

На правах рукописи

АНИСИМОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА

**АГРОХИМИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА И СОЛОМЫ В
ЗВЕНЬЯХ СЕВООБОРОТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Специальность 06.01.04. – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Москва – 2002

Диссертационная работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском, проектно-технологическом и конструкторском институте органических удобрений и торфа.

Научные руководители – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Мерзлая Г.Е.
- доктор сельскохозяйственных наук **Новиков М.Н.**

Официальные оппоненты – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Завалин А.А.
- кандидат сельскохозяйственных наук
Баринов В.Н.

Ведущая организация – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ)

Защита диссертации состоится 2002 г. в часов на заседании диссертационного совета Д. 006.029.01 Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д.Н.Прянишникова (127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д.31, ВИУА).

Отзывы на реферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим присылать по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д.31, ВИУА. Ученому секретарю совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВИУА.

Автореферат разослан « 27 » сентября 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук

Н.В.Пухальская

Актуальность темы. Многие хозяйства Нечерноземной зоны парализованы финансово и не могут приобретать дорогостоящие минеральные удобрения, поступающие в ограниченном количестве и неблагоприятном ассортименте. В продолжающихся кризисных условиях необходима государственная переориентация экспортного потока высококачественных минеральных удобрений в собственную страну. Вместе с тем заслуживают первостепенного внимания и освоения эффективные приемы биологизации земледелия и их сочетания, позволяющие экономить удобрения, более успешно решать проблему зерна, белка и кормов, улучшать баланс гумуса и биогенных элементов в почвах.

Перспективной и недостаточно изученной в агрохимическом и технологическом плане универсальной культурой биологизации и интенсификации земледелия и животноводства Центрального Нечерноземья является узколистый люпин. Это лучшая по качеству и продуктивности белка зернобобовая, парозанимающая кормовая и сидеральная культура. Узколистый люпин сочетает высокий потенциал хозяйственно-биологической продуктивности, устойчивость к фузариозу и антракнозу, надежность семеноводства новых сортов с высокой средовосстанавливающей и ресурсосберегающей способностью. Его ресурсовосстановление включает техногенное энергосбережение, азотфиксацию и выделение экссудатов, повышенное усвоение ранее внесенных удобрений, использование биогенных элементов из труднодоступных соединений почвенного профиля, активизацию полезной микробиоты и санитарно-гигиеническое воздействие на почву при минимальном расходе доступных элементов питания в севооборотах на единицу продукции (Юхимчук, 1963; Духанин, 1968; Алексеев, 1979; Довбан, 1990; Такунов, 1996 и др.).

Повышение урожайности люпина на малогумусных почвах легкого гранулометрического состава ограничивается энергоёмкой азотфиксацией, которая может быть значительно усилена путем применения на удобрение соломы зерновых культур без компенсирующих добавок минерального азота (Мишустин, 1971; Авров, Мороз, 1976; Алиева, 1980). Соединения углерода соломы служат источником энергии для азотфиксирующих микроорганизмов и эндотрофной микоризы, формирующих совместно с растением-хозяином потенциал биологического азота люпина. Однако технологические приемы использования соломы под люпин, ее совместное с люпином влияние на азотфиксацию и комплекс агрономически важных свойств почвы в Центральном Нечерноземье не изучены.

Требуют уточнения и оптимизации сроки и способы заделки зеленой массы люпина под озимые в звене севооборота, насыщенном зерновыми культурами, с учетом последствия сидерата. В рыночных условиях необходима также сравнительная агроэкономическая и энергетическая оценка основных направлений люпинопользования в перспективном адаптивно-ландшафтном земледелии.

Цель и задачи исследований. Целью исследований является научное обоснование и разработка ресурсосберегающих приемов повышения продуктивности полевых севооборотов с узколистым люпином на дерново-подзолистых супесчаных почвах Центрального Нечерноземья при использовании на удобрение соломы под люпин на зерно и люпина в качестве сидерата и парозанимающей культуры при отсутствии минеральных удобрений.

В задачи исследований входило:

- выявление лучших технологических приемов использования соломы зерновых культур под узколистый люпин в звене севооборота с люпином на зерно, картофелем и ячменем, и определение влияния соломы и люпина на показатели плодородия почвы, урожай и его качество;
- установление эффективных сроков и способов заделки зеленой массы узколистого люпина под озимую пшеницу и последствия внесения сидерата на двух последующих зерновых культурах и агрохимические показатели плодородия почвы и её микробиологическую активность;
- определение баланса NPK и порядка минимумов в почве при различных направлениях и технологиях люпинопользования;
- оценка потенциала хозяйственно-биологической продуктивности зерновых культур и звеньев севооборота с участием узколистого люпина при отсутствии минеральных удобрений и навоза;
- обоснование приоритетов при выборе направлений люпинопользования в хозяйстве (на зерно, зеленую массу в занятом пару и сидерат) с учетом продукционной, агрохимической, финансовой и энергетической эффективности в севообороте.

Научная новизна работы включает фундаментальные обобщения и эффективные прикладные агрохимические и технологические разработки. Впервые на легких дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья в звеньях севооборота осуществлена сравнительная экспериментальная комплексная оценка продукционной, ресурсовосстанавливающей, агрохимической и экономической эффективности основных направлений использования безалкалоидного узколистого люпина совместно с соломой на зерно, сидерат в пару под зерновые колосовые культуры и зеленую массу в занятых парах. Установлены агроэкономические преимущества использования люпина в качестве самостоятельной зернобобовой культуры и на сочный корм в паровом поле, в сравнении с применением на удобрение в пару. Научно обоснована смена приоритетов в люпинопользовании – с экстенсивного сидерального направления, рекомендованного для алкалоидного люпина, на интенсивное кормовое – для новых безалкалоидных сортов.

Впервые в местных условиях установлена высокая хозяйственная и экологическая эффективность внесения соломы под безалкалоидный люпин на зерно без компенсирующих добавок азотных удобрений. При этом выявлены оптимальные сроки и способы внесения соломы под люпин, способствующие повышению его продуктивности, усилению симбиотической азотфиксации и достижению бездефицитного баланса гумуса в почве.

Впервые установлено, что введение узколистого люпина в звенья севооборота с зерновыми культурами и картофелем меняет порядок минимумов в почве, наиболее дефицитными становятся фосфор и калий, а не азот. Впервые показано, что использование люпина в качестве сидерата в звене зернового севооборота без участия минеральных удобрений и навоза позволяет мобилизовать генетический сортовой потенциал озимой пшеницы сорта Заря только на 50-60%, ячменя Зазерский-85 и овса сорта Астор – на 20-25%, что недостаточно для решения проблемы зерна и требует привлечения минеральных удобрений и навоза.

Детально отработана новая технология применения люпина на сидерат, обеспечивающая снижение потерь гумуса и подкисления почвы при повышении

урожайности в звене зернового севооборота и существенном увеличении содержания белка в зерне озимой пшеницы.

Практическая значимость. Введение узколистного безалкалоидного люпина в севообороты в качестве новой зернобобовой и парозанимающей культуры позволяет решить проблему зерна и белка в Центральном Нечерноземье, особенно в сочетании с соломой. Отработаны и рекомендованы производству технологии использования соломы под люпин. Средняя урожайность зерна люпина при этом за трехлетие составила без применения минеральных удобрений 25,2 ц/га, коэффициент азотфиксации у люпина увеличился на 9-15%, продуктивность звена севооборота возросла на 17-23%, достигнут почти бездефицитный баланс гумуса в почве.

Выявлены наиболее эффективные приемы использования узколистного люпина на сидерат в зерновом севообороте с озимой пшеницей, возможность значительного повышения ее урожайности и содержания белка в продовольственном зерне на 1,0-1,5%.

Впервые в рыночных условиях показаны хозяйственно—экономические преимущества занятого люпином на сочный корм пара перед сидеральным паром, связанным с экстенсивным земледелием и потерей продукции в паровом поле.

Апробация и публикации. Результаты исследований и основные положения диссертационной работы доложены на Ученых советах ВНИПТИОУ (1996-2000 г.), на научных конференциях ВИУА (1998-2001г.), на Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию ВНИПТИОУ «Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии» (г. Владимир, 2001г.); в школе управления АПК Владимирской области (2002 г.), на Международной школе молодых ученых (г. Суздаль, 2002г.). По теме опубликовано 15 работ.

Структура работы. Диссертационная работа изложена на 105 стр., содержит 65 таблиц, 1 рисунок, включает введение, обзор литературы, 3 главы экспериментальной части, выводы, практические предложения. Список цитируемой литературы содержит 330 источников отечественных и зарубежных авторов.

Условия и методика исследований

Исследования проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИПТИОУ, расположенного в Судогодском районе Владимирской области. Легкий гранулометрический состав этих почв предопределяет агрохимические свойства и их плодородие. Средний балл бонитета – 34 (Фридланд, 1972; Романенко, 1998).

Климат Мещерской низменности, где находится опытное поле, умеренно-континентальный с теплым летом, умеренно-холодной зимой, с устойчивым снежным покровом и выраженными переходными сезонами (Шашко, 1985; Грингоф, 1986). Среднегодовая температура воздуха за последние 50 лет равняется 3,9°C. Сумма биологически активных температур составляет 2000-2100°C. Годовое количество осадков – 560-590 мм. За последнее 20-летие среднегодовая температура возросла на 0,7°C, а количество осадков увеличилось на 43 мм (Лукин, 2001). Температура и осадки вегетационных периодов за пятилетие были типичны для Центрального Нечерноземья и

Мещерской низменности: три года соответствовали средним многолетним нормам и два года – засушливые, что может быть отнесено на начавшееся глобальное потепление. Поэтому полученные результаты могут с достоверностью реализовываться в теории и практике люпинопользования.

В полевых опытах выращивали культуры новых районированных сортов с высоким генетическим потенциалом: узколистый люпин Брянский 123, картофель Невский, ячмень Зазерский 85, озимая пшеница Заря, овес Астор. Агротехника возделываемых культур общепринятая (Воробьев,1982). Площади опытных участков 50 и 56 кв.м, повторность четырехкратная. Учет урожая – сплошной. Урожай зерна приводили к стандартной 14% влажности.

Согласно программе исследований, в течение вегетации проводили фенологические наблюдения, отбор проб растений и почвы для проведения химического анализа. При использовании соломы и люпина в качестве удобрения исследовали количество фиксированного азота воздуха по методу сравнения с небобовой культурой, динамику развития растений, величину и структуру урожая, изменение агрохимических свойств почвы. Определяли показатели качества урожая, потребление и вынос основных элементов питания растениями.

Наблюдения и исследования выполнялись в соответствии с общепринятыми методиками, используемыми в агрохимических работах (Доспехов, 1968; Петербургский,1968; Минеев,1989; Посыпанов,1991). Поступление в почву органического вещества и величину азотфиксации рассчитывали по методике ВИУА (Трепачев,1999). Статистический анализ результатов опытов выполнен методом дисперсионного анализа по программе Stat.

Результаты исследований

Эффективность соломы в качестве удобрения

Агрохимические и технологические особенности реализации схемы опыта

В 1996 - 2000 гг. были проведены исследования по изучению влияния использования соломы озимой пшеницы и её стерни в качестве удобрения под узколистый люпин в звене севооборота: озимая пшеница – узколистый люпин на зерно – картофель – ячмень. Чтобы более рельефно оценить эффективность соломы под люпин и ее последствие совместно с люпином на картофеле и ячмене, урожай зерна озимой пшеницы не приводится. Под картофель и ячмень удобрения не вносили, под люпин запахивали стерню и солому озимой пшеницы по следующей схеме:

1. Стерня: запашка осенью – контроль
2. Стерня: дискование, запашка осенью
3. Стерня + солома: запашка осенью
4. Стерня + солома: дискование, запашка осенью
5. Стерня + солома: дискование, запашка весной.

Масса запаханной соломы в среднем составила 4,8 т/га, стерни и корней - 2,7т/га. С соломой в почву с учетом корневой массы заделывали 6,3 т/га воздушно-сухого органического вещества с содержанием азота 28,3 кг/га, фосфора – 15,1 и калия - 68,0 кг/га. Со стерней и корнями в почву запахивали органическое вещество в количестве 2,0 т/га с содержанием азота 8,5 кг/га, фосфора – 4,7 и калия - 19,5 кг/га.

Таким образом, в почву 1 и 2 варианта со стерней и корнями поступило в среднем 33 кг/га NPK, а в 3-5 вариантах с соломой, стерней и корнями – 111 кг/га NPK. При запахивании соломы в почву с растительными остатками поступило в 3,1 больше органической массы и питательных веществ по сравнению с контролем без соломы.

При закладке опыта применяли следующие агротехнические приемы: измельчение соломы, дискование стерни и соломы, запашка. Солому измельчали во время уборки озимой пшеницы комбайном «САМПО» до размера 5-10 см и равномерно распределяли по площади 3, 4 и 5 вариантов. Неравномерность распределения измельченной соломы не превышала 15 %. Заделка стерни и соломы проводили ранней осенью тяжелой дисковой бороной марки БДТ-3 в 2 следа на глубину 10-15 см. Запашка проводили плугом ПН-3-35 в вариантах 1-4 осенью, а в варианте 5 – весной на глубину 20-22 см. Весной следующего года высевали люпин узколистный. Норма высева – 1,1 млн. штук всхожих семян на 1 га.

Изменение агрохимических свойств и микробиологической активности дерново-подзолистой супесчаной почвы при внесении соломы под люпин в звене севооборота

В первый год внесения соломы под люпин весной наблюдалось более высокое содержание нитратов в пахотном слое почвы, чем в последующие месяцы. В дальнейшем их содержание снижалось из-за биологического связывания доступного азота микрофлорой, разрушающей солому, а также из-за потребления нитратного азота растениями люпина. Содержание аммонийного азота, напротив, было минимальным весной. Затем в процессе аммонификации происходила частичная минерализация соломы в почве под люпином, и его содержание заметно возрастало. В фазу налива зерна оно резко снижалось вследствие интенсивного потребления растениями. Наибольшее содержание соединений азота в течение всего периода вегетации было отмечено в варианте с весенней запашкой соломы.

При возделывании картофеля и ячменя за счет разложения соломы и корне-пожнивных остатков люпина содержание нитратов и аммония в вариантах с соломой было выше, но к моменту полной спелости этих культур, из-за усиленного потребления минерального азота почвы, их содержание заметно снижалось. Это свидетельствует о более интенсивном потреблении азота растениями в указанных вариантах, их лучшим развитием, что отразилось в конечном итоге на росте урожайности. Таким образом, при внесении соломы в почву, обедненную азотом, происходит его иммобилизация. В последующие годы закрепленный микроорганизмами азот минерализуется и вновь становится доступным для растений.

Установлено, что однократное за ротацию внесение соломы обеспечивает почти бездефицитный баланс гумуса, сдерживает деградационные процессы в почве. Отмечено также, что в вариантах с соломой убыль углерода и азота меньше, чем на контроле. (табл.1).

Внесение соломы обеспечивает большой вынос фосфора и калия всеми культурами звена севооборота. Значение рН_{сол.} за ротацию севооборота при этом не изменилось, отмечена лишь тенденция к снижению гидролитической кислотности и увеличению суммы поглощенных оснований. Использование соломы было наиболее эффективным при осеннем дисковании и весенней запашке (вариант 5), при этом она подвергалась более сильной минерализации в осенний период, что улучшало условия питания узколистного люпина. В последствии эффективным был вариант с глубокой запашкой соломы без предварительного дискования.

Внесение соломы в почву резко активизировало жизнедеятельность почвенной микрофлоры и усилило связывание азота атмосферы азотфиксирующими микроорганизмами, что привело к существенному обогащению почвы соединениями азота. При изучении прямого действия соломы в вариантах с осенней запашкой количество аммонификаторов, обуславливающих минерализацию органического вещества, возросло в 1,6 раза по отношению к контролю, а нитрификаторов – в 1,5 раза. В варианте с весенней запашкой численность аммонификаторов увеличилась в 2 раза, нитрификаторов – в 1,2 раза по сравнению с контролем. По фону соломы значительно возросла численность анаэробных азотфиксаторов. В этом, по-видимому, заключается одна из многих причин положительного влияния соломы на плодородие почвы. Применение соломы повысило содержание в пахотном слое почвы целлюлозоразлагающих микроорганизмов, в 1,2-1,4 раза по отношению к контролю. Рост количества грибов и актиномицетов в вариантах с соломой указывает на увеличение скорости деструкции органического вещества. Численность микроскопических грибов возросла в 1,6-2,4, актиномицетов – в 2,2-3,8 раза по сравнению с контролем. Отмечено положительное влияние соломы на жизнедеятельность микрофлоры при заделке ее в почву и в последствии.

Согласно данным опыта, внесение соломы усиливает процесс азотфиксации, увеличивает содержание общего азота в растениях люпина. Так, общий вынос азота по фону соломы в зависимости от приемов её заделки возрос на 31-69% по сравнению с контролем, вынос азота из атмосферы – на 48-107%. На размеры выноса азота из почвы удобрение соломой влияния не оказало (табл.2).

Таблица 2. Влияние различных приемов заделки соломы на коэффициенты азотфиксации и размеры выноса азота надземной массой узколистного люпина (среднее за 3 года)

Вариант	Коэффициент азотфиксации	Размеры выноса азота, кг/га		
		Общий	из атмосферы	из почвы
Стерня: запашка осенью (контроль)	0,65 ($\pm 0,05$)	80,9 ($\pm 20,0$)	52,6 ($\pm 20,1$)	28,3 ($\pm 0,25$)
Стерня: дискование, запашка осенью	0,66 ($\pm 0,05$)	87,5 ($\pm 20,0$)	59,1 ($\pm 20,1$)	28,6 ($\pm 0,25$)
Стерня + солома: запашка осенью	0,74 ($\pm 0,05$)	106 ($\pm 20,0$)	78,1 ($\pm 20,1$)	28,6 ($\pm 0,25$)
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	0,77 ($\pm 0,05$)	118 ($\pm 20,0$)	89,9 ($\pm 20,1$)	28,7 ($\pm 0,25$)
Стерня + солома: дискование, запашка весной	0,80 ($\pm 0,05$)	137 ($\pm 20,0$)	109 ($\pm 20,1$)	28,0 ($\pm 0,25$)

\pm - доверительный интервал, рассчитанный $Sx \cdot t_{0.5}$, где Sx – ошибка выборочной средней арифметической, $t_{0.5}$ – критерий Стьюдента для 5% уровня значимости. То же в табл. 4.

Целью агротехнических мероприятий и применения удобрений в севообороте является повышение продуктивности агроценоза.

В наших исследованиях по фону соломы урожаи люпин заметно возрастали (табл.3). По соломе, задискованной рано осенью и запаханной весной, сбор зерновых единиц увеличился по сравнению с контролем на 30%, при осенней запашке – на 11 и при осенней запашке с дискованием – на 16%.

Таблица 3. Эффективность соломы как удобрения в звене севооборота (узколистный люпин – картофель - ячмень), ц/га

№ вар.	Прямое действие соломы		Последствие соломы и люпина			
	Узколистный люпин (1996-1998гг.)		картофель (1997-1999 гг.)		ячмень (1998-2000 гг.)	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
1	21,0	-	162	-	9,9	-
2	21,9	0,9	172	10	10,2	0,3
3	23,3	2,3	203	41	14,8	4,9
4	24,8	3,8	196	34	10,8	0,9
5	27,6	6,6	189	27	10,7	0,8
НСР ₀₅		2,3		21		1,1

Анализ структуры урожая показал, что его повышение произошло в основном вследствие увеличения массы растений и их сохранности в период вегетации. В вариантах с соломой гибель растений в среднем была ниже на 5,9-9,6%, в сравнении с контролем. В этих же вариантах отмечено увеличение

количества бобов на растении с 5,2 до 6 штук, количества семян – с 24 до 30 штук. В контрольном варианте эти показатели составили соответственно – 3,6 и 16,2. Создание оптимальных условий для питания растений способствовало увеличению отношения зерна к соломе (0,6 при 0,4 на контроле) и обеспечило получение выполненного зерна, о чем свидетельствует возрастание массы 1000 зерен.

При удобрении люпина соломой возросло содержание в его зерне сырого протеина, наибольший сбор которого был отмечен при весенней запашке соломы и превосходил контрольный вариант на 2,9 ц/га. Анализ химического состава зерна люпина показал, что солома способствовала повышению содержания и зольных элементов (табл. 4).

Таблица 4. Влияние приемов заделки соломы на химический состав зерна люпина и сбор сырого протеина (среднее за 3 года)

№ вар.	% на абсолютно сухое вещество					
	Азот общий	зола	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	3,27 (± 0,32)	3,19 (± 0,13)	1,05 (± 0,05)	0,86 (± 0,078)	0,29 (± 0,046)	0,27 (± 0,07)
2	3,34 (± 0,32)	3,12 (± 0,13)	1,06 (± 0,05)	0,90 (± 0,078)	0,30 (± 0,046)	0,29 (± 0,07)
3	3,87 (± 0,32)	3,22 (± 0,13)	1,15 (± 0,05)	0,96 (± 0,078)	0,39 (± 0,046)	0,43 (± 0,07)
4	3,85 (± 0,32)	3,27 (± 0,13)	1,14 (± 0,05)	1,04 (± 0,078)	0,40 (± 0,046)	0,38 (± 0,07)
5	4,11 (± 0,32)	3,52 (± 0,13)	1,18 (± 0,05)	1,07 (± 0,078)	0,38 (± 0,046)	0,45 (± 0,07)

Последствие внесенной под люпин соломы при выращивании картофеля и ячменя

Влияние запахивания некормовой соломы под люпин на урожайность зернопропашного севооборота показано в таблице 3.

Наибольшая урожайность клубней картофеля получена в варианте с осенней запашкой незадисканной соломы (вариант 3), в этом случае она превысила контроль на 25,3%. При осенней запашке задисканной соломы (вариант 4) прибавка урожая картофеля составила 20,9%, при весенней запашке (вариант 5) – 16,6%. Следовательно, незадисканная солома оказывала влияние более продолжительное время.

Последствие соломы положительно сказалось на качестве клубней картофеля. Применение соломы способствовало увеличению содержания сухого вещества (на 0,5-1,3%) и золы (на 0,25-0,43%) в клубнях картофеля. Содержание общего азота в картофеле было выше на 0,15-0,2%, а нитратного, наоборот, меньше, что свидетельствует о большем количестве восстановленных форм азотных соединений в клубнях, выращенных по соломе. По фону соломы в картофеле возросло содержание витамина С на 38-47% по сравнению с

контролем, увеличилась товарность клубней на 8,1-14,1%. Содержание крахмала в клубнях было выше в варианте с осенней запашкой с незадискованной соломой – на 0,8% по сравнению с контролем.

Наибольшая прибавка зерна ячменя была получена в варианте 3 при осенней запашке, которая превысила контроль на 59,3% (табл. 5). Отмечено положительное влияние соломы и люпина на химический состав зерна ячменя. Сбор белка в зерне по фону соломы возрос по отношению к контролю на 20-71%, содержание зольных элементов – на 1,16-1,23%, общего азота – на 0,09-0,16%.

Таким образом, применение соломы в звене севооборота повышает его продуктивность в зависимости от способов и сроков её заделки в почву под узколиственный люпин (табл. 5). Наиболее эффективна была осенняя запашка незадискованной соломы под узколиственный люпин, продуктивность звена севооборота в этом варианте увеличилась на 23,1% по сравнению с контролем. Дискование соломы при её осенней запашке увеличило продуктивность звена на 18,66%, при весенней – на 21,1%.

Таблица 5. Продуктивность звена севооборота при удобрении люпина соломой (среднее за 1996-2000 гг.)

№ вар.	Сбор з.е. товарной продукции, ц/га	Прибавка		Сбор з.е. с учетом побочной продукции, ц/га	Прибавка	
		ц/га з.е.	%		ц/га з.е.	%
1	79,8	-	-	89,4	-	-
2	83,9	4,1	5,1	93,7	4,3	4,8
3	98,2	18,4	23,1	110,2	20,8	23,3
4	94,5	14,7	18,6	105,2	15,8	17,7
5	96,6	16,8	21,1	108,3	18,9	21,1
НСР ₀₅		10,8			10,3	

С учетом достоверности прибавок урожая лучшим вариантом использования соломы под узколиственный люпин является дискование измельченной соломы в начале осени с последующей запашкой весной (вариант 5). При этом достигается максимальная прибавка урожая зерна люпина – 6,6 ц/га. Однако в этом случае положительное действие соломы на картофеле и ячмене достоверно не подтверждаются. Сохранение измельченной соломы после комбайна на поверхности почвы с запашкой её осенью оказалась наименее желательным вариантом для люпина. Вместе с тем этот прием обеспечивает максимальную прибавку урожая картофеля (41 ц/га) и достоверную прибавку урожая зерна ячменя (4,9 ц/га) и наибольший выход зерновых единиц за трехлетие.

Оценка ресурсовосстанавливающей роли люпина и соломы в звене севооборота на основе баланса NPK

Вынос элементов питания культурами севооборота был обусловлен, главным образом, величиной урожаяев. С внесением соломы под узколиственный люпин при достоверном повышении урожайности культур вынос азота возрос

на 18,6-28,8%, фосфора – на 15,7-29,8%, калия – на 16,2-31,5% (табл.6). Накопление люпином азота из почвы в вариантах с соломой было ниже на 19,4%. Азот, «предназначенный» люпину, расходуется почвенной микрофлорой при минерализации соломы. Вместе с тем в ходе разложения соломы улучшается питание люпина калием и фосфором, что способствует их накоплению в урожае.

В последствии при выращивании картофеля и ячменя внесение соломы под люпин повлияло на величину выноса элементов питания единицей продукции. Вынос NPK также зависел от величины урожая этих культур и был больше в вариантах с соломой. Максимальный размер выноса отмечен в варианте с осенней запашкой незадискованной соломы. Следовательно, этот прием заделки соломы в последствии способствовал большей степени оптимизации питания растений. В среднем по пяти вариантам опыта зернобобовая культура – люпин отличалась от зерновой культуры – ячменя втрое меньшим расходом почвенного азота, в 1,6 раза меньшим – калия на единицу продукции, что подчеркивает ресурсосберегающую роль люпина в севообороте.

Суммарный вынос NPK по трем культурам в вариантах с соломой оказался выше на 17,5-36,2%, чем на контроле. Если сопоставить суммарное содержание элементов питания в урожае люпина и картофеля, включая фиксированный люпином азот воздуха, то получаются довольно близкие результаты. Однако источники азота для этих культур разные: большая часть его люпином получена из воздуха, а пропашной культурой – картофелем из почвы, корне-познтивных остатков и экссудатов люпина. Как компонент севооборота люпин – ресурсосберегающая культура, картофель же – потребляющая. Преимущество люпина перед картофелем и ячменем заключается в его способности положительно реагировать на внесение соломы без применения минерального азота.

Баланс азота в звене севооборота с люпином, удобренным соломой, положительный при ее предварительном дисковании перед запашкой. При этом отмечено снижение коэффициента использования азота из соломы и почвы за счет увеличения доли симбиотического азота (табл.7).

Таблица 7. Состояние баланса азота, фосфора, калия и коэффициенты их использования в звене севооборота

№ вар.	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс, кг/га	коэффициент использования, %	баланс, кг/га	коэффициент использования, %	баланс, кг/га	коэффициент использования, %
1	-35,8	-	-62,4	-	-130,5	-
2	-38,9	14,2	-62,4	0	-131,5	0
3	-25,9	33,2	-72,7	136,0	-136,1	54,1
4	+2,2	16,1	-66,9	98,7	-114,2	56,1
5	+46,4	4,0	-73,7	144,0	-120,0	55,9

Таким образом, солома и узколиственный люпин положительно влияют на формирование урожайности культур звена севооборота, баланс азота за ротацию за счет увеличения доли симбиотического азота при сбережении ресурсов

почвы, повышают коэффициенты использования фосфора и калия из почвы и удобрений всеми культурами. Вместе с тем люпин и солома почти не возмещают затрат фосфора и калия с урожаем, баланс по этим элементам дефицитен, особенно по фосфору. При использовании соломы под люпин снижается потребность культур в минеральном азоте, но требуется интенсивное возмещение с удобрениями фосфора и калия.

Эффективность использования узколистного люпина на удобрение в звене севооборота

Изучение эффективности различных способов и сроков использования узколистного люпина на удобрение проводили в 1995 - 2000 г. в звене севооборота: узколистный люпин - озимая пшеница - ячмень – овес. Под люпин, ячмень и овес удобрения не вносились. Под озимую пшеницу заделывали биомассу узколистного люпина по схеме:

1. Чистый пар – контроль
2. Занятый пар: запашка
3. Занятый пар: дискование, запашка
4. Сидеральный пар: прикатывание, запашка
5. Сидеральный пар: прикатывание, дискование, запашка
6. Сидеральный пар: измельчение, запашка
7. Сидеральный пар: измельчение, дискование, запашка
8. Сидеральный пар: измельчение, дискование, запашка через 7 дней
9. Сидеральный пар: измельчение, дискование, запашка через 14 дней

Прикатывание зеленой массы люпина проводили с помощью кольчато-шпоровых катков, её измельчение – сидеральной машиной на базе КИР-1,5 до размера частиц не более 5 см. Зеленая масса люпина равномерно распределялась по площади в вариантах 6-9. Дискование стерни и зеленой массы осуществляли тяжелой дисковой бороной БДТ – 3 в 2 следа на глубину 10-15 см. Запашка проводили плугом ПН-3-35 на глубину 20-22 см.

Как известно, люпин является источником поступления (возвращения) в почву значительного количества питательных веществ за счет надземной массы и корне-поживных остатков. По данным наших исследований, урожай надземной массы узколистного люпина составил в среднем 25,1 т/га, стерни и корней – 2,8 т/га (все естественной влажности). Общая биомасса люпина и корней (27,9 т/га), которую запахивали под озимую пшеницу в сидеральном пару, содержала в среднем 176 кг азота, 47 кг фосфора и 111 кг калия. В занятом пару с корне-поживными остатками люпина в почву запахивали 39,3 кг азота, 6,3 кг фосфора и 20,8 кг калия.

Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы при использовании люпина на удобрение

При однократной заделке люпина в почву за ротацию севооборота отмечена тенденция к снижению содержания гумуса и общего азота в пахотном слое. Наибольшие их потери были в почве контрольного варианта и составили соответственно 0,08% и 0,016%. Убыль углерода и азота в почве после занятых паров приблизительно была такой же, как и при поверхностной заделке

сидерата. Применение глубокой заделки биомассы люпина позволило сохранить содержание гумуса и общего азота почвы на исходном уровне вследствие снижения интенсивности разложения свежего органического вещества сидерата и повышения участия его в процессах гумусообразования. В этом случае потери гумуса составили 0,02-0,03%, или 0,6-0,9т/га, общего азота 0,003-0,004%. Выявлена прямолинейная взаимосвязь между содержанием общего и водорастворимого гумуса (Александрова,1977; Гришина,1979; Шевцова,1989; Лыков,1997 и др.; Володарская,2002). Наши исследования подтвердили эту зависимость: чем меньше убыль общего гумуса, тем меньше и убыль водорастворимого гумуса (табл.8).

Применение люпина на удобрение под озимую пшеницу улучшило обеспеченность почвы доступными формами азота. Наиболее благоприятный азотный режим почвы сложился в почве, где применяли глубокую заделку сидерата. При поверхностной заделке сидерата с последующей его запашкой отмечены непродуктивные потери нитратного и аммонийного азота, так как высвобождение азота из сидерата при интенсивной минерализации не совпадало по времени с потребностью его озимой пшеницей. Содержание подвижных форм азота в почве после занятого пара было меньшим, чем после сидерации. В почве контрольного варианта азотный режим складывался менее благоприятно. В последующие годы обеспеченность почвы легкодоступными формами азота при выращивании ячменя и овса была ниже, но общие закономерности в изменении азотного режима почвы сохранились.

Благодаря развитию глубокой корневой системы люпин способствует интенсификации обменных процессов в пахотном и подпахотном слоях почвы. Содержащиеся в биомассе люпина фосфор и калий находятся в легкодоступной форме для последующих культур. Скорость процесса образования подвижных фосфора и калия в почве, удобренной люпином, была выше, чем после чистого пара, что привело к накоплению их в почве. Несмотря на вынос фосфора и калия урожаями культур звена севооборота, содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы не изменилось, а обменного калия – несколько увеличилось.

Заделка люпина в почву оказала положительное влияние и на другие агрохимические показатели. В почве после чистого пара отмечено сильное подкисление: рН_{сол.} снизился на 0,65. В вариантах с люпином этот сдвиг не превысил в среднем 0,14. Такое повышение кислотности почвы после чистого пара связано, по-видимому, с более интенсивным вымыванием кальция из пахотного слоя (Шильников и др.,1983). Сумма поглощенных оснований в почве с люпином снизилась незначительно по сравнению с контролем, на котором снижение по отношению к исходной величине составило 1,06 мг-экв/100 г.

Таким образом, влияние люпина как удобрения проявилось в основном в увеличении содержания доступных форм азота, фосфора и калия. В чистом пару снабжение растений элементами питания происходило за счет мобилизации резервов потенциального плодородия почвы. Использование люпина в качестве удобрения снижало потери гумуса и общего азота в почве.

Заделка в почву люпина резко усилило жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, что привело к активизации микробиологических процессов.

Отмечено увеличение численности микрофлоры, участвующей в трансформации свежего органического вещества, в результате чего улучшалось азотное питание растений: количество аммонификаторов выросло по сравнению с контролем после занятых паров в 1,5 раза, после сидеральных - в 1,3-2,9 раза в зависимости от приемов заделки сидерата в почву, нитрификаторов – в 1,3 и в 1,7 раза соответственно. В последующие годы такой контрастности в количестве этих групп микроорганизмов не наблюдалось. Применение люпина на удобрение повышает активность актиномицетов, которые являются антагонистами фитопатогенных грибов, возбудителей корневых гнилей (Лошаков,1974; Возняковская, Попова,1988). Численность актиномицетов в пахотном слое почвы в первый год после заделки люпина, так же как и в последующие была выше, чем на контроле. Количество других групп микроорганизмов после занятых и сидеральных паров оставалось высоким.

Удобрение люпином при возделывании культурных растений в условиях центра Нечерноземной зоны обеспечило высокий эффект в биологическом окультуривании дерново-подзолистой супесчаной почвы, в устранении отрицательных последствий зерновой специализации земледелия и в увеличении выхода зерна с единицы севооборотной площади.

Влияние приемов заделки люпина на урожайность культур севооборота

Урожайность возделываемых культур в звене севооборота зависела от приемов использования люпина на удобрение (табл. 9).

Таблица 9. Эффективность использования люпина в качестве удобрения при возделывании зерновых культур, ц/га

№ вар.	Прямое действие		Последействие			
	озимая пшеница		ячмень		овес	
	1996-1998 гг.		1997-1999 гг.		1998-2000 гг.	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка
1	17,4	-	8,4	-	8,6	-
2	24,0	6,6	9,8	1,4	9,9	1,3
3	24,5	7,1	10,0	1,6	10,7	2,1
4	33,8	16,4	14,6	6,2	12,3	3,7
5	33,3	15,6	13,8	5,5	11,7	3,1
6	30,1	12,7	14,8	6,4	12,2	3,6
7	27,4	10,0	14,7	6,3	12,7	4,1
8	25,9	8,5	12,1	3,7	11,2	2,6
9	25,1	7,7	11,5	3,1	10,8	2,2
НСР ₀₅		2,9		1,3		1,3

Средняя урожайность культур после занятых паров (варианты 2 и 3) была ниже, чем после сидеральных, но за счет отчуждаемой зеленой массы, идущей на корм, сбор зерновых единиц с 1 га за звено севооборота в этих вариантах увеличился в 2,1-2,2 раза по сравнению с контролем.

Наибольшие прибавки получены при глубокой заделке сидерата в вариантах 4-7, где продуктивность звена севооборота увеличилась в 1,7-2,1 раза. Мелкая заделка сидерата с последующей его запашкой (варианты 8 и 9) вследствие сильной минерализации снижала эффективность удобрения. Продуктивность звена севооборота при этом увеличилось всего в 1,1-1,2 раза по сравнению с контролем (табл.10).

Таблица 10. Суммарная продуктивность звена севооборота при различных приемах использования люпина на удобрение

№ вар.	Сбор з.е. по трем культурам, ц/га	Прибавка		Сбор з.е. с учетом соломы, ц/га	Прибавка	
		ц/га з.е.	%		ц/га з.е	%
1	32,5	-	-	42,6	-	-
2	75,2	42,7	131,4	88,1	45,5	106,8
3	76,6	44,1	135,7	90,0	47,4	111,3
4	58,2	25,7	79,1	75,4	32,8	77,0
5	56,5	24,0	73,8	72,9	30,3	71,1
6	54,5	22,2	68,3	71,0	28,4	66,7
7	52,3	19,8	60,6	66,8	24,2	56,8
8	47,0	14,5	44,6	60,5	17,9	42,0
9	45,2	12,7	39,1	58,2	15,6	36,6
НСР ₀₅		15,4			20,0	

Баланс NPK в звене севооборота с люпином

Озимая пшеница выносит питательных веществ в среднем в 2,2 раза больше, чем ячмень и в 2 раза больше, чем овес. Суммарный вынос NPK в звене севооборота после занятого пара (варианты 2, 3) возрос в 1,4 раза по сравнению с контролем. Глубокая заделка сидерата (варианты 4-7) увеличила вынос NPK в среднем в 2 раза, а поверхностная заделка сидерата (варианты 8 и 9) – только в 1,5 раза.

По чистому и занятым парам сальдо баланса основных элементов питания было отрицательным. Суммарное продуктивное потребление с урожаем достигало по азоту – 130, по фосфору – 113 и по калию 110 кг/га (табл.11). Баланс азота и калия при использовании люпина на сидерат положительный, а баланс фосфора положительный только в вариантах, где применяли дискование измельченной массы и ее длительное компостирование в поверхностном слое почвы. Запахивание всей биомассы люпина увеличивает вынос NPK тремя культурами севооборота. При применении люпина на сидерат возрастает интенсивность баланса по сравнению с занятыми парами по азоту на 99,5-165,5%, по фосфору – на 62,5-113,5%, по калию – на 84,5-124,5%. По занятым парам увеличиваются коэффициенты использования NPK. Длительная мелкая заделка снижает их, коэффициенты использования азота при этом ниже

на 65,5-168%, фосфора - на 16,6-42,7%, калия – на 15,6-20,4% по сравнению с глубокой заделкой сидерата.

Экономическая и энергетическая оценка приемов люпинопользования

В условиях ресурсного дефицита и дороговизны энергоносителей важное значение для земледелия имеет внедрение в производство энергосберегающих культур, приемов и технологий их возделывания. В этой связи необходимо более полно использовать биологический потенциал бобовых культур. За счет биологического азота бобовых при введении их в севооборот снижается потребность в дорогостоящих азотных удобрений, увеличивается накопление энергии в урожае, значительно уменьшается себестоимость продукции (Кукреш,1995; Такунов,1998).

Расчет экономической и энергетической эффективности использования соломы под узколиственный люпин в звене севооборота показал, что за счет полученных прибавок стоимость продукции возросла на 19,1-23,7%, а чистый доход был на 33,4-43,3% больше, чем на контроле (табл. 12).

Таблица 12. Экономическая и энергетическая оценка применения соломы под узколиственный люпин в звене севооборота (по данным за 1996-2000 гг.)

№ вар.	Продуктивность, ц/га з.е.	Руб./га в ценах 2000 г.			Окупаемость рубля затрат, руб.	ГДж/га		Коэффициент энергетической эффективности
		Суммарные затраты	Стоимость продукции	Чистый доход		Выход валовой продукции	Затраты энергии	
1	89,4	16948	43077	26129	2,54	111,5	46,5	2,40
2	93,7	17448	45506	28058	2,61	117,1	46,7	2,51
3	110,2	16651	53324	36673	3,20	138,8	46,4	2,99
4	105,2	17151	51604	34453	3,01	131,8	46,6	2,83
5	108,3	17151	51301	34150	2,99	133,7	46,6	2,86

Применение соломы снизило себестоимость 1 ц з.е. продукции на 28,7-40,6 руб., экономия на 1 га составила 2772,4-3986,9 руб. На 1 руб. затрат, связанных с применением соломы, получено 1,99-2,2 руб. чистого дохода, что в 1,2-1,4 раза больше, чем на контроле. Окупаемость 1 рубля затрат стоимостью дополнительной продукции была на 15,9-24,0% больше, чем без применения соломы.

В среднем за 5 лет прирост энергии от применения соломы под люпин в звене севооборота по сравнению с контролем без соломы был больше на 201,1-273,8 ГДж/га, что эквивалентно дополнительному сбору 15,8-20,8 ц/га зерновых единиц. Коэффициент энергетической эффективности (энергоотдача) при использовании соломы возрос на 15,0-21,5% по сравнению с контролем.

Расчет экономической эффективности применения узколистного люпина на удобрение в звене севооборота показал, что после занятых паров продукции было получено в 1,5 раза больше, чем после сидеральных, за счет использования отчуждаемой зеленой массы на корм (табл. 13). Чистый доход был получен по занятым парам и вариантах с сидеральным паром, где

применяли глубокую заделку сидерата после проведения технологических операций. При чем после занятых паров чистый доход был в 6,14 раз больше, чем после сидеральных.

Таблица 13. Экономическая и энергетическая эффективность использования узколистного люпина на удобрение в звене севооборота (по данным 1996-2000 гг.)

№ вар.	Продуктивность, ц/га з.е.	Руб./га в ценах 2000 г.			Окупаемость рубля затрат, руб.	ГДж/га		Коэффициент энергетической эффективности
		Суммарные затраты	Стоимость продукции	Чистый доход		Выход валовой продукции	Затраты энергии	
1	42,6	12075	8608	-3467	0,71	59,3	40,5	1,46
2	88,1	13758	19921	6163	1,45	167,0	44,3	3,76
3	90,0	14174	20286	6112	1,43	169,6	44,6	3,80
4	75,4	13552	15313	1761	1,13	104,7	43,9	2,38
5	72,9	13978	14856	878	1,06	101,4	44,2	2,30
6	71,0	13978	14337	359	1,03	98,5	44,5	2,21
7	66,8	14174	13700	-474	0,97	94,0	44,7	2,10
8	60,5	14174	12352	-1822	0,87	84,6	44,7	1,89
9	58,2	14174	11906	-2268	0,84	81,5	44,7	1,82

Расчет рентабельности показал, что введение чистого пара в звено севооборота было убыточным, как и использование мелкой заделки сидерата. Рентабельность на уровне 43,1-44,8% получена по занятым парам, здесь же получена более высокая окупаемость 1 рубля затрат.

Введение в севооборот занятого люпинового пара привело к увеличению в 2,6 раза коэффициента энергетической эффективности за счет энергии, накопленной в зеленой массе, идущей на корм, и в урожае трех культур звена севооборота. Глубокая заделка сидерата увеличила энергоотдачу в 1,4-1,6 раза, мелкая заделка сидерата – в 1,2-1,3 раза по сравнению с контролем.

Экономическая и энергетическая оценка применения люпина на удобрение показала, что занятые люпиновые пары в звене севооборота более эффективны, чем чистые неудобренные и сидеральные, а узколистный люпин является энергосберегающей, щадящей природу культурой.

Основные выводы

1. В результате пятилетних исследований на дерново-подзолистой супесчаной почве Центрального Нечерноземья (Владимирская область) установлена высокая хозяйственно-экологическая эффективность узколистного люпина в звеньях севооборота в качестве новой универсальной зернобобовой культуры, продуцента сочных кормов в занятых парах и неэкономичность использования в качестве сидерата под зерновые культуры в связи с потерей продукции в паровом поле.
2. Выявлена высокая агроэкономическая, агрохимическая, энергосберегающая и ресурсовосстанавливающая роль узколистного люпина при выращивании на зерно в звене севооборота с картофелем и ячменем при внесении под люпин соломы озимой пшеницы без компенсирующих добавок азота.

- Обеспечивается устойчивая урожайность зерна люпина на уровне 23,2-27,6 ц/га, что на 20% в среднем выше неудобренного контроля. Раннеосеннее дискование измельченной соломы при весенней запашке под люпин обеспечивает максимальную прибавку зерна люпина (6,6 ц/га) и позволяет увеличить площадь зяби под другие культуры. Урожайность люпина по соломе возрастает по технологическим вариантам на 2,3-6,6 ц/га, картофеля – на 27-41 ц/га, ячменя – на 0,8-4,9 ц/га при увеличении продуктивности звена севооборота на 15,8-20,8 ц/га з.е. или на 17,7-23,3%.
3. Солома повышает коэффициент симбиотической азотфиксации на 9-15% и при росте урожайности увеличивает потребление азота люпином на 31-69%, усиливая использование азота из атмосферы на 48-107%. Внесение соломы увеличивает накопление переваримого протеина люпином до 551 кг/га, что позволяет сократить перерасход кормов из-за дефицита белка в рационах и увеличить производство молока и мяса в зоне люпиносеяния.
 4. В звене севооборота с люпином на зерно, картофелем и ячменем без внесения соломы убыль гумуса составляла 3 т/га. При участии соломы баланс гумуса приближался к бездефицитному. При разложении соломы улучшается питание люпина калием и фосфором, что способствует накоплению азота в урожае. Люпин отличается от зерновой культуры - ячменя втрое меньшим расходом почвенного азота и в 1,6 раза – калия на единицу продукции, что подчеркивает ресурсосберегающую роль люпина в севообороте. Суммарный вынос NPK по трем культурам (узколистный люпин-картофель-ячмень) в вариантах с соломой выше на 17,5-36,2% по сравнению с контролем, что связано с повышением урожайности. Баланс азота в звене севооборота с люпином, удобренным соломой, положительный только при её предварительном дисковании перед запашкой (от 2,2 до 46,4 кг/га). При этом снижался коэффициент использования азота из почвы и соломы за счет увеличения доли и преобладания симбиотического азота в урожае люпина. Вместе с тем люпин и солома не возмещают затрат фосфора и калия с урожаем. Баланс по этим двум элементам отрицательный и требует интенсивного использования минеральных и органических удобрений.
 5. Анализ экономической и энергетической эффективности от применения соломы под узколистный люпин в звене севооборота показал, что чистый доход был выше на 33,4-43,3% по сравнению с контролем. Себестоимость 1 ц з.е. продукции снизилась на 28,7-40,6 руб, за счет чего экономия на 1 га составила 2772,4-3986,9 руб. Окупаемость 1 рубля затрат стоимостью дополнительной продукции была на 15,9-24,0% выше, чем в контроле. Коэффициент энергетической эффективности в вариантах с соломой составил 2,83-2,99, или на 15,0-21,5% больше, чем без соломы.
 6. Внесение зеленой массы люпина под озимую пшеницу увеличивало содержание подвижных соединений азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы и сказалось положительно на трех зерновых культурах. После чистого пара снабжение растений элементами питания шло за счет мобилизации резервов потенциального плодородия. Применение люпина на удобрение способствовало снижению интенсивности процессов подкисления почвы на 0,65 ед., а также сдерживало потери общего гумуса. Наименьшая убыль гумуса отмечена в вариантах с глубокой заделкой сидерата (0,6-0,9 т/га), наибольшая – на контроле (2,4 т/га). В вариантах с

- занятыми парами и с мелкой заделкой сидерата потери гумуса составили 1,5-1,8 т/га.
7. Продуктивность звена севооборота в зависимости от приемов заделки люпина в почву возросла по сравнению с контролем на 15,6-32,8 ц/га з.е. или на 36,6-77,0%, содержание белка в зерне озимой пшеницы увеличилось на 1-1,5%. При этом глубокая сидерата заделка в почву эффективнее поверхностной на 24% из-за ускоренной минерализации биомассы люпина в аэробных условиях и непродуктивных потерь элементов питания до начала интенсивного их потребления следующей культурой.
 8. Узколистый люпин – высокоэффективная парозанимающая культура в Нечерноземной зоне. Установлено преимущество занятого люпинового пара перед чистым неудобренным паром. Суммарная продуктивность звена севооборота (люпин на удобрение-озимая пшеница-ячмень-овес) по чистому пару составила 42,6 ц/га з.е., по занятым парам с учетом зеленой массы – 88,1-90,0 ц/га з.е. Люпин, убранный на зеленую массу в занятом пару, повышает урожайность озимой пшеницы на 6,6-7,1 ц/га и содержание белка в зерне на 0,4-0,5%. Занятый люпиновый пар положительно влияет на урожайность двух последующих зерновых культур – ячменя и овса. Средняя прибавка урожая зерна ячменя составляет 1,4-1,6 ц/га, овса – 1,3-2,1 ц/га.
 9. Суммарный сбор з.е. основной продукции за трехлетие по зерновым культурам выращиваемым по сидеральным парам составил 61,8-79,0 ц/га, а по занятому пару в звене севооборота получено на 11,0-26,3 ц/га больше продукции, чем при запашке сидерата. Зеленая масса узколистного люпина (279 ц/га) содержит 33,5 ц з.е. и 46,3 ц переваримого протеина. С урожаем же трех зерновых культур получаем 4,5-5,0 ц/га протеина, т.е. в 9-10 раз меньше, чем запашиваем.
 10. Баланс NPK при выращивании зерновых культур после чистых и занятых паров был отрицательным, после сидеральных – положительным в звене севооборота. Применение люпина на сидерат способствовало сбережению почвенных ресурсов NPK, смягчению к устранению дефицита питательных веществ. Введение люпина положительно трансформирует баланс NPK в звене севооборота и меняет порядок минимумов в дерново-подзолистой почве легкого гранулометрического состава. Наиболее дефицитным становится фосфор, а не азот. При сидерации баланс азота и калия в конце звена севооборота положительный (азота – от 63,6 до 97,9 кг/га, калия – от 7,4 до 37,6 кг/га), фосфора – только в вариантах с измельчением, дискованием и поверхностной заделкой сидерата при низкой усвояемости этого элемента (0,3-10,8 кг/га).
 11. Наибольший чистый доход был получен после занятых паров и составил 6112-6163 руб/га. Чистый пар в звене севооборота оказался убыточным, как и поверхностная заделка сидерата в почву. Окупаемость 1 рубля затрат была наибольшей после занятого пара и составила 1,43-1,45 руб. Введение в севооборот занятого люпинового пара привело к увеличению энергоотдачи в 2,6 раза по сравнению с контролем (чистым паром). Глубокая заделка сидерата повысила коэффициент энергетической эффективности в 1,4-1,6 раза, а мелкая заделка зеленой массы люпина с последующей запашкой – лишь в 1,2-1,3 раза.

Предложения производству

1. В Центральном Нечерноземье узколистный люпин обеспечивает до 21-27,6 ц/га зерна с высоким содержанием белка, не уступающему по качеству белку сои – флагману зернобобовых культур мира. По выходу белка с гектара люпин превосходит ячмень и овес в 4-5 раз при выращивании их без удобрений. Введение люпина в севообороты следует сочетать с внесением под него измельченной соломы зерновых культур. При мелком дисковании соломы ранней осенью и запашке весной достигается максимальная прибавка урожая зерна люпина – до 6,6 ц/га и незначительное положительное последствие на картофеле и ячмене. Глубокая запашка соломы с осени неблагоприятна для люпина и полезна в последствии – на картофеле прибавка урожая клубней до 41 ц/га и ячменя – до 4,9 ц/га зерна.
2. Узколистный люпин обеспечивает высокий выход зеленой массы в пару и за счет корне-поживных остатков и экссудатов повышает урожайность озимой пшеницы и двух последующих зерновых культур до 9-11 ц/га. При скармливании его скоту, кроме молока и мяса, можно получить в год урожая дополнительно ещё и навоз.
3. Сидерация в пару связана с потерей года и снижением коэффициента экономической эффективности в сравнении с занятым паром. Увеличение урожая от запашки зеленой массы не компенсирует потери органического вещества и протеина суммарной прибавкой зерна пшеницы, ячменя и овса. Однако при наличии резерва дешевых семян узколистный люпин возможно использовать на удаленных полях, не получающих навоза, также и на сидерат. Рекомендуемая технология предусматривает при этом глубокую запашку прикатанной и измельченной массы люпина.
4. Ведение земледелия на основе мобилизации биоресурсов без применения удобрений ведет к потере запаса биогенных элементов почвы, их отрицательному балансу, стабильно низким урожаям яровых зерновых культур и не должно рекомендоваться. Биологизация за счет люпина и соломы позволяет реализовать генетический сортовой потенциал озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья только на 50-60%, ячменя и овса - лишь на 20-25%. Поэтому биологизация должна сочетаться с широким использованием навоза и минеральных удобрений, не имеющих альтернативы.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Нормативы прибавок урожая сельскохозяйственных культур от применения органических удобрений. Владимир. 1990. 124 с. (коллектив авторов).
2. *Анисимова Т.Ю., Новиков М.Н., Мерзлая Г.Е.* Роль биологического азота люпина в различных парах на дерново-подзолистой почве // Бюллетень ВИУА. №111. М. 1998. С.82-83.
3. *Анисимова Т.Ю.* Эффективность растительных остатков зерновых как удобрения при возделывании однолетнего люпина // Бюллетень ВИУА. №111. М. 1998. С.62.
4. *Мерзлая Г.Е., Новиков М.Н., Анисимова Т.Ю.* Особенности выращивания

- люпина узколистного на семена и зеленое удобрение // Сборник научных трудов международного совещания «Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве», 2-4 июля 1998 г. Новгород. Министерство общего и профессионального образования РФ.1998. С.169-170.
5. *Анисимова Т.Ю.* Растительные остатки озимых зерновых под зернобобовые культуры // Сборник научных трудов ВНИПТИОУ. Выпуск 1. Москва-Владимир. 1998. С.82-85.
 6. *Анисимова Т.Ю.* Использование люпинового сидерата при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистых супесчаных почвах // Сборник научных трудов ВНИПТИОУ. Выпуск 1. Москва-Владимир. 1998. С.112-116.
 7. *Тужилин В.М., Быкова А.В., Анисимова Т.Ю.* Эффективность сидеральных паров // Сборник научных трудов ВНИПТИОУ. Выпуск 1. Москва-Владимир. 1998. С. 96-100.
 8. *Анисимова Т.Ю.* Использование люпинового сидерата на легких почвах Центральной России // Сборник научных трудов ВНИПТИОУ. Выпуск 2. Москва-Владимир. 1999. С.163-168.
 9. *Анисимова Т.Ю., Новиков М.Н.* Технология применения соломы под узколистный люпин на легких почвах Мещерской низменности // Кормопроизводство. №1. 2001. С.24-25.
 10. *Анисимова Т.Ю.* Агроекономическая эффективность люпинопользования на легких почвах Мещерской низменности // Бюллетень ВИУА. №115. 2001. М.РАСХН. С.114-115.
 11. *Анисимова Т.Ю.* Солома на удобрение и корм // Бюллетень ВИУА. №115. 2001. М. РАСХН. С.115.
 12. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир. РАСХН-ВНИПТИОУ. 2001. 496 с. (коллектив авторов).
 13. *Новиков М.Н., Тужилин В.М., Тамонов А.М., Быкова А.В., Анисимова Т.Ю.* Влияние сидератов на гумусное состояние почв // Материалы международной научно-практической конференции «Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии». Владимир.2002. С.315-326.
 14. *Анисимова Т.Ю.* Оценка ресурсовосстанавливающей роли люпина и соломы в полевом севообороте на основе баланса НРК. Там же. С.326-328.
 15. *Анисимова Т.Ю.* Эффективность применения соломы в севообороте с люпином и баланс НРК // Агрохимия.2002. № 5. С.63-67.