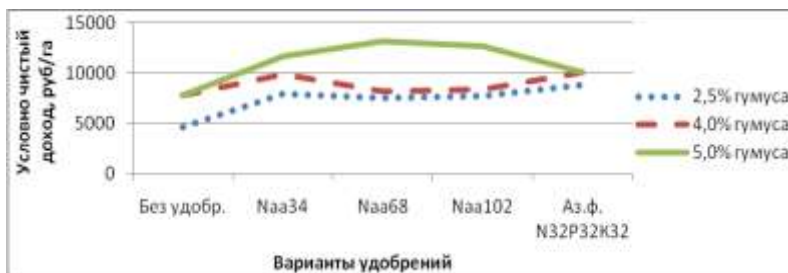


Рисунок 4 – Влияние удобрений на формирование условного чистого дохода (т.п. № 2, чернозем обыкновенный)

На черноземе обыкновенном, на вариантах без применения удобрений при одинаковой урожайности, величина условного чистого дохода на почве с содержанием гумуса 4,0 и 5,0 % по сравнению с содержанием 2,5 % увеличилась на 3100 руб./га или на 66,2%, при этом уровень рентабельности вырос соответственно в 8 раз.

На черноземах южных увеличение содержания гумуса на неудобренном варианте с 3,0 до 4,5% привело к росту условного чистого дохода на 6356 руб./га, или в 2,8 раза.

Возделывание озимой пшеницы на черноземе южном с содержанием гумуса 3,0 % оказалось нерентабельным, а на варианте с содержанием 4,5 % гумуса уровень рентабельности составил 135,4 %.

На черноземе обыкновенном в общей сумме чистого дохода доля от удобрений составила всего лишь 30,4 %.

На варианте, где почва содержала, 3,0 % гумуса условный чистый доход от гумуса был в 6,6 раза, а на варианте с содержанием гумуса 4,5 % – в 13,4 раза выше, чем в среднем от всех доз удобрений, применяемых в опыте.

Наилучшие показатели уровня рентабельности оказались на контуре с содержанием гумуса 5,0% от внесения дозы аммиачной селитры Naa68 и Naa102 ,

Заключение

В результате эрозионных процессов в период снеготаяния на склонах элементарного водосбора (северной и южной экспозиции 3-5°) среднемноголетняя величина смыва почвы составила 5,2 т/га. Вместе с почвой ежегодно терялось в валовой форме: азота 0,95, фосфора 1,43, калия 10,9, кальция 19,2, магния 11,4 кг/га.

В процессе почвенно-агрохимического тестирования на 1000 га пашни выявлено следующие количество контуров с различным содержанием гумуса в почве: на черноземе обыкновенном 72, черноземе южном 75 и на темно-каштановой почве 28 контуров, для нитрификационной способности эти показатели составили 26; 20; 23, для рН – 54; 24; 8, подвижных форм фосфора 39-43-23, и калия соответственно 33; 25; 24.

Корреляционная связь гумуса с элементами эффективного плодородия на черноземе обыкновенном составила: с нитрификационной способностью $r=0,46$, подвижными формами фосфора и калия $r= -0,12$ и $r= 0,58$ и рН – $r= 0,59$ соответственно. Для чернозема южного – соответственно $r=0,30$; $r= 0,46$; $r=0,23$; $r= -0,57$, для темно-каштановых почв соответственно $r= -0,13$; $0,17$; $0,13$; $-0,15$.

Обеспеченность почвы питательными элементами отразилась на уровне урожайности яровой пшеницы. Урожайность яровой пшеницы по предшественнику яровая пшеница на трансаккумулятивной фации была на 0,3 т/га выше, чем на верхней трансэлювиальной части склона.

Выявлены закономерности сопряженного повышения содержания гумуса в почве и уровня урожайности озимой пшеницы на черноземе обыкновенном и южном. На черноземе обыкновенном при повышении гумуса в почве (элювиальной фация) от 2,5 до 3,5 % прибавка урожайности озимой пшеницы составила 0,53 т/га зерна, а в диапазоне от 3,5% до 5,0% (трансэлювиальная фация) – 0,23 т/га. В трансаккумулятивной фации (от 5,5% до 6,5% гумуса) средняя прибавка урожайности увеличилась до 1 т/га, на почве аккумулятивной фации (7,0 %) – 1,3 т/га, на черноземе южном в диапазоне от 2,5 до 3,5 % гумуса на 1 % гумуса приходилось 0,5 т/га, а от 2,5 % до 4,5 % – 1,1 т/га.

Установлены фациальные особенности связи предшественников с урожайностью яровой пшеницы. В среднем по всем фациям агроландшафта урожайность по пласту многолетних трав на варианте без применения удобрений составила 1,56 т/га, что на 39,7 % выше, чем по предшественнику яровая пшеница. Эффективность удобрений по предшественнику яровая пшеница была в 3 раза выше, чем на одноименных вариантах по пласту многолетних трав. На верхней (трансэлювиальной) фации эффективность удобрений была на 0,2 т/га или 10,3 % ниже, чем на трансаккумулятивной фации.

На варианте с внесением N_{68} кг/га дв. по многолетним травам в трансэлювиальной фации прибавка урожая яровой пшеницы по сравнению с контролем составила – 0,47 т/га или 36,7%, тогда как на трансаккумулятивной

фации более эффективной оказалась доза 102 кг/га д.в. (0,4 т/га, или 21,7%).

Внесение Naa102 кг/га д.в. позволило получить положительный баланс азота на пашне с содержанием гумуса 2,5% и 4,0% гумуса и отрицательный на фоне 5,0% содержания гумуса. Практически на всех уровнях содержания гумуса был получен возврат азота в почву близкий к нормативному.

Уровень продуктивности отразился на экономической эффективности возделываемых культур.

На черноземе обыкновенном, на вариантах без применения удобрений, величина условного чистого дохода на почве с содержанием гумуса 4,0 и 5,0 % по сравнению с содержанием 2,5% гумуса увеличилась на 3100 руб./га (66,2 %), при этом уровень рентабельности вырос соответственно в 8 раз.

На черноземе южном увеличение содержания гумуса с 3,0 % до 4,5% на неудобренном варианте привело к росту условного чистого дохода на 6356 руб./га, или в 2,8 раза.

Экономический анализ результатов влияния удобрений на формирование условного чистого дохода показал, что на черноземе обыкновенном без применения удобрений величина условно чистого дохода на варианте с содержанием гумуса 4,0 и 5,0 % по сравнению с 2,5 % гумуса увеличилась на 3100 руб./га или 66,2%, при этом уровень рентабельности вырос соответственно в 8 раз.

На черноземе южном увеличение содержания гумуса на неудобренном варианте с 3,0 до 4,5 % привело к росту условного чистого дохода на 6356 руб./га, или в 2,8 раза, что на примерно в 4 раза выше, чем на черноземе обыкновенном. Возделывание озимой пшеницы на черноземе южном с содержанием гумуса 3,0 % оказалось нерентабельным, а на варианте с содержанием 4,5 % гумуса уровень рентабельности составил 135,4 %.

На черноземе обыкновенном в общей сумме чистого дохода доля от удобрений составила всего лишь 30,4%. На черноземе южном в более засушливых условиях, чем на черноземе обыкновенном разрыв между величиной условно чистого дохода полученного от гумуса и удобрений был выше. На варианте, где почва содержала 3,0 % гумуса, условный чистый доход от гумуса был в 6,6 раз, а на варианте с содержанием гумуса 4,5 % – в 13,4 раза выше, чем в среднем от доз применяемых удобрений.

Наилучшие показатели уровня рентабельности были на контуре с содержанием гумуса 5,0 % от внесения дозы аммиачной селитры (Naa102).

Предложения производству

В целях повышения эффективности применения удобрений в агроландшафте следует:

– с использованием ГИС-технологий проводить детальное (1:5) почвенно-агрохимическое обследование пашни и на основе разработанных цифровых карт обеспеченности почв питательными элементами определять фаціальную принадлежность рабочих участков (полей);

– для поддержания оптимального баланса азота на черноземах обыкновенном и южном и повышения урожайности яровой пшеницы по предшественнику яровая пшеница рекомендуется вносить перед посевом на трансэлювиальной фации Naa34 кг/га д.в., на трансаккумулятивной фации Naa68, под озимую пшеницу в весеннюю подкормку – соответственно Naa68 и Naa102 кг/га д.в.;

– по предшественнику многолетние травы независимо от фаціальной принадлежности рабочего участка доза азотных удобрений под яровую пшеницу не должна превышать Naa 34 кг/га д.в.;

– дозу азотного удобрения для подкормки озимой пшеницы, эффективную на рабочем контуре с минимальным содержанием гумуса, на других рабочих контурах следует увеличивать в диапазоне содержания гумуса в почве от 2,5 до 4,5% – на 40%, а свыше 4,5% – на 20% на каждый последующий 1 % прироста гумуса в почве.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Азаров, К.А. Влияние различных биоценозов на отдельные морфологические признаки почв черноземного типа / Л.Б. Сайфуллина, И.Ф. Медведев, А.С. Беякова, **К.А. Азаров** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, Саратов – 2013.– №6. – С. 45-50 (0,75 п.л./авт.0,2).

2. Азаров, К.А. Рельефная структура агроландшафта, ее влияние на агрохимические показатели почвы, урожайность яровой пшеницы и эффективность удобрений / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.А. Бочков, **К.А. Азаров** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, Саратов – 2013. – №11. – С. 20-25 (0,75 п.л. /авт. 0,2).

3. Азаров, К.А. Методические особенности качественной внутривольной оценки пашни / **К.А. Азаров**, И.Ф. Медведев, Д.И.Губарев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, Саратов – 2014. – №4. – С. 3-6 (0,5 п.л./ авт. 0,25).

В других изданиях:

4. **Азаров, К.А.** Качественная оценка пашни с учетом потребностей точного земледелия / К.А. Азаров, Д.И. Губарев, И.Ф. Медведев // *Материалы научно-практической конференции 3 специализированной агропромышленной выставки «Саратов-Агро – 2012 / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ».* – Саратов, 2012. – С. 3–5 (0,25 п.л./авт. 0,1).

5. **Азаров, К.А.** Контурная дифференциация по содержанию гумуса в почвенном покрове каштановой зоны Саратовской области / К.А. Азаров, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев. // *Проблемы и перспективы аграрной науки в России (посвящается 135-летию со дня рождения А.И. Стебута): сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и спец., 14-16 марта 2012 г.* – Саратов, 2012. – С. 233–241 (0,4 п.л./авт. 0,15).

6. **Азаров, К.А.** Методические особенности почвенно-агрохимического тестирования с использованием компьютерных технологий / К.А. Азаров, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.А. Вайгант // *Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. / ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН.* – Курск, 2012. – С.189–194 (0,35 п.л. /авт. 0,2).

7. **Азаров, К.А.** Совокупная качественная оценка пашни с учетом результатов пространственного почвенно-агрохимического обследования / К.А. Азаров, Д.И. Губарев, И.Ф. Медведев // *Инновационное развитие АПК в России (посвящается 140-летию со дня рождения Г.К. Мейстера): сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и спец., 12-13 марта 2013 г., г. Саратов.* – Саратов, 2013. – С. 211–216 (0,32 п.л./авт. 0,2).

8. **Азаров, К.А.** Качественная оценка пашни с применением геоинформационных систем / К.А. Азаров, Д.И. Губарев // *Инновационные разработки ученых – АПУ России: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, 20 марта 2013 г., –Казань, 2013.* – С. 161–163 (0,2 п.л./авт. 0,1).

9. **Азаров, К.А.** Основные факторы дифференциации почвенного покрова северной части саратовского Заволжья / К.А. Азаров, Д.И. Губарев, И.Ф. Медведев, С.С. Деревягин // *Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова и 40-летию кафедры «Геодезия, гидрология и гидрогеология», г. Саратов, 16-18 мая 2013 г.* –Саратов, 2013. – С. 254–258 (0,4 п.л. / авт. 0,1).

10. **Азаров, К.А.** Применение ГИС-технологий для выявления контурной дифференциации почвенного покрова Заволжья Саратовской области / К.А. Азаров, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.А. Вайгант // *Перспективные направления инновационного развития сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф. посвящ. 170-летию со дня рождения*

К.А. Тимирязева, 23-28 июня 2013 г., г. Ульяновск. – Ульяновск, 2013. – С. 184–188 (0,35 п.л./авт. 0,15).

11. Азаров, К.А. Ландшафтные особенности формирования агрохимических показателей почвы и урожайности яровой пшеницы / Д.И. Губарев, И.Ф. Медведев, **К.А. Азаров**, А.А. Вайгант // Перспективные направления инновационного развития сельского хозяйства: материалы Всерос. науч.-практ. конф. посвящ. 170-летию со дня рождения К.А. Тимирязева, 23-28 июня 2013 г., г. Ульяновск. – Ульяновск, 2013. – С.62–66 (0,35 п.л./авт. 0,15).

12. **Азаров, К.А.** Качественная оценка пашни с применением геоинформационных систем / К.А. Азаров, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев // Нива Татарстана. – 2013. – №2-3. – С. 38–39 (0,15 п.л./авт. 0,07).

13. Азаров, К.А. Фациальное распределение в агроландшафте почвенно-агрохимических показателей и урожайности яровой пшеницы / Д.И. Губарев, И.Ф. Медведев, **К.А. Азаров**, А.А. Вайгант // Агротехнологическая модернизация земледелия: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., 11-13 сент. 2013 г., г. Курск. – Курск, 2013. – С. 149–153 (0,4 п.л./авт. 0,15).

14. **Азаров, К.А.** Влияние неоднородности почвенного покрова на результат качественной оценки пашни / К.А. Азаров, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.А. Вайгант // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях (посвящается 140-летию А.Г. Дояренко): сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и спец., 18-19 марта 2014 г., г. Саратов. – Саратов, 2014. – С. 305–312 (0,55 п.л./авт. 0,2).

15. Азаров, К.А. Сезонная и пространственная динамика свободной влаги в почве / Д.А. Анисимов, И.Ф. Медведев, **К.А. Азаров**, М.Н. Любимова // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях (посвящается 140-летию А.Г. Дояренко): сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и спец., 18-19 марта 2014 г., г. Саратов. – Саратов, 2014. – С. 312–317 (0,5 п.л./авт. 0,15).