

*На правах рукописи*

УДК 631.81

**Литвинский Владимир Анатольевич**

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ  
ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО (С 1931 ГОДА)  
ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ  
Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА № 2 НА ДАОС**

**Специальность 06.01.04 – агрохимия**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата биологических наук**

**Москва 2017**

Работа выполнена на кафедре агрономической, биологической химии, радиологии и БЖД Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева».

**Научные руководители:**

доктор биологических наук,  
профессор

**Муравин Эрнст Аркадьевич**

доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

**Черников Владимир Александрович**

**Официальные оппоненты:**

**Егоров Владимир Сергеевич**

доктор биологических наук,  
профессор, ФГБОУ ВО «МГУ имени  
М.В. Ломоносова», кафедра агрохи-  
мии и биохимии растений, профессор

**Кузьмич Михаил Александрович**

доктор сельскохозяйственных наук,  
ФГБНУ «Московский научно-  
исследовательский институт сельского  
хозяйства «Немчиновка»,  
лаб. удобрений и мелиорантов, глав-  
ный научный сотрудник

**Ведущее учреждение:**

ФГБНУ «Владимирский научно-  
исследовательский институт сельского  
хозяйства».

Защита состоится \_\_\_\_\_ в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.029.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова»: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А, диссертационный совет Д.006.029.01.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ ВНИИ агрохимии и на сайте <http://vniia-pr.ru/diss/litvinskyi-13-12-2016.pdf>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, можно прислать по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д.31 А.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Никитина Любовь Васильевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность и основания для исследования** Многолетние полевые опыты являются надежной основой для проведения почвенно-агрохимического и агроэкологического мониторинга состояния земель сельскохозяйственного назначения.

В результате исследований на длительных полевых опытах с удобрениями формируется информационный банк данных, используемых для оценки изменений плодородия почвы, содержания и качественного состава органического вещества, а так же ее агрохимических свойств и агроэкологического состояния. Обработка и систематизация полученных материалов даст возможность прогнозировать изменения кислотно-основных свойств и показателей актуального плодородия почв под действием природных и агрогенных факторов.

**Степень разработанности темы.** Длительные полевые опыты с удобрениями, заложенные Д.Н. Прянишниковым в 1928-32 гг. на Долгопрудненской опытной станции (в настоящее время ДАОС им. Д.Н. Прянишникова) представляют собой исключительную основу для изучения динамики свойств почвы при применении различных приемов земледелия и для оценки ее устойчивости к антропогенному воздействию. Выбор нами объекта изучения определялся тем, что за предшествующий период проведения опыта уже был накоплен богатый экспериментальный материал, обобщенный в монографии А.Д. Хлыстовского (1992) и его публикациях с сотрудниками, привлекаемый в настоящей работе.

**Основной целью диссертационной работы** было изучение агрохимических свойств почвы и ее агроэкологического состояния после длительного применения навоза и минеральных удобрений в зависимости от периодического известкования в полевом опыте Д.Н. Прянишникова № 2 с клеверным паром на ДАОС.

### **Задачи исследования включали:**

1. Обобщение данных ДАОС по продуктивности севооборота по отдельным его ротациям к дополнению материалов, опубликованных ранее А.Д. Хлыстовским в его монографии (1992);
2. Определение содержания и состава органического вещества в пахотном слое почвы;
3. Оценка состояния основных агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы под влиянием известкования и систематического применения навоза и минеральных удобрений, после полных 19 ротаций севооборота;
4. Определение показателей актуального плодородия почвы (включая состояние микробного сообщества);

5. Анализ химического состава культур севооборота после завершения 19 ротаций для оценки качества и безопасности полученной продукции.

**Научная новизна.** Проведен обобщающий анализ данных 76-летнего полевого опыта Д.Н. Прянишникова, что позволило получить уникальные экспериментальные данные о действии и последствии изучавшихся агрогенных факторов на агрохимические и агроэкологические свойства почвы, качество и безопасность получаемой растениеводческой продукции. Впервые использованный для анализа почв этого опыта дериватографический метод позволил охарактеризовать влияние изучавшихся факторов на термическую стабильность органического вещества почвы, на соотношение между его лабильными и стабильными компонентами.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты обобщающих исследований, выполненных автором, необходимы при проведении мониторинга плодородия дерново-подзолистой почвы Центрального Нечерноземья и разработки приемов рационального применения удобрений. Ценность научных работ соискателя том, что результаты исследований в таких многолетних опытах, как полевой опыт №2 Д.Н. Прянишникова на ДАОС, позволяют сформировать надежную базу для оценки изменений агрохимических свойств и плодородия почв, их агроэкологического состояния. Получаемые в опытах результаты являются основой для рекомендаций по рациональному научно-обоснованному применению удобрений, а также прогнозированию потребности в минеральных удобрениях и обоснованию их ассортимента для Нечерноземной зоны РФ. Выводы и рекомендации, полученные в результате исследования, позволяют провести разработку мероприятий по эффективному и экологически безопасному применению удобрений, рациональному использованию, сохранению и повышению плодородия почв, при различных уровнях технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и при современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Материал, полученный в ходе выполнения диссертационной работы, может быть использован в учебных целях.

#### **Основные защищаемые положения**

- Органическая и минеральная системы удобрения по влиянию на среднюю продуктивность севооборота за весь период проведения опыта были равноценны.
- При учете последствия удобрений после завершения 19 ротаций севооборота не выявлено существенных различий между вариантами с органической и минеральной системами удобрения независимо от известкования по содержанию основных органических соединений определяющих качество урожая возделываемых культур

- Различия в уровне урожая отдельных культур в зависимости от изучавших факторов, а также выявленные различия в агрохимических свойствах и плодородии почвы по вариантам опыта определяли варьирование содержания зольных макроэлементов и широкого набора микроэлементов продукции возделывавшихся культур.

- Длительное систематическое применение, как навоза, так и минеральных удобрений не привело к накоплению в получаемой продукции тяжелых металлов из числа элементов 1 и 2 класса опасности свыше санитарно-гигиенических требований.

- Длительное, на протяжении 76 лет возделывание сельскохозяйственных культур без известкования и применения удобрений привело к снижению содержания гумуса тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы, до уровня, установившегося после значительного его снижения в первые тридцать лет проведения опыта. При практически равном влиянии органической и минеральной систем удобрения на среднюю продуктивность севооборота за весь период проведения опыта систематическое внесение навоза оказало большее положительное воздействие на содержание гумуса, чем применение минеральных удобрений в эквивалентных навозу дозах NPK и Ca.

- После 19 полных ротаций севооборота с соблюдением схемы опыта выявлено значительное изменение в кислотно-основных свойствах почвы под влиянием изучавшихся систем удобрения. Под влиянием периодического известкования (через 28 лет после последнего его проведения по полной Нг в 1980 г.) в почве, независимо от применения удобрений, установлено снижение кислотности и содержания подвижного алюминия, сохранялись более благоприятные условия для клевера и пшеницы, проявившиеся при учете последствие удобрения.

- В пахотном слое систематически удобрявшейся почвы через 76 лет проведения опыта независимо от известкования увеличилось содержание как подвижного (по Кирсанову) фосфора, так и обменного (по Масловой) калия с переходом в более высокий на один класс обеспеченности этими элементами. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы после 76-лет проведения опыта существенно не различалось при сравнении известкованных и неизвесткованных вариантов со внесением удобрений.

**Степень достоверности результатов проведённых исследований.** Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается детальной проработкой литературных источников отечественных и зарубежных авторов по теме диссертации, применением современных инструментальных методов анализа, публикацией основных положений диссертаций.

Исследования проводились в длительном полевом опыте с севооборотом, развернутом во времени и пространстве. После полных 19 ротаций представительные почвенные пробы ежегодно отбирались из пахотного (0-20 см) слоя почвы. Образцы отбирали с трех несмежных повторений. В растительных пробах (сена клевера – в первый год учета последствий удобрений, зерна озимой пшеницы – на второй год учета последствий), определялись основные показатели качества и элементный состав сельскохозяйственной продукции. Аналитические работы и лабораторные эксперименты выполнялись на кафедре агрономической, биологической химии, радиологии и безопасности жизнедеятельности, кафедре микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и в Центре коллективного пользования ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова с использованием современных аналитических методов, в том числе атомно-абсорбционной спектрофотометрии и термогравиметрии. Все полевые и лабораторные работы выполнены с применением рекомендованных методик и современных методов исследований. Достоверность результатов подтверждается наличием первичной документации, которая велась в ходе выполнения экспериментов. Урожайные и аналитические данные подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа с применением компьютерных программ Microsoft Excel, и Statistica 6.1.

**Апробация работы.** Материалы исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры агрономической, биологической химии, радиологии и безопасности жизнедеятельности ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (2008, 2009, 2010 гг.). Также результаты исследований представлялись на международных научных конференциях: 42-я международная научная конференция «Агрохимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции» (Москва 21-22 мая 2008 г.); 43 я международная научная конференция молодых ученых и специалистов «Применение средств химизации в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия» (Москва 19-21 мая 2009 г.); 44 я международная научная конференция молодых ученых и специалистов «Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии» (Москва 22 23 мая 2010 г.); Международная научно практическая конференция «Адаптация сельского хозяйства России к меняющимся погодно-климатическим условиям» (Москва 7-10 декабря 2010 г.); Научно практическая конференция «Проблемы развития АПК и сельских территорий в XXI веке» (Москва 7-9 декабря 2011 г.)

**Личный вклад соискателя.** Диссертация Литвинского В.А. является самостоятельной научной работой, в которой экспериментальные данные за 2007-2010 гг. принадлежат лично автору. При выполнении работы автор принимал

непосредственное участие в проведении полевых и лабораторных научно-исследовательских работ в длительном (с 1931 г.) полевом опыте с удобрениями Д.Н. Прянишникова №2 на ДАОС в 2007-2010 гг. По результатам анализа экспериментальных данных автором были подготовлены печатные работы и сформулированы выводы.

**Публикации по теме диссертации.** Основное содержание диссертации и защищаемые положения отражены в 8 публикациях, среди которых: 5 статей в рецензируемых научных журналах (все 5 – в изданиях ВАК, рекомендуемых для публикации результатов диссертационных работ), 3 работы – в сборниках тезисов российских и международных конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, включающих обзор литературы, списка литературы, включающего 251 наименование, из которых - 16 на иностранных языках, экспериментальную часть и выводы, рекомендаций производству, списка литературы и приложения. Работа изложена на 139 страницах, содержит 10 рисунков, 12 таблиц и одно приложение.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность всему коллективу ДАОС и его руководителю Ю.Г. Грицевичу, коллективу лаборатории географической сети опытов с удобрениями ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова и ее руководителю В.Г. Сычеву, коллективу кафедры агрономической, биологической химии, радиологии и БЖД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и ее руководителю С.П. Торшину, доценту кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Т.А. Карепиной за сотрудничество и практическую помощь на различных этапах выполнения работы. Автор выражает искреннюю признательность научным руководителям работы – профессору, д. б. н. Э.А. Муравину и профессору, д. с.-х. наук В.А. Черникову.

# ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

## 1. Обзор литературы

В обзоре литературы изложено обобщение представлений различных авторов о питании растений, роли в нем органических и минеральных удобрений, их влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур, агрохимические и агроэкологические свойства почвы. Приведен анализ по влиянию изучавшихся в полевом опыте №2 на ДАОС агрогенных факторов на качество и безопасность растениеводческой продукции.

## 2. Экспериментальная часть

### 2.1. Объекты и методы исследований

Объектом наших исследований являлся длительный с 1931 года полевой опыт Д.Н. Прянишникова № 2 на ДАОС, предусматривавший изучение сравнительной эффективности навоза и минеральных удобрений в зависимости от известкования. Опыт заложен на участке из-под смешанного леса, после четырех лет уравнительного посева викоовсяной смеси. Удобрения и известь до закладки опыта не вносились. Агрохимическая характеристика и гранулометрический состав исходно очень сильнокислой, тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы, сформировавшейся на тяжелом покровном суглинке, приведены ниже (Таблицы 1 и 2).

**Таблица 1.** Агрохимическая характеристика исходной дерново-подзолистой почвы полевого опыта Д.Н. Прянишникова №2, 1931 г. (Хлыстовский, 1992)

рН <sub>КС1</sub>	Нг	S	T	V, %	Р подв по Кирсанову	К обм по Масловой
	мг-экв/100 г				мг/кг	
3,9	4,1	8,0	12,1	67	30	80

**Таблица 2.** Гранулометрический состав слоя 0-25 см почвы опыта ДАОС (Байбеков, 2003)

Содержание (%) частиц размером (мм)						
1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
0,6	9,8	55,6	12,2	5,8	16,0	34,0

Опыт проводился в четырехпольном севообороте – клевер – озимая рожь, с 1975 года озимая пшеница — пропашная культура (кормовая свекла, с 1960 г. по 1994 г. – картофель, затем подсолнечник), – овес с подсевом клевера. Опыт развернут во времени и в пространстве (на четырех смежных полях). Повторность в опыте 3–4-х кратная. На двух полях – четырехкратная повторность, а на других двух – все варианты, кроме варианта с навозом, были в трехкратной



повторности. Изначально схема опыта включала контроль и изучение сравнительной эффективности органической и минеральной системы удобрений без известкования, при площади опытной делянки — 150 м<sup>2</sup>. С 1947 года после расщепления делянок опыт проводился на двух фонах при площади опытной делянки до 75 м<sup>2</sup> — без известкования и при периодическом известковании. Первое известкование было проведено полной дозой, рассчитанной по Нг. В дальнейшем известковали еще дважды — по 0,5 Нг в 1970 г. и по полной Нг в 1981 г. При органической системе удобрений традиционный подстилочный навоз КРС применялся из расчета 9 т/га севооборотной площади. При этом он вносился равными долями под озимые зерновые, картофель и овес по 12 т/га под каждую культуру (36 т/га за ротацию севооборота) в течение 44 лет (1-11 ротации). С 12-й ротации в 1975 г. доза навоза была увеличена до 15 т/га севооборотной площади (60 т/га за ротацию севооборота) — под озимую зерновую и пропашную культуру по 24 т/га и под овес с подсевом клевера 12 т/га. При минеральной системе удобрений НРКСа применяли в дозах, эквивалентных по содержанию НРКСа в составе навоза в форме аммиачной селитры, простого гранулированного суперфосфата и хлористого калия, а кальций — в форме углекислого кальция (мела). Азотные удобрения вносились под озимые дробно, одна треть в основное удобрение и остальное количество в ранневесеннюю подкормку, а под другие культуры, как и фосфорно-калийные — в основное удобрение. Площадь учетной делянки различалась, так при возделывании пропашной культуры она составляла — 13 м<sup>2</sup>, а в остальных случаях — 12,6 м<sup>2</sup>. За время проведения опыта происходила неоднократная смена районированных сортов, возделываемых сельскохозяйственных культур. В последние две ротации использовались следующие сорта: Клевер луговой — «Трио красный», озимая пшеница — «Московская 39», подсолнечник — «Бузулук», овес — «Комес». С 2004 по 2007 гг. последовательно на каждом из четырех полей опыта прекращалось внесение удобрений, и затем изучалось их последствие. На поле 208 схема опыта выдержана с 1931 года до 2007 г. После полных 19 ротаций представительные почвенные пробы ежегодно отбирали из пахотного (0-20 см) слоя почвы. Образцы отбирали с трех повторений тростевым буром из 10 точек в пахотном горизонте, при маршрутном ходе по осевой линии опытной делянки. После тщательного перемешивания индивидуальных буровых проб из них формировали один средний образец для каждой делянки, в котором после соответствующей пробоподготовки проводившейся в двукратной аналитической повторности с использованием общепринятых методов определяли: Содержание гумуса, количество углерода ЛОВ, рН солевой вытяжки, обменную кислотность и подвижный Al, гидролитическую кислотность, сумму поглощенных оснований, содержание общего азота, азот легкогидролизуемый по Тюрину и Кононовой

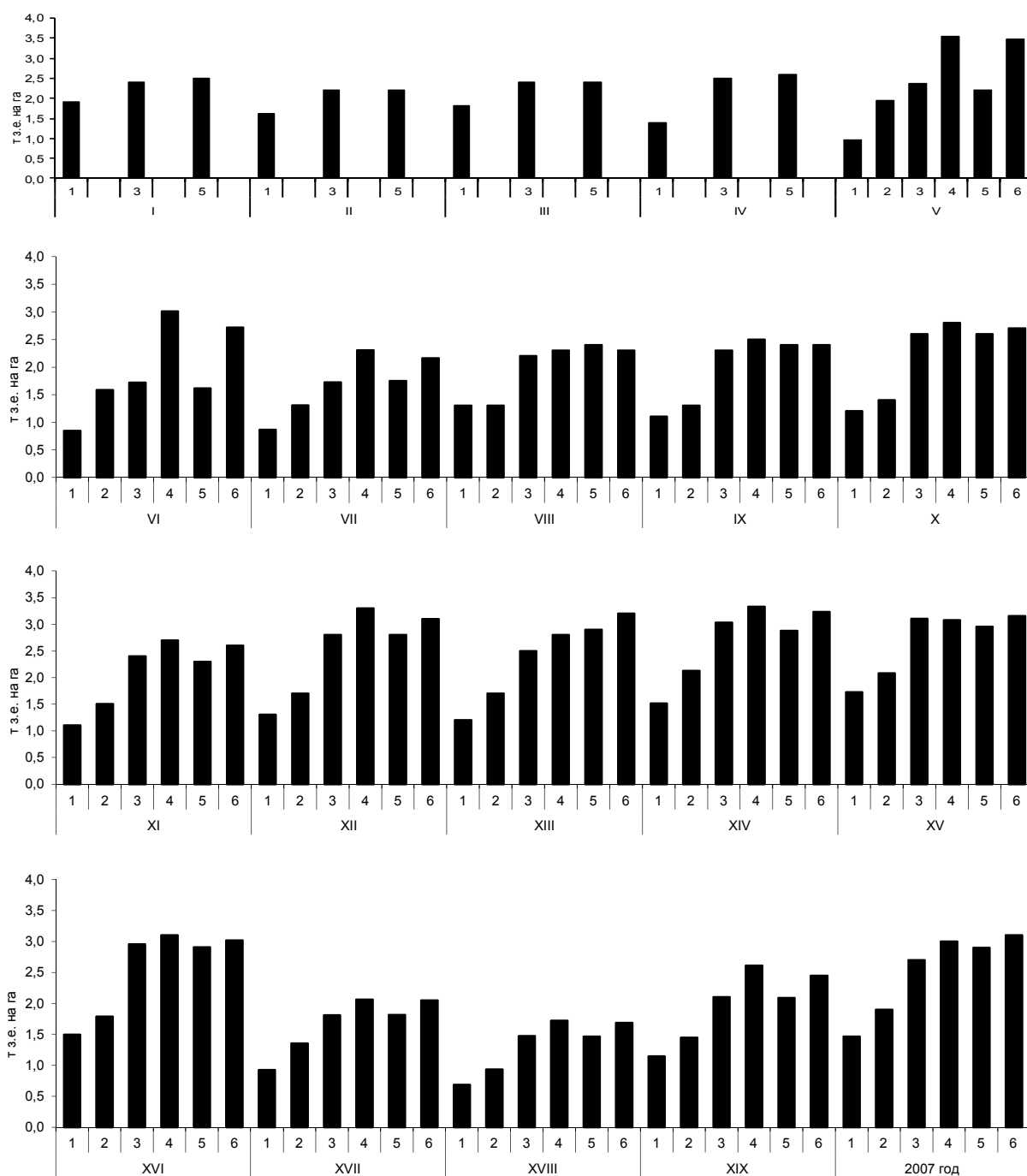
щелочегидролизуемый азот по Корнфилду, содержание подвижных форм фосфора по Кирсанову в модификации ЦИНАО, содержание обменного калия по Масловой, состав и структурные особенности органического вещества дериватографическим методом. В растительных пробах (сена клевера – в первый год учета последствий удобрений, зерна озимой пшеницы – на второй год учета последствий), были определены основные показатели качества и элементный состав сельскохозяйственной продукции: Содержание влаги, абсолютно сухого вещества, крахмала, сырой клетчатки, сырого жира, сырой золы, общее содержание азота, фосфора и калия после мокрого озоления, кальций и магний, а также другие зольные макроэлементы. Также определяли численность почвенных микроорганизмов методом убывающих разведений и посева на питательных средах. Аналитические работы и лабораторные эксперименты выполнялись на кафедре агрономической и биологической химии и кафедре микробиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и в Центре коллективного пользования ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова. Урожайные и аналитические данные подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа с применением компьютерной программы STATISTICA 6.1.

## **2.2. Результаты исследования**

### **2.2.1. Продуктивность севооборота**

В варианте без применения удобрений и известкования средняя продуктивность севооборота за 19 ротаций составила 1,3 т з.е. с га в составе основной продукции, рисунок 1.

Применение как органических, так и минеральных удобрений без известкования из расчета 9 т навоза на гектар севооборотной площади за XI ротаций приводило к увеличению средней продуктивности севооборота в равной мере до 2,3 т/га з.е., (при диапазоне от 1,6 до 2,6). Начиная с XII ротации в 1975 году после увеличения доз органических до 15 т/га севооборотной площади и эквивалентно им доз минеральных удобрений, средняя продуктивность севооборота возрастала соответственно до 2,7 и 2,5 т/га з.е., т. е., некоторое преимущество имели органические удобрения. За весь же период проведения опыта (19 ротаций) средняя продуктивность севооборота как в вариантах с навозом, так и с минеральными удобрениями была практически одинакова и составляла 2,4 т/га з.е. Периодическое известкование повышало плодородие почвы и эффективность удобрений, особенно минеральных.



**Рис. 1.** Изменение продуктивности 20-го с/о, опыта №2 ДАОС, 1931-2007 гг., т з.е. основной продукции на 1 га (до 1982 г. материал обобщен Хлыстовским А.Д., с 1983 по 2007 – Литвинским В.А.) I-XIX – ротации севооборота. Варианты: 1 – контроль, 2 – известь, 3 – навоз, 4 – навоз+известь, 5 – НРКСа, 6 – НРКСа+известь.

За 15 ротаций после начала известкования суммарная продуктивность севооборота в вариантах с известью возросла со 144 т/га з.е. до 162 т/га з.е., т.е. всего на 13%, однако периодическое известкование обладало исключительно высокой эффективностью при учете последствий как органической, так и минеральной системы удобрений. Продолжительность достоверного увеличения

средней продуктивности севооборота при известковании полной дозой составило 3, а половинной – 2 ротации. Однако, и на протяжении более длительного периода прослеживалось продолжительное действие известкования на продуктивность посевов и высокое последствие на урожай посевов культур севооборота.

При учете урожая опытных культур (клевера и озимой пшеницы) соответственно в 1-ый и 2-ой годы после завершения внесения удобрений выявлено высокое их последствие. Прослеживалось также увеличение урожаев этих культур под влиянием ранее проводившегося известкования, особенно в варианте без применения удобрений.

### 2.2.2. Химический состав растениеводческой продукции, полученной при учете последствия удобрений

Изменения химического состава культур зависели от уровня их продуктивности и видовых особенностей, таблица 3.

**Таблица 3.** Химический состав растений при учете последствия удобрений, %\*

Вариант	Урожай, т/га	Белок**	Крахмал	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырая зола
Клевер, сено (при учете 1-го года последствия)						
Контроль	2,9	11,2	-	24,1	1,85	6,69
Известь	3,8	10,4	-	24,9	2,03	6,54
Навоз	5,4	11,8	-	24,6	2,31	6,49
Навоз + известь	5,9	11,3	-	23,8	1,99	6,20
НРКСа	5,7	10,2	-	24,2	2,25	5,99
НРКСа + известь	6,2	11,5	-	24,3	2,16	6,58
НСР для неизвесткованных вариантов	0,7					
НСР для известкованных вариантов	0,7					
Озимая пшеница, зерно (при учете 2-го года последствия)						
Контроль	3,9	12,1	63,4	3,08	3,38	1,67
Известь	4,7	11,8	63,7	3,53	3,82	1,53
Навоз	6,8	12,7	62,9	2,72	3,49	1,66
Навоз + известь	6,9	12,5	63,0	3,17	3,96	1,54
НРКСа	6,6	13,3	62,2	2,99	3,51	1,71
НРКСа + известь	7,1	13,3	62,8	3,19	3,82	1,53
НСР для неизвесткованных вариантов	1,1					
НСР для известкованных вариантов	0,7					

\* - значения приведены в расчете на 16% влажности для сена клевера и 14% влажности для зерна озимой пшеницы

\*\* - для клевера приводится содержание сырого протеина

Содержание сырого протеина в сене клевера в вариантах с применением навоза возрастало с 11,2% до 11,8% по сравнению с вариантом без удобрений. В вариантах с минеральной системой удобрений содержание сырого протеина в сене клевера сохранялось на уровне контрольного. При равном росте продук-

тивности культуры под влиянием как органической, так и минеральной системы удобрения по сравнению с контролем, сбор сырого протеина с кормовой массой на 1 гектар был значительно выше при органической, а вынос азота с единицы площади и сбор белка с урожаем озимой пшеницы резко возрастали по сравнению с контролем за счет последствия как органических, так и минеральных удобрений.

Концентрация белка в зерне озимой пшеницы была выше при применении минеральных удобрений на 0,6 % по сравнению с вариантом внесения навоза и на 1,2% по сравнению с контролем.

Относительное содержание углеводов, как и сырого жира, в растениях при учете последствия удобрений существенно не отличалось по вариантам опыта, хотя прослеживалась тенденция к соблюдению общей закономерности между содержанием азотистых и безазотистых соединений.

Содержание зольных макроэлементов в растениях после длительного применения удобрений и периодического известкования варьировало в достаточно узком интервале, таблица 4.

**Таблица 4.** Содержание зольных макроэлементов в растениях при учете последствия удобрений, % на абсолютно сухое вещество

Вариант	P	K	Ca	Mg
Клевер, сено (при учете 1-го года последствия)				
Контроль	0,24	2,44	1,13	0,77
Известь	0,19	2,04	1,47	0,44
Навоз	0,28	2,46	0,98	0,74
Навоз + известь	0,21	2,09	1,24	0,37
НРКСа	0,23	2,25	1,08	0,63
НРКСа + известь	0,25	2,38	1,21	0,30
НСР 0,95	0,04	0,38	0,12	0,07
Озимая пшеница, зерно (при учете 2-го года последствия)				
Контроль	0,34	0,38	0,03	0,06
Известь	0,34	0,38	0,03	0,06
Навоз	0,34	0,38	0,04	0,05
Навоз + известь	0,34	0,36	0,03	0,06
НРКСа	0,33	0,36	0,03	0,06
НРКСа + известь	0,36	0,40	0,04	0,06
НСР 0,95	0,03	0,03	0,01	0,01

В отношении микроэлементов, подвижность которых в почве и доступность растениям зависят от реакции среды, проявляются закономерные изменения в их содержании в зависимости от зафиксированных различий в кислотно-

основных свойствах почвы под действием изучавшихся агрогенных факторов – подкисления за счет естественного хода почвообразовательного процесса в вариантах без удобрений, нейтрализующего действия извести и систематического применения навоза, а также подкисляющего действия применявшихся в минеральной системе удобрений, таблица 5.

**Таблица 5.** Содержание микроэлементов в растительной продукции, мг/кг

Культура	Вариант	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	Cd	Hg	Pb
Клевер, сено	Контроль	0,59	53,1	34,4	0,29	4,60	4,60	11,1	0,76	0,09	0,03	1,95
	Известь	1,50	40,1	58,3	0,27	4,62	4,91	10,0	0,87	0,19	0,03	2,29
	Навоз	0,64	39,4	50,2	0,28	3,74	5,46	12,4	0,73	0,29	0,03	1,89
	Навоз + Известь	0,93	25,9	49,6	0,32	3,12	5,49	9,86	0,75	0,15	0,03	2,03
	НРКСа	0,65	72,2	57,9	0,31	3,61	4,94	9,98	0,74	0,17	0,03	1,94
	НРКСа + Известь	0,88	34,8	41,2	0,28	1,78	4,49	7,49	0,76	0,17	0,03	2,11
Озимая пшеница, зерно	Контроль	0,62	37,7	25,7	0,58	1,57	3,44	17,7	0,42	0,05	0,02	0,43
	Известь	0,49	35,2	25,6	0,63	1,36	3,46	20,0	0,49	0,04	0,02	0,45
	Навоз	0,63	40,9	23,9	0,60	1,48	2,88	18,9	0,50	0,04	0,02	0,42
	Навоз + Известь	0,44	43,9	32,4	0,57	1,26	3,57	28,2	0,52	0,05	0,02	0,45
	НРКСа	0,58	36,0	26,9	0,58	1,56	3,21	16,9	1,39	0,05	0,02	0,44
	НРКСа + Известь	0,22	42,2	21,9	0,62	1,19	2,98	20,1	0,44	0,04	0,02	0,25
Озимая пшеница, солома	Контроль	0,92	44,5	98,7	0,31	0,38	0,78	5,30	0,29	0,06	0,03	0,64
	Известь	0,46	53,8	31,1	0,33	0,34	1,03	8,36	0,27	0,07	0,03	0,67
	Навоз	0,50	65,8	87,5	0,29	0,32	1,12	6,17	0,28	0,03	0,03	0,92
	Навоз + Известь	0,43	60,9	33,0	0,30	0,34	1,04	11,8	0,32	0,22	0,03	0,87
	НРКСа	0,58	51,3	71,0	0,32	0,34	0,76	4,52	0,30	0,08	0,03	0,72
	НРКСа + Известь	0,28	62,1	35,2	0,31	0,38	0,92	6,33	0,29	0,07	0,03	0,58

В сене клевера (1-ый год последствий) и зерне озимой пшеницы (2-ой год последствий) концентрации элементов, относящихся к потенциальным токсикантам первого и второго классов опасности не превышали максимально допустимые уровни, нормируемые гигиеническими нормативами для растениеводческой продукции, как пищевой, так и кормовой, таблица 6.

**Таблица 6.** Содержание в растениях химических элементов – потенциальных загрязнителей первого и второго классов опасности, мг/кг

Вариант	1-й класс опасности				2-й класс опасности				
	Hg	Cd	Pb	Zn	Co	Ni	Mo	Cu	Cr
Клевер, сено (при учете 1-го года последействия)									
Контроль	0,03	0,19	1,95	11,1	0,29	4,60	0,76	4,60	0,59
Известь	0,03	0,18	2,29	10,0	0,27	4,62	0,87	4,91	1,50
Навоз	0,03	0,14	1,89	12,4	0,28	3,74	0,73	5,46	0,64
Навоз+Известь	0,03	0,15	2,03	9,86	0,32	3,12	0,75	5,49	0,93
НРКСа	0,03	0,17	1,94	9,98	0,31	3,61	0,74	4,94	0,65
НРКСа+Известь	0,03	0,17	2,11	7,49	0,28	1,78	0,76	4,49	0,88
Озимая пшеница, зерно (при учете 2-го года последействия)									
Контроль	0,02	0,05	0,43	17,7	0,58	1,57	0,42	3,44	0,62
Известь	0,02	0,04	0,45	20,0	0,63	1,36	0,49	3,46	0,49
Навоз	0,02	0,04	0,42	18,9	0,60	1,48	0,50	2,88	0,63
Навоз+Известь	0,02	0,05	0,45	28,2	0,57	1,26	0,52	3,57	0,44
НРКСа	0,02	0,05	0,44	16,9	0,58	1,56	0,39	3,21	0,58
НРКСа+Известь	0,02	0,04	0,25	20,1	0,62	1,19	0,44	2,98	0,22
ВМДУ № 123- 41281-87 для кор- мов	для гру- бых и сочных кормов, не более	0,05	0,30	5,00	50,0				
	для зер- на и зер- зер- нофура- жа, не более	0,10	0,30	5,00	50,0				
СанПиН № 2.3.2.1 078-01 для пи- щевых продук- тов	для зер- на про- доволь- ственно- го, не более	0,03	0,10	0,50					

### 2.2.3. Содержание и состав органического вещества после длительно-го применения удобрений

После длительного возделывания сельскохозяйственных культур без применения удобрений содержание органического углерода (Сорг.) в почве (практически независимо от известкования) оставалось на уровне, установившемся после резкого падения содержания гумуса в первые тридцать лет проведения опыта, рисунок 2. При органической системе удобрения после полных 19 ротаций севооборота содержание Сорг. в почве независимо от периодически проводившегося известкования оказалось на уровне исходного до закладки опыта. Это явилось следствием увеличения дозы навоза с 1975 года и наличием

в севообороте клеверного пара. При минеральной системе удобрения с известкованием и без, содержание Сорг в почве после 76 лет проведения опыта было ниже, чем при органической системе удобрения и ниже исходного на 10 процентов, таблица 7.

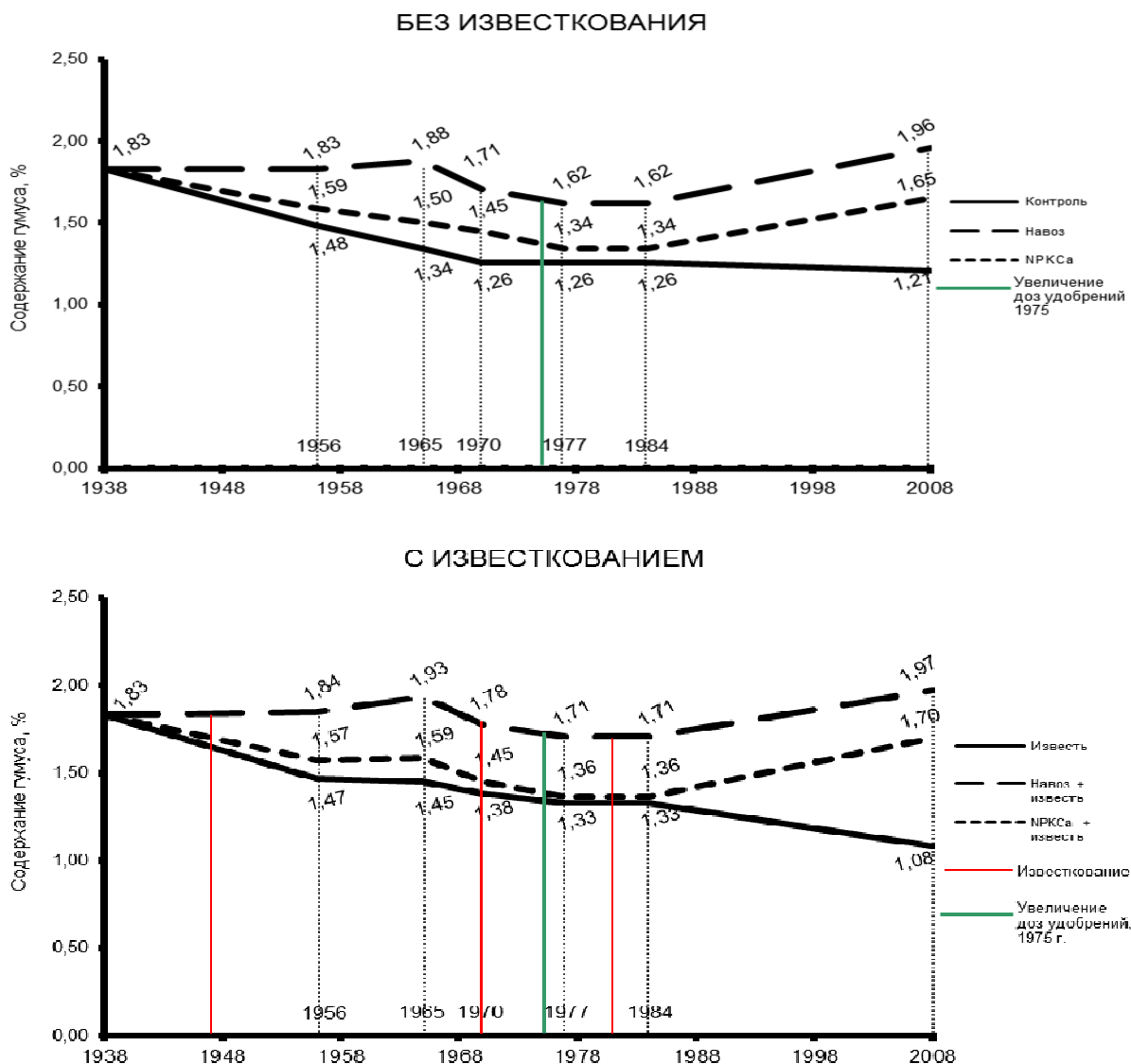
**Таблица 7.** Органическое вещество почвы

Вариант	Общ. С, %	Гумус, %	С лов, %	Доля ЛОВ, %
Контроль	0,70	1,21	0,07	10,0
Известь	0,63	1,08	0,07	10,9
Навоз	1,14	1,96	0,16	14,5
Навоз + известь	1,14	1,97	0,17	15,0
НРКСа	0,96	1,65	0,12	12,4
НРКСа + известь	0,99	1,70	0,13	13,3
НСР		0,38	0,02	

Нами выявлены не только количественные, но и качественные изменения гумуса. Для этого мы использовали показатель содержания углерода лабильного органического вещества (Слов).

После длительного возделывания сельскохозяйственных культур на протяжении 76 лет без применения удобрений, доля Слов в органическом веществе почвы пахотного слоя контрольного варианта составляла около 10%, рисунок 3. В вариантах с систематическим внесением навоза (в дозе 9 т/га, а с 1975 – 15 т/га севооборотной площади) рост содержания Сорг в почве сопровождался возрастанием содержания Слов в 2,4 раза, а при регулярном применении минеральных удобрений в эквивалентных навозу количествах минеральной системе удобрений – примерно в 1,7 раза по сравнению с контролем. В почве вариантов с периодическим известкованием содержание Слов и его доля в составе органического вещества существенно не изменялись. При этом, однако, и при минеральной и при органической системе удобрения проявлялась тенденция к увеличению значения последнего показателя. В почве контрольного варианта сработка активной и увеличение доли более консервативной части органического вещества сопровождалась сужением соотношения С орг и общего азота почвы, по сравнению с почвой вариантов с удобрениями, таблица 8. Валовое содержание азота в почве, соответственно при органической и минеральной системе удобрений возросло по сравнению с контролем в 1,3-1,5 и 1,1-1,2 раза. При этом, в неудобрявшейся почве, независимо от периодически проводившегося известкования, имело место самое узкое, а в известковавшейся почве при органической системе удобрения – самое широкое соотношение Сорг к Нобщ.

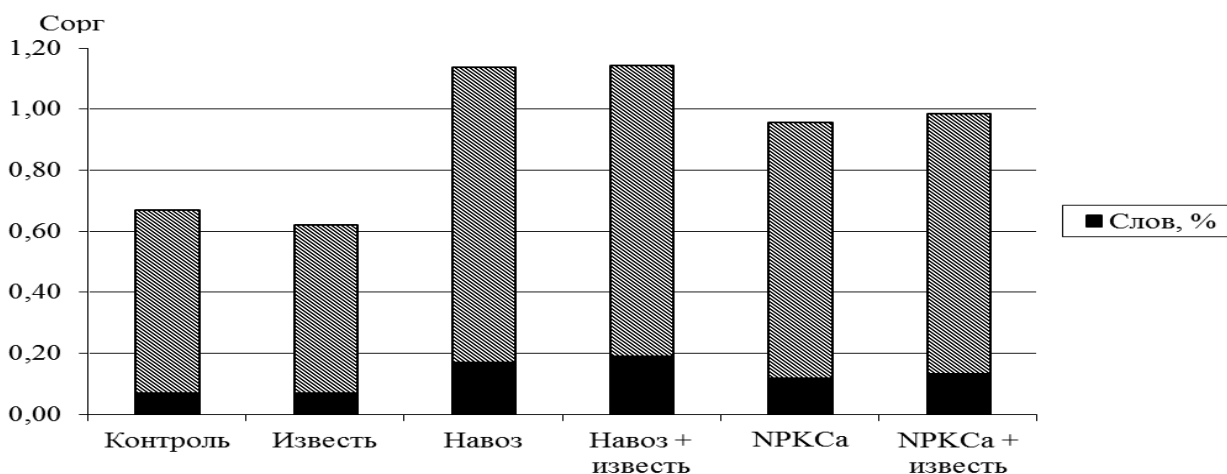




**Рис. 2.** Динамика содержания гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы полевого опыта №2 ДАОС им. Д.Н. Прянишникова (1931 1984 гг. – данные ДАОС, 2007 г. – данные автора)

Под влиянием ранее проводившегося известкования в почве возростала не только доля ЛОВ в составе органического вещества, но и доля щелочегидролизующего азота от валового содержания этого элемента, рисунок 4.

Использование современного дериватографического метода позволило охарактеризовать влияние изучавшихся в полевом опыте агрогенных факторов на термическую стабильность органического вещества почвы, на соотношение между его более лабильными («свободными») и стабильными (связанными с почвенными минералами) компонентами. Термогравиметрическая характеристика дерново-подзолистой почвы полевого опыта после 19 ротаций севооборота приведена в таблицах 9 и 10.

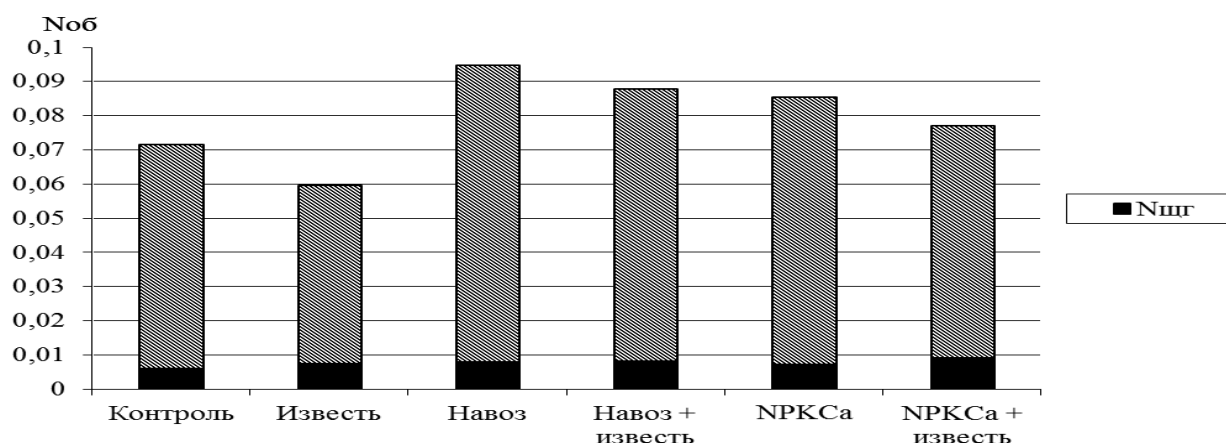


**Рис. 3.** Содержание Сорг и Слов в дерново-подзолистой почве после длительного применения удобрений, %

**Таблица 8.** Содержание общего (N<sub>общ</sub>), кислотногогидролизуемого (N<sub>лг</sub>) и щелочногогидролизуемого (N<sub>шг</sub>) азота в дерново-подзолистой почве после длительного применения удобрений

Вариант	N <sub>общ</sub>	N <sub>лг</sub> по Тюрину и Ко- ноновой	N <sub>шг</sub> по Корнфилду	Собщ/N <sub>общ</sub>
	%	мг/кг		
Контроль	0,07	19,9	59,7	9,8
Известь	0,06	25,8	75,0	10,5
Навоз	0,09	25,5	78,8	12,0
Навоз + известь	0,09	27,4	82,3	13,0
NPKCa	0,09	24,6	71,2	11,2
NPKCa + известь	0,08	33,0	91,8	12,8
НСР	0,01	5,4	15,0	

Самые серьезные изменения в составе органического вещества почвы под влиянием систематического применения удобрений произошли с более лабильным его компонентом. Отмечалось повышение термостабильности этого «свободного» органического вещества систематически удобрявшейся навозом почвы, а также во всех случаях под влиянием периодического известкования.



**Рис. 4.** Содержание Nоб и в его составе Nшг в дерново-подзолистой почве после длительного применения удобрений на ДАОС, %

Наименее стабильным прочно связанное почвенными минералами органическое вещество было в варианте с применением минеральных удобрений без известкования, а наиболее термостойким оказалось прочносвязанное органическое вещество периодически известковавшейся почвы без внесения удобрений.

**Таблица 9.** Дифференциально-термический-анализ (ДТА)

Вариант	Эндоэффекты, °С		Экзоэффекты, °С	
	1	2	1	2
Контроль	130	615	340	430
Известь	130	620	340	460
Навоз	130	605	345	440
Навоз + известь	115	605	345	435
NPKCa	110-120	610	340	415
NPKCa + известь	110	610	350	430

**Таблица 10.** Дифференциально-термогравиметрический-анализ (ДТГ)

Вариант	Температура эффекта (°С, 1) и потеря массы (% к навеске, 2)						Потеря массы, % к навеске	
	1		2		1		2	
	1	2	1	2	1	2	общ.	за счет орг. вещ-ва
Контроль	130	1,67	310	1,37	540	1,82	4,86	3,19
Известь	115	1,58	330	1,30	540	1,67	4,55	2,97
Навоз	120	1,34	325	1,70	540	1,66	4,70	3,36
Навоз + известь	105	1,64	330	1,71	540	1,71	5,06	3,42
NPKCa	105	1,67	310	1,35	540	1,67	4,68	3,02
NPKCa + известь	105	1,64	340	1,64	540	1,64	4,92	3,28

Длительное возделывание сельскохозяйственных культур без применения удобрений, независимо от известкования привело к снижению абсолютного ко-

личества и доли (до 43%) свободного органического вещества от общей убыли массы органического вещества при полном его сгорании. В тоже время установлено равное соотношение (по 50%) между свободным и связанным компонентами органического вещества в почве вариантов органической системы удобрения, а также минеральной системы на фоне периодического известкования. В почве варианта с минеральной системой удобрения без известкования это соотношение снижалось вслед за содержанием лабильного компонента почти до уровня контрольного варианта.

#### **2.2.4. Кислотно-основные свойства**

Изменения кислотно-основных свойств почвы через 76 лет проведения опыта, под действием изучавшихся агрогенных факторов по сравнению с исходными данными за 1931 год представлены в таблице 11. Динамика рН по всем вариантам имеет следующий вид – рисунок 5. Разница в значениях рН<sub>сол</sub> от известкования через 25 лет после последнего его проведения по вариантам опыта составляет 0,5-0,6 единицы рН и была достоверной. При возделывании сельскохозяйственных культур без применения удобрений и извести прослеживалась тенденция к увеличению степени кислотности почвы. Реакция почвенной среды осталась очень сильнокислой.

При систематическом применении навоза на неизвестковавшейся почве не только не проявилось его нейтрализующее действие. Было выявлено увеличение по сравнению с исходным уровнем величины гидролитической кислотности и ее доли в составе поглощенных катионов. Проявилось слабое нейтрализующее действие навоза по сравнению с почвой контрольного варианта. В этом случае в почве систематически удобрявшейся навозом установлено увеличение емкости катионного обмена за счет роста суммы поглощенных оснований при неизменной величине гидролитической кислотности. При минеральной системе удобрений без известкования подкисляющее действие проявлялось в большей степени, как по сравнению с контролем, так и по сравнению с вариантами с внесением навоза. Выражалось это действие в явной тенденции к увеличению обменной кислотности, содержания подвижного алюминия и гидролитической кислотности, при сохранении значения степени насыщенности основаниями на уровне контроля, рисунок 6.

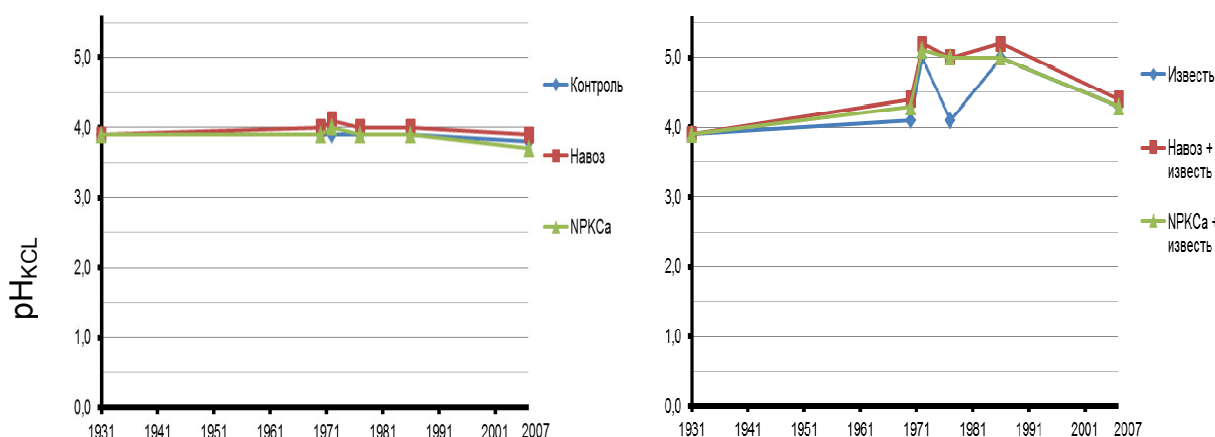
После 19 ротаций севооборота в почве, подвергавшейся периодическому известкованию, несмотря на длительный промежуток времени, после последнего его проведения (27 лет), во всех случаях установлено резкое снижение обменной кислотности и содержания подвижного алюминия, достоверное уменьшение гидролитической кислотности на 2,3-3,0 мг-экв/100 г почвы.

**Таблица 11.** Кислотно-основные свойства дерново-подзолистой почвы полевого опыта №2 ДАОС им. Д.Н. Прянишникова

Вариант	рН сол	Н обм, мг-экв/100 г	Al подв, мг/100 г	С		V, %
				Нг	мг-экв/100 г	
Исходные данные, 1931 г.						
	3,9	-	-	4,1	8,0	66,7
Через 19 полных ротаций севооборота, 2008 г.						
Контроль	3,8	1,5	1,3	6,5	6,2	48,9
Известь	4,3	0,2	0,2	4,2	8,1	66,0
Навоз	3,9	1,2	1,2	6,3	7,6	54,5
Навоз+ известь	4,4	0,2	0,1	4,0	9,3	69,7
НPKCa	3,7	1,7	1,4	7,2	7,1	49,4
НPKCa+ известь	4,3	0,2	0,1	4,2	8,5	67,0
НCP 0,95	0,3	0,7	0,3	1,1	0,7	

А)

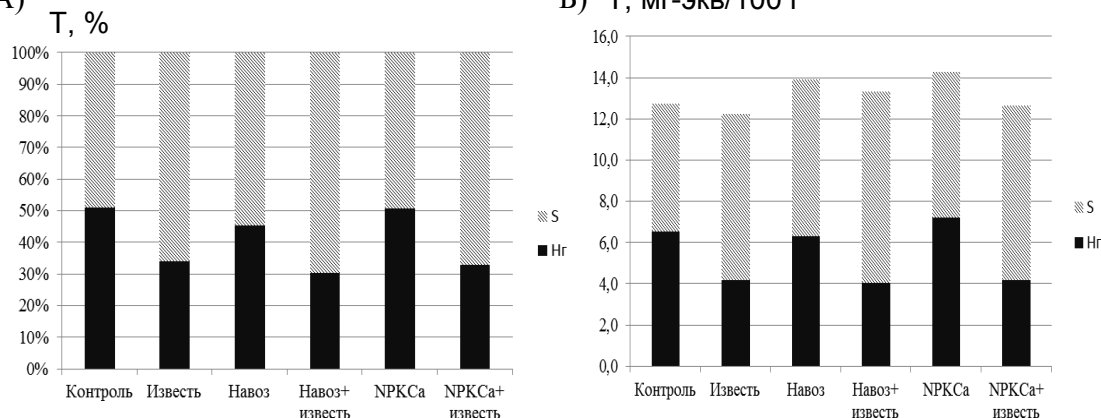
Б)



**Рис. 5.** Влияние длительного применения удобрений и извести на реакцию среды в пахотном горизонте почвы, мг/кг, А – варианты без известкования, Б – с известкованием (1931-1986 гг. – данные ДАОС, 2007 г. – данные автора)

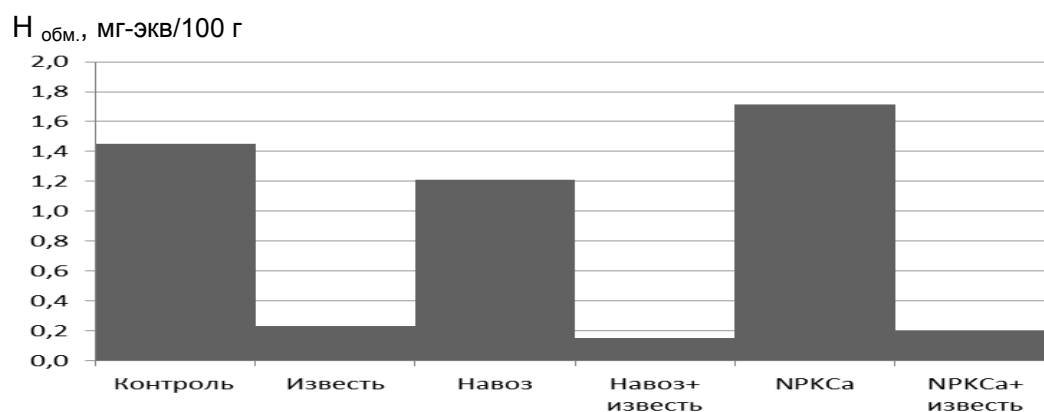
А)

Б) Т, мг-экв/100 г

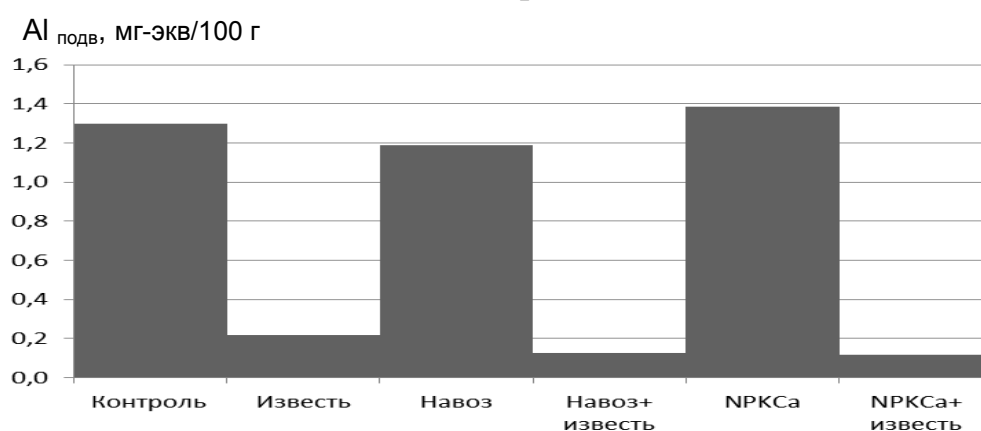


**Рис. 6.** Емкость поглощения и состав поглощенных катионов дерново-подзолистой почвы после длительного применения удобрений, А – в процентах, Б – в мг экв/100 г

Сопутствие изменения по рН солевой вытяжки значениям показателей обменной кислотности и подвижного алюминия, показано на рисунках 7 и 8.



**Рис. 7.** Обменная кислотность дерново-подзолистой почвы, мг-экв/100 г



**Рис. 8.** Содержание подвижного алюминия, мг-экв/100 г

### 2.2.5. Изменение содержания подвижных форм фосфора и калия

В почве контрольного варианта содержание подвижных форм фосфора (по Кирсанову) снизилось до первого класса, в то время, как содержание обменного калия при определении ранее использовавшимся методом Масловой через 19 ротаций севооборота не снизилось по отношению к исходному, относившемуся, ко второй группе согласно принятой классификации. Под влиянием систематического применения навоза и минеральных удобрений достоверно, почти в равной мере возросло содержание подвижного фосфора и обменного калия по сравнению, как с исходным значением, так и с контрольным вариантом, что обеспечило переход почвы в более высокий, третий класс (таблица 12).

При периодическом известковании снижение кислотности и количество подвижного алюминия в почве не привело к существенному увеличению содержания подвижного фосфора как в вариантах без удобрения, так и в вариантах с систематическим применением органических и минеральных удобрений (рисунок 9).

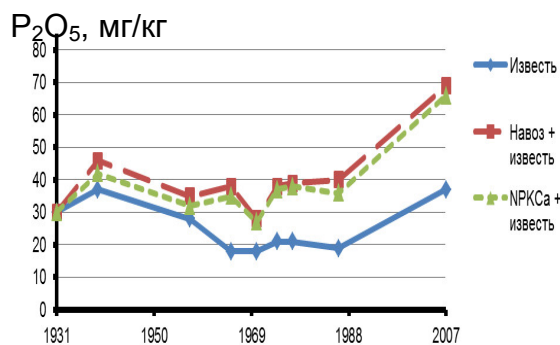
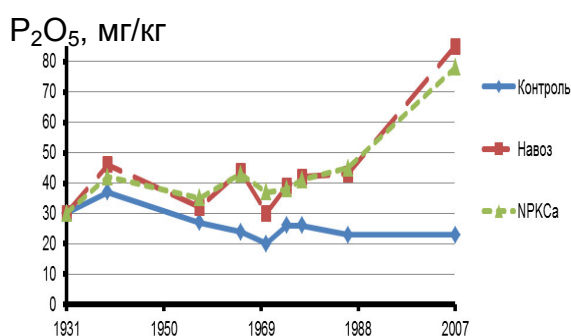
Известкование не вызвало также достоверных изменений содержания обменного калия во всех вариантах опыта (рисунок 10).

**Таблица 12.** Содержание подвижных форм фосфора и калия в почве (2007 г.), мг/кг

Вариант	Р подв по Кирсанову	К подв по Кирсанову	К обм по Масловой
	мг/кг		
Контроль	23,0	77,7	97,1
Известь	37,0	63,0	79,4
Навоз	85,0	88,0	103,8
Навоз+ известь	69,0	97,1	115,6
НРКСа	78,0	93,0	118,1
НРКСа+ известь	66,0	92,7	115,8
НСР 0,95	22,4	17,5	21,2

А)

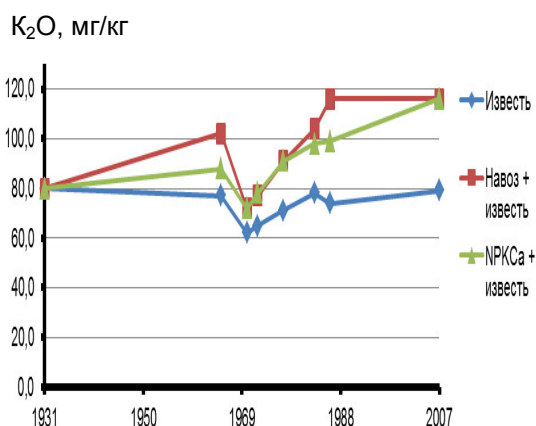
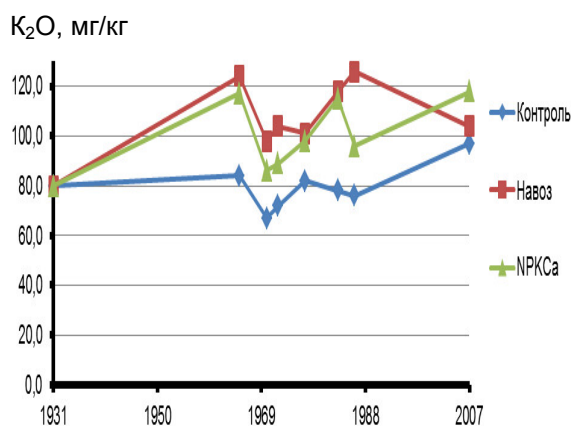
Б)



**Рис. 9.** Влияние длительного применения удобрений и извести на содержание подвижного фосфора по Кирсанову в пахотном горизонте почвы, мг/кг, А – варианты без известкования, Б – с известкованием (1931-1986 гг. – данные ДАОС, 2007 г. – данные автора)

А)

Б)



**Рис. 10.** Влияние длительного применения удобрений и извести на содержание обменного калия по Масловой в пахотном горизонте почвы, мг/кг, А – варианты без известкования, Б – с известкованием (1931-1986 гг. — данные ДАОС, 2007 г. – данные автора)

## Выводы

В результате исследований в длительном полевом опыте Д.Н. Прянишникова охарактеризовано изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы (ДАОС) и химического состава продукции после 19 ротаций 4-хпольного севооборота с клеверным паром.

1. При длительном возделывании сельскохозяйственных культур без применения удобрений и известкования средняя продуктивность по ротациям севооборота за весь период проведения опыта и за первый год учета последствий варьировала в диапазоне 0,7–1,9 т/га з.е. при среднем значении за 19 ротаций 1,3 т/га з.е. Применение как органических, так и минеральных удобрений без известкования из расчета 9 т навоза на гектар севооборотной площади приводило к увеличению средней продуктивности с/х культур до 2,3 т/га з.е. После увеличения дозы органических удобрений до 15 т/га севооборотной площади и эквивалентно им дозы минеральных, происходило увеличение средней продуктивности севооборота в этих вариантах до уровня – 2,7 и 2,5 т/га з.е. соответственно, некоторое преимущество имели органические удобрения. За весь период проведения опыта средняя продуктивность севооборота составляла как в вариантах с навозом, так и с минеральными удобрениями 2,4 т/га з.е.

2. При учете последствий удобрений после завершения 19 ротаций севооборота, не выявлено существенных различий между вариантами с органической и минеральной системами удобрения, независимо от известкования, по содержанию основных органических соединений определяющих качество урожая возделываемых культур.

3. Относительное содержание зольных макроэлементов и широкого набора микроэлементов в продукции возделывавшихся культур определялось различием в уровне урожая отдельных культур в зависимости от изучавших факторов и выявленными различиями в агрохимических свойствах и плодородии почвы.

4. Длительное систематическое применение, как навоза, так и минеральных удобрений не привело к накоплению в получаемой продукции тяжелых металлов из числа элементов 1 и 2 класса опасности свыше санитарно-гигиенических требований, установленных для растениеводческой продукции, используемой в кормовых и пищевых целях.

5. Длительное возделывание сельскохозяйственных культур без известкования и применения удобрений привело к снижению содержания гумуса тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы, до уровня, стабилизировавшегося после первых тридцати лет проведения опыта. Систематическое внесение навоза оказало большее положительное воздействие на содержание гумуса, чем применение минеральных удобрений в эквивалентных навозу дозах NPK и Ca,



содержания гумуса увеличивалось до исходного уровня. При минеральной системе удобрения по сравнению с органической, установилось содержание гумуса достоверно ниже на 10%, но достоверно выше, чем в неудобрявшейся почве. В вариантах без удобрений содержание органического вещества снизилось, прежде всего, за счет легкоразлагаемой органической части при сохранении достаточно высокой пассивной доли. При систематическом использовании навоза и минеральных удобрений, соответственно в 2 и 2,5 раза увеличилось по сравнению с неудобрявшейся почвой содержание Слов, и увеличилась термостойкость органического вещества. Одновременно в составе органического вещества удобрявшейся почвы возрастало общее содержание азота и расширялось соотношение С : N. Существенных различий в содержании и составе органического вещества пахотного слоя почвы после 76-лет проведения опыта в зависимости от известкования выявлено не было. Закономерно снизилось содержание общего азота, содержание щелочегидролизующего азота принимало максимальные значения в удобрявшихся вариантах опыта на фоне периодического известкования.

6. После 19 полных ротаций севооборота выявлено значительное изменение в кислотно-основных свойствах почвы под влиянием изучавшихся систем удобрения – возросла емкость катионного обмена (особенно при органической системе удобрения), проявилась относительно невысокая нейтрализующая способность систематического применения навоза и заметное подкисляющее действие длительно применявшихся форм азотно-калийных удобрений. Под влиянием периодического известкования в почве, независимо от применения удобрений, установлено снижение кислотности и содержания подвижного алюминия, сохранялись более благоприятные условия для клевера и пшеницы, проявившиеся при учете последствий удобрений.

7. В пахотном слое (0-20 см) систематически удобрявшейся почвы через 76 лет проведения опыта независимо от известкования увеличилось содержание как подвижного (по Кирсанову) фосфора, так и обменного (по Масловой) калия с переходом в более высокий на один класс обеспеченности этими элементами. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы после 76-лет проведения опыта существенно не различалось при сравнении известкованных и неизвесткованных вариантов со внесением удобрений.

### **Список публикаций по теме диссертации:**

*Публикации в изданиях из Перечня российских рецензируемых научных журналов, в которых изложены основные научные результаты диссертации*

1. Литвинский, В.А. Продуктивность севооборота с клеверным паром и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы в длительном (с 1931 г.) опыте Д.Н. Прянишникова № 2 на ДАОС/ В.А Литвинский, Э.А. Муравин, В.А Черников, Ю.Г. Грицевич, В.Г. Игнатов, А.Д. Хлыстовский // *Агрохимия*. - 2010. - № 8. - С. 15-30.
2. Литвинский, В.А. Изучение свойств дерново-подзолистой почвы и химического состава растений в длительном полевом опыте/ В.А. Литвинский В.А, Э.А. Муравин, В.А. Черников // *Агрохимический вестник*. - 2010. - № 3. - С. 30-33.
3. Кончиц, В.А. Содержание и состав органического вещества дерново-подзолистой почвы после длительного (1931-2006 гг.) применения удобрений/ В.А. Кончиц, **В.А. Литвинский**, Э.А. Муравин, В.А. Черников // *Плодородие*. - 2010. - № 5. - С. 17-19.
4. Карепина, Т.А. Микробное сообщество дерново-подзолистой почвы после длительного применения удобрений/ Т.А. Карепина, Н.А. Лисицына, Э.А. Муравин, **В.А. Литвинский** // *Плодородие*. - 2012. - №5. - С. 29-30.
5. Грицевич, Ю.Г. Основные результаты длительного (с 1931 г.) полевого опыта Д.Н. Прянишникова на ДАОС/ Ю.Г. Грицевич, В.Г. Игнатов, Н.К. Сидоренкова, **В.А. Литвинский**, Э.А. Муравин, В.А. Черников // *Агрохимический вестник*. - 2012. - №6. - С. 30-33.

*Публикации в других изданиях*

1. Муравин, Э.А. Агрохимия: учебник для студ. учреждений высш. образования / Э.А. Муравин, Л.В. Ромодина, **В.А. Литвинский**. – М.: Издательский центр «Академия». – 304 с.
2. Литвинский, В.А. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы ДАОС после 76-летнего применения удобрений в полевом опыте Д.Н. Прянишникова /В.А. Литвинский/ *Материалы 42-й Международной научной конференции «Агрохимические технологии, приемы и способы увеличения объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции»*. - М.: ВНИИА, 2008. - С. 27–30.
3. Литвинский, В.А. Гумусовое состояние и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы после длительного применения удобрений в полевом опыте Д.Н. Прянишникова на ДАОС / В. А. Литвинский/ *Материалы 43-й Международной научной конференции «Применение средств химизации в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия»*. - М.: ВНИИА, 2009. - С. 109–111
4. Литвинский В.А. Микроэлементный состав растений после длительного с 1931 года применения удобрений в полевом опыте Д.Н. Прянишникова №2 на ДАОС / В.А. Литвинский, Н.К. Сидоренкова/ *Материалы 44-й Международной научной конференции «Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии»*. - М.: ВНИИА, 2010. - С. 181–187.