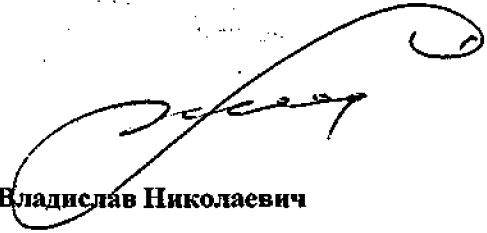


На правах рукописи



ТЕМНИКОВ Владислав Николаевич

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ДЛЯ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СПК
«МУРМИНСКИЙ» РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность 03.00.16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва 2006

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства (ГНУ ВНИМС)

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кузнецов Николай Петрович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Федорова Тамара Никитична

кандидат сельскохозяйственных наук
Тимофеев Олег Витальевич

Ведущая организация: ГНУ Почвенный институт
имени В.В. Докучаева

Защита состоится «7» декабря 2006 г. в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 220.016.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте информатизации агрономии и экологии «ВНИИ Агрэкоинформ» по адресу: Московская область, Одинцовский район, пос. Немчиновка-12, ул. Агрохимиков, д.6

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке «ВНИИ Агрэкоинформ»

Автореферат разослан «3» ноября 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат сельскохозяйственных наук

Ю.А. Ушаков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Используемые в настоящее время площади полей, в основном, представляют собой пригодные для более интенсивного производства, с повышенным потенциальным плодородием земли. Однако, поля севооборотов, их рабочие участки, характеризуются значительной пестротой почвенного плодородия (реакция почвенного раствора, содержание гумуса и основных элементов минерального питания и др.), что обусловлено особенностями рельефа, почвы, погодных условий. Вариабельность этих показателей достигает 30 и более процентов (Личман, 2006), что, естественно, влияет на урожайность сельскохозяйственных культур, эффективность технологий, особенно систем удобрений и защиты растений от сорняков, болезней и вредителей.

В некоторых областях Нечерноземной зоны накоплена солидная информация об агрохимических свойствах почвы, особенностях рельефа землепользования в масштабах рабочих участков, полей севооборота, в целом по хозяйствам. Но такой материал не проанализирован, а главное, не проводились полевые исследования по влиянию особенностей условий выращивания на продуктивность сельскохозяйственных культур, на базе которых возможно конструирование экологически устойчивых агроландшафтов по принципу их большего биологического разнообразия с применением геоинформационных систем.

Главное преимущество применения геоинформационной системы (ГИС) заключено в возможности объединения разнородных данных на основе географической (пространственной) информации. Возможность удобного поиска объектов по географическому или другому пространственному признаку, поиск объекта в базе данных по значениям его атрибутов с последующим определением его местоположения на карте или схеме делают геоинформационные системы незаменимыми и актуальными при создании современных информационных технологий, динамично развивающихся в настоящее время. Выход ГИС технологий из традиционных рамок и интеграция в них целого комплекса задач (экспертные системы, графические интерфейсы к традиционным базам данных и др.), наглядность картографического представления пространственно распределенных данных и многое другое делают их универсальным средством в едином образовательном пространстве.

Цель исследований. Оценить агроэкологическое состояние почв и технологии производства кормовых культур на дерновоподзолистых супесчаных почвах северной агроклиматической зоны Рязанской области с применением геоинформационных технологий и разработать приемы их более эффективного использования.

Задачи исследований:

1. На основе данных почвенного и агрохимического обследований землепользования СПК "Мурминский" Рязанского района Рязанской области, используя методы статистической обработки, сделать анализ степени пестроты почвенного плодородия по его основным элементам – содержанию гумуса, гидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменного калия, кислотности.

2. Используя материалы аэрофотосъемок и методику формирования данных для геоинформационной системы получить рельефную характеристику полей севооборотов и подобрать земельный участок по экспозициям и уклонам для проведения полевых исследований.

3. Изучить влияние экспозиции склона на продуктивность кормовых культур, элементы их продуктивности, качество урожая, агроэкологические особенности условий выращивания в СПК "Мурминский".

4. Разработать рекомендации по совершенствованию агроэкологической оценки дерново-подзолистых почв и агроэкологического районирования кормовых культур.

5. Провести биоэнергетическую оценку производства кормовых культур при их выращивании на склонах разных экспозиций.

Научная новизна исследований. Материалы почвенных и агрохимических обследований землепользования типичного для первой агроклиматической зоны сельхозпредприятия впервые подвергнуты статистическому анализу на основе ГИС технологий, в результате чего выявлены четко выраженная дифференциация основных элементов плодородия не столько по полям, но и особенно по элементарным участкам, что делает весьма актуальной проблему более детального почвенного, агрохимического обследований и агроэкологического районирования культур и сортов в зависимости от рельефных, почвенных, агрохимических особенностей участка и биологических требований растений.

Впервые на дерново-подзолистых супесчаных почвах проведены полевые опыты с выращиванием кормовых культур на склонах разной экспозиции. Размещение кукурузы на южных склонах увеличивает

урожайность и качество продукции, повышает их более высокие показатели стабильности. Ячмень и однолетние травы предпочтительнее выращивать на плато и склонах северной экспозиции.

Показано, что на бедных дерново-подзолистых супесчаных почвах северной зоны Рязанской области при средних дозах минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) биоэнергетические показатели полевого кормопроизводства достаточно высокие, что в сочетании с луговым пойменным кормопроизводством позволит вести эффективное молочное животноводство.

Практическая значимость. Проведенные исследования показали, что при очень сильной дифференциации почвенного плодородия набор культур в севооборотах должен быть по возможности максимально разнообразным. Размещение культур следует проводить с учетом экспозиции склонов, т.е. поля севооборотов должны быть сборными. Возделываемые сорта сельскохозяйственных культур должны быть биологически более разнообразными, особенно по устойчивости к засухе, полеганию, зимостойкости. При наличии такого их ассортимента хозяйство имеет возможность рационального размещения полей севооборота в соответствии с особенностями рельефа и биологическими требованиями растений.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на заседаниях Ученого Совета ВНИМС (2003, 2004 гг.), научных конференциях Рязанской Госсельхозакадемии им. П.А. Костычева (2004, 2005 гг.), на IX Международной научно-практической конференции в ВИМе "Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве" (2006 г.), на XIV-й научно-практической конференции в ГОСНИТИ "Научно-технический прогресс в инженерной сфере АПК России – методология и практика оказания интеллектуальных услуг сельскохозяйственному производству" (2006 г.); использовались при подготовке информационных и директивных документов МСХ Российской Федерации (Гордеев А.В. и др. "Биоклиматический потенциал России: теория и практика" М. 2006). По результатам исследований опубликовано 8 печатных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 129 страницах компьютерного текста, включает введение, три главы, содержит 25 таблиц. Приложение на 14 страницах.

Список использованной литературы состоит из 148 наименований, в том числе 10 на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Условия и методика проведения исследований

Объектом исследований было землепользование типичного для северной агроклиматической зоны Рязанской области сельхозпредприятия СПК "Мурминский", располагающего в основном сильно- и среднеподзолистыми супесчаными почвами, которые занимают основную территорию хозяйства.

Наибольшее распространение имеют дерново-сильноподзолистые (2325 га), дерново-среднеподзолистые (275 га), дерново-сильноподзолистые слабосмытые (136 га), дерново-сильноподзолистые слабоглееватые (268 га) и глееватые (89 га) почвы, все они супесчаного гранулометрического состава, сформировавшиеся на древнеаллювиальных песках.

Статистическому анализу подвергались материалы почвенного и агрохимического обследований по введенным севооборотам, полям, рабочим и элементарным участкам. Определялись средние, их ошибка, коэффициенты вариации, корреляций и регрессий по основным элементам плодородия (содержание гумуса, гидролизуемого азота, доступного фосфора, калия, показатель кислотности почвы) и рельефные характеристики полей и элементарных участков.

Полевые опыты проведены в 2001-2003 г.г. на опытном участке, представляющий собой водораздел и склоны южной и северной экспозиции на дерново-сильноподзолистых супесчаных почвах. Содержание гумуса 1,14%, рН = 6,1, гидролизуемого азота 90 мг, подвижного фосфора 95 мг, калия 72 мг на 1 кг почвы. Длина опытного участка 280 м, ширина ярусов на плато и полярных склонах по 40 м. Между ярусами защитные полосы шириной 10,8 м. Посев делянок опыта производили вдоль склонов крутизной 2°. Повторность трехкратная, размещение вариантов по ярусам со смещением на 1 делянку. Величина посевной делянки определялась шириной захвата сеялки и составляла по культурам сплошного сева 432 м², по пропашным – 448 м². Посев сеялкой СЗ-3,6 и СПЧ-8 по два прохода в каждом варианте опыта.

Убирали ячмень комбайном СК-5 со взвешиванием зерна с каждой делянки, вико-овес убирался в фазу выметывания овса скашиванием и взвешиванием зеленой массы с трех площадок площадью 10 м² на каждой делянке, кукурузу убирали в фазу молочно-восковой или восковой

спелости путем срезания растений с 3, 5, 7 рядков длиной 14,7 м.

В течение вегетационного периода проводили наблюдения: фенологические; подсчет густоты всходов; определение влажности почвы по фазам развития растений на глубине 0-50 см через каждые 10 см; динамика формирования воздушно-сухой массы по фазам развития растений; структура урожая (облиственности у вико-овса, доли початков в вегетативной массе кукурузы, элементы продуктивности ячменя); качество урожая (Найдин, 1998, Методика госуд. сортоиспытания, 1985, Доспехов, 1985).

В опыте использованы следующие сорта и гибриды – ячмень Московский 2, овес – Скакун, вика – Узуновская, кукуруза – Катерина. Нормы высева – в соответствии с принятыми рекомендациями, предуборочная густота стояния растений кукурузы 60 тыс./га формировалась в фазе 4-5 листьев вручную.

Предшественник в 2001 г. – озимая рожь. В 2002-2003 г.г. ячмень размещали по кукурузе, однолетние травы по ячменю, кукуруза по однолетним травам.

При определении нормы внесения удобрений в опыте учтены результаты исследований на дерново-подзолистых почвах: при внесении минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) можно получать до 25 ц/га озимой ржи, 11-12 ц/га гороха полевого, до 26 ц/га зерна сорго сахарного, более 130 ц/га зеленой массы кукурузы (Попов, Щедрина, Фролов 1979).

Результаты данных опыта обработаны на ЭВМ с определением НСР₀₉₅, точности опыта.

Проведены расчеты биоэнергетической эффективности по методике Ю.Ф. Новикова (1983).

Расчет коэффициента южности склонов произведен по методике С.А. Белых (1996, 2006).

Каждый элементарный участок севооборота линейно-прямоугольной формы содержит внутри своего контура элементы фрагментов южных и северных склонов разной конфигурации, юго-восточные и юго-западные объединены в южные, северо-восточные и северо-западные – в северные. Все точки северной и южной экспозиции принимаются за единицу (100%), в которой процентное взаимоотношение северных и южных экспозиций, коэффициент южности в %. Этот показатель наравне с уклоном отражает рельефную пестроту.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Агроэкологическая, рельефная и агрохимическая характеристика землепользования

Определение связей между основными элементами плодородия почв по полям севооборотов в целом и элементарным участкам показало, что между ними имелись существенные различия. Так в севообороте 1 тесная корреляция была между содержанием гумуса и остальными показателями плодородия, содержанием азота и кислотностью. Довольно средними ($r = 0,40522$ и $r = 0,48399$) были корреляции содержания фосфора с кислотностью и содержанием азота. Аналогичные закономерности были по севооборотам 2, 3, 4. В севообороте №6, №7 все связи между элементами плодородия были тесными, кроме связей фосфора с кислотностью ($r = 0,55143$). Особо сильной пестротой почвенного плодородия отличался севооборот №8, где были средние ($r = 0,44729$) показатели корреляций.

По всем элементарным участкам наиболее высокие коэффициенты корреляций были между содержанием гумуса и кислотностью почвы, содержанием гумуса и легко гидролизуемого азота, (39 случаев из 49), между содержанием азота и кислотностью почвы (все 49 случаев), между содержанием калия и азота (43 случая из 49).

Для определения степени пестроты почвенного плодородия по данным агрохимического обследования определялись средние величины по севооборотам, амплитуды содержания по полям и элементарным участкам, коэффициенты вариации основных элементов плодородия.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что пашня севооборотов имеет низкое содержание гумуса, в пределах 0,94-1,25%. Только в восьмом севообороте содержание гумуса достигает 1,84%. Различия по полям каждого севооборота достигает двух-трехкратных величин. В севообороте 8 различия максимальны, а в 4, 5, 6 по содержанию гумуса поля более ровные.

Вариабельность содержания гумуса по полям севооборотов составляет 17,79-29,17%, т.е. довольно низкая. Исключение составляет севооборот №8, где коэффициент вариации достигает 54,93%.

По элементарным участкам различия в вариабельности значительны. Минимальные вариационные коэффициенты в отдельных полях шестого и седьмого севооборотов (33,51 и 35,35%), максимальные (53,72, 65,03%) в четвертом и восьмом севооборотах.

Приведенные данные по содержанию гумуса и его изменчивости по полям и элементарным участкам свидетельствуют о значительной пестроте почвенного плодородия и необходимости учета этого явления в практической работе хозяйства.

Поля севооборотов существенно различаются и по показателю кислотности. В пяти севооборотах минимальная кислотность полей опускается ниже 5,0, а максимальная, близкая к нейтральной, отмечена в шести севооборотах. Более ровную, но очень низкую кислотность имеют поля восьмого севооборота (табл. 2).

1. Содержание и варьирование гумуса в севооборотах СПК "Мурминский"

Севооборот	Содержание в %			Коэффициент вариации	
	Среднее по севообороту	От... до по полям	От... до по элементарным участкам	По полям	По элементарным участкам
1	1,10±0,06	0,80-1,40	0,71...1,47	29,17	47,72-50,00
2	1,25±0,05	0,80...1,60	0,82...3,48	26,02	40,82...50,00
3	1,09±0,04	0,60...1,30	0,65...1,36	26,08	40,82...50,40
4	0,97±0,03	0,80...1,00	0,71...1,14	20,19	43,03...53,72
5	0,94±0,03	0,90...1,00	0,92...1,03	17,91	40,82...50,00
6	0,94±0,03	0,80...1,00	0,87...1,03	17,79	35,35...44,72
7	1,14±0,05	1,00...1,30	0,92...1,30	21,87	33,51...41,54
8	1,84±0,23	1,10...3,40	1,14...3,48	54,93	40,82...65,03

2. Кислотность полей севооборотов и элементарных участков пашни СПК "Мурминский"

Севооборот	Кислотность, pH			Коэффициент вариации	
	Среднее по севообороту	От... до по полям	От... до по элементарным участкам	Среднее	По элементарным участкам
1	5,58±0,25 3	5,10-6,10	4,2...6,50	23,07	45,56-51,64
2	5,63±0,19	4,82-6,04	4,4...7,00	20,47	41,47-46,04
3	5,20±0,17	4,67-5,50	4,0...6,8	21,04	45,12-50,80
4	5,53±0,20	4,64-6,65	4,1...6,8	22,66	41,31-50,70
5	5,94±0,23	5,27-6,62	4,4...6,9	22,74	41,16-51,50
6	5,89±0,20	5,02-6,70	4,7...7,1	21,27	36,11-44,75
7	5,81±0,24	4,76-6,48	4,4...7,0	22,78	31,04-42,23
8	4,83±0,27	4,67-5,00	4,4...5,7	24,35	41,41-57,76

По элементарным участкам показатели кислотности почвы более контрастны. Во всех севооборотах есть участки с кислотностью от 5,7 до 7,1.

Коэффициенты варьирования кислотности по полям севооборотов достаточно близкие (20,47-24,35%). Однако по элементарным участкам показатели более изменчивы. Минимальная изменчивость по участкам по сравнению с изменчивостью по полям увеличилась в полтора-два раза, а максимальная достигала 51,7-57,8%.

В целом следует отметить очень сильную пестроту полей и особенно элементарных участков по кислотности почвы. При определении необходимости известкования следует исходить из данных кислотности по элементарным участкам, так как этот агроприем энергозатратен и требует больших количеств мелиоранта.

Аналогичные закономерности отмечены по содержанию гидролизуемого азота, подвижного фосфора и калия. Везде сильнейшая пестрота по элементарным участкам, которая делает используемую систему удобрений нерациональной.

Дешифровка данных аэрофотосъемки землепользования СПК "Мурминский" показала, что рельеф крайне неоднороден, в севооборотные массивы входят поля и рабочие участки с резко выраженными показателями степени выравнивания поверхности пашни (табл. 3).

3. Рельеф пашни СПК "Мурминский"

Сево-оборот	% южности			Коэффициент вариации	
	Среднее по севообороту	От по полям до	От до по элементарным участкам	По полям	По элементарным участкам
1	54,27±6,16	0,65...79,39	3,7...97,26	57,87	47,32...119,02
2	69,93±5,05	45,00...99,11	10,45...99,67	43,92	44,73...69,11
3	46,34±5,01	14,88...88,10	2,43...99,04	70,13	44,85...80,74
4	29,01±5,07	8,34...79,25	1,29...99,7	107,77	45,85...195,73
5	59,22±5,18	40,75...91,38	0,85...99,87	50,23	42,16...75,77
6	43,04±4,98	18,60...60,54	8,18...97,23	71,34	64,06...110,63
7	66,23±5,29	41,41...86,58	16,6...97,94	43,79	43,07...49,67
8	57,71±7,53	40,19...66,67	4,42...99,8	56,85	54,59...85,07

Разница в показателях южности между севооборотами более чем двухкратная. Однако дифференциация по полям севооборотов весьма значительна и в пределах каждого севооборота достигает двух-десятикратных величин. По элементарным участкам дифференциация еще сильнее. Коэффициенты вариации подтверждают очень сильную пестроту показателя южности как по полям севооборотов, так и по элементарным участкам. Рельеф поля играет очень важную роль. Еще В.В. Докучаев писал, что почвы – это зеркало рельефа. Посевы, произрастающие на участках с разными уклонами и экспозициями, получают разное количество солнечного света, а следовательно, и тепла, в различной степени обеспечены элементами минерального питания, что естественно влияет на их рост и развитие.

В Рязанской области, например, почвы южных (световых) экспозиций, как правило, богаче северных (теневого), а почвы участков, принадлежащих к нижним частям склонов богаче приводораздельных. Однако исследований о влиянии этих факторов на урожайность и качество продукции кормовых культур не было.

Проведенные в 2001-2003 гг. исследования показали, что особенности рельефа оказывают большое влияние на основные показатели продуктивности и качество урожая.

4. Влияние экспозиции склонов на урожайность кормовых культур, т/га

Экспозиция	Ячмень				Однолет. травы				Кукуруза			
	2001	2002	2003	ср.	2001	2002	2003	ср.	2001	2002	2003	ср.
Северный склон	1,27	0,86	1,65	1,26	14,4	9,6	15,9	13,3	17,6	11,4	15,6	14,9
Водораздел	1,21	0,75	1,55	1,17	14,3	8,8	17,4	13,5	16,4	11,6	16,6	14,9
Южный склон	1,13	0,58	1,42	1,04	12,9	6,7	15,3	11,6	16,0	8,7	19,3	14,7
НСР ₀₉₅	0,038	0,131	0,126		1,381	1,384	2,146		0,468	0,888	1,543	

Данные таблицы 4 свидетельствуют о преимуществах размещения ячменя на склонах северной экспозиции и на водоразделах. Однолетние травы, как и ячмень, достаточно влаголюбивы и их тоже следует размещать на водоразделах и склонах северной экспозиции.

По кукурузе в среднем за три года получены практически одинаковые результаты. Однако все же при размещении этой культуры предпочтительнее следует отдавать склонам с южной экспозицией. Только в 2002 г. при очень остром дефиците влаги кукуруза почти засохла и дала очень низкий урожай. Однако, погодные условия 2002 г. не характерны для Рязанской области. Продолжительные засухи в течение нескольких месяцев здесь встречаются очень редко. За 1942-2002 гг. аналогичные 2002 г. погодные условия практически не встречались. Поэтому, несмотря на равные урожаи кукурузы по вариантам опыта, размещению ее на склонах южной экспозиции следует отдавать предпочтение.

Наиболее высокая урожайность ячменя в 2001 г. была на северном склоне, а более низкая – на южном. Примерно такая же закономерность наблюдается и по однолетним травам, где на водоразделе и северном склоне получена более высокая и равная урожайность. На южном склоне получено на 1,4-1,5 т/га меньше (90% от северного склона).

По урожаю зеленой массы кукурузы лучшие результаты были на северном склоне. На водоразделе урожайность была ниже на 1,2 т/га (7%), на южном – на 1,3 т/га (7%).

Полученные результаты можно объяснить характером погодных условий. Дефицит влаги в июне и, особенно, в июле сильнее сказался на выполненности зерна ячменя, низкостебельности однолетних трав на южном склоне. На водоразделе и северном склоне условия увлажнения оказались более благоприятными.

При относительно благоприятном тепловом режиме и повышенном количестве осадков в августе кукуруза на северном склоне развивалась медленнее, чем на южном и смогла использовать августовские осадки.

В экстремальном 2002 г. на северном склоне получено на 0,28 т/га больше, чем на южном. Недобор урожая на южном склоне составил почти 33%. На водоразделе разница в пользу северного склона составила 0,11 т/га или 13%.

Однолетние травы дали низкую урожайность. Однако на северном склоне получено на 0,8 и 2,9 т/га больше, чем на водоразделе и южном склоне.

Наиболее урожайной культурой в 2002 г. оказалась кукуруза, давшая на водоразделе и склоне северной экспозиции свыше 11 т/га зеленой массы, что почти на 20% больше, чем на южном склоне.

Низкая урожайность всех изучаемых культур объясняется острым дефицитом осадков в течение всего вегетационного периода и избытком тепла в июле и августе. На северном склоне из-за более медленного схода снега оказались более высокие запасы осенне-зимней влаги. Это позволило получить хорошие всходы и сформировать относительно неплохой урожай. При этом кукуруза, как наиболее засухоустойчивая культура, получила определенные преимущества. Снижению урожайности способствовало и ускоренное развитие всех культур, особенно ячменя, овса и вики. Доля вики в урожае зеленой массы оказалась низкой. Южный склон в условиях дефицита почвенной влаги и избытка тепла оказался неблагоприятным даже для кукурузы.

2003 г. был на редкость щедрым на осадки в апреле, июне и августе. Недобор их в мае компенсировался запасом осенне-зимних и апрельских осадков. Благоприятное влияние на рост и развитие растений оказали более теплые май, июнь, особенно июль, и август месяцы, когда средняя месячная температура превышала средние многолетние показатели. В целом вегетационный период следует считать благоприятным, даже дождливый август, усложнивший уборку зерновых в производственных условиях.

Таким образом, размещения ячменя на северных склонах, кукурузы – на склонах южной экспозиции и однолетних трав на водоразделе обеспечивают относительно более высокую их урожайность.

Структура урожая. В среднем за три года наилучшие условия для роста и развития ячменя складывались на северном склоне, что объясняется повышенными запасами влаги даже в экстремальный 2002 г., более мягким микроклиматом. Поэтому по всем элементам продуктивности этот вариант опыта имел преимущество.

На южном склоне запасы влаги в почве перед посевом были ниже, тепловой режим более напряженным, что сказалось на сохранности растений к уборке, густоте продуктивного стеблестоя, числе зерен в колосе.

5. Структура урожая в зависимости от экспозиции склонов, среднее за три года

Экспозиция	Ячмень, количество				Вико-овсяная смесь, воздушно-сухая		Кукуруза, зеленая масса	
	Растений, шт/м ²	Колосьев, шт/м ²	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	Овес, кг/м ²	Вика, кг/м ²	Растений, шт/м ²	Масса, кг/м ²
Северный склон	334	353	12,3	38,8	0,80	0,75	5,4	0,33
Плато	321	333	11,6	35,8	0,87	0,80	5,5	0,31
Южный склон	311	324	10,8	35,6	0,69	0,53	5,4	0,28

По воздушно-сухой массе вико-овсяная смесь на плато имела небольшое преимущество по сравнению с северным склоном и значительное – по сравнению со склоном южной экспозиции, особенно по доле вики.

По накоплению зеленой массы кукуруза на северном склоне превосходила другие варианты. Однако по содержанию початков, срокам наступления фаз спелости в типичных для Рязанской области условиях увлажнения преимущества размещения этой культуры на склонах южной экспозиции несомненны.

Об объективности этого вывода свидетельствуют данные по содержанию сухих веществ по фазам развития кукурузы.

Продуктивная влага и динамика ее использования. Определение влажности почвы в слое 0-50 см в посевах по фазам развития культур показало, что перед посевом ранних яровых в почве находится от 90 до 128 мм продуктивной влаги. Ее запасы зависят от условий снеготаяния, продолжительности периода от схода снега до посева и, естественно, апрельских осадков.

Например, в 2001 г. запасы влаги перед посевом оказались несколько меньшими, чем в другие годы из-за жаркой и сухой погоды во II половине апреля. Это снижение особенно заметно на южном склоне. В 2003 г. при выпадении в апреле 62 мм осадков, среднесуточной температуре 5,6°C по элементарным участкам опыта различий не было.

В сухой и жаркий апрель 2002 г. при раннем сроке посева различий по рельефным участкам тоже не было, а почвенные запасы влаги были чуть выше, чем в средний по метеоусловиям 2001 г. О различиях в обеспеченности влагой посевов можно судить по вариантам с посевами ячменя.

Существенные различия по годам и элементарным участкам по содержанию влаги отмечены с фазы кушения ячменя.

В 2002 г. от посева до фазы кушения на элементарных участках запасы влаги снизились на 20-30 мм, что следует объяснять значительным физическим испарением с поверхности почвы и недобором осадков (50% от средней многолетней нормы).

Во влажный 2003 г. к фазе кушения запасы влаги уменьшились на 15-22 мм, что можно объяснить недобором осадков за май и расходами на формирование хорошего стеблестоя.

В фазу выхода в трубку наибольшее снижение запасов почвенной влаги было в 2002 г. из-за недобора осадков и значительного физического испарения с поверхности почвы, слабо прикрытой листовой массой, особенно на южном склоне.

В 2003 г. запасы влаги по элементарным участкам в фазу выхода в трубку не изменились из-за обильных осадков в начале июня.

Наблюдалось умеренное сокращение запасов влаги в 2001 г., когда в мае и начале июня выпало близкое к многолетним количество осадков.

В фазу выколашивания особенно низкие запасы продуктивной влаги были в 2002 г. на южном склоне. На северном склоне и плато обеспеченность влагой тоже низкая, хотя на 5-9 мм больше, чем на южном. В 2003 г. из-за обильных осадков в июне запасы влаги в почве в эту фазу уменьшились незначительно и были вполне достаточными. На южном склоне расходы (непроизводительные) были выше.

Перед уборкой ячменя в 2002 г. под посевами ячменя были лишь следы продуктивной влаги (от 6 до 9 мм), в 2003 г. – значительные, даже на южном склоне (56 мм).

Посевы кукурузы (табл. 6) были плохо обеспечены продуктивной влагой в период выброса нитей початка и формирования зерна в початках, особенно в 2002 г. на склоне южной экспозиции.

Удовлетворительное обеспечение влагой, в т.ч. и на южном склоне было в 2001 г. В 2003 г. в течение всего вегетационного периода запасы влаги были хорошими и мало отличались по вариантам экспозиции.

Формирование относительно невысокого урожая зеленой массы лимитировалось наличием доступных элементов минерального питания. Одно-разовое внесение 3 ц/га нитроаммофоски, рассчитанное на получение среднего урожая, не обеспечивало потребности более высокого урожая.

6. Запасы продуктивной влаги по фазам развития кукурузы в слое 0-50 см, мм

Год	Экспозиция склона	Срок взятия проб			
		перед посевом	образование 5-6 листа	выброс нитей початка	молочно-восковая спелость
2001	Северный	117	101	75	52
	Плато	117	97	80	65
	Южный	110	92	61	44
2002	Северный	121	95	54	19
	Плато	115	90	50	15
	Южный	97	80	52	11
2003	Северный	120	109	118	88
	Плато	124	112	112	92
	Южный	120	105	104	87

Качество продукции. Главным источником удовлетворения потребностей животноводства в кормах остается полевое кормопроизводство. Посевы кормовых культур, включая и зернофуражные, занимают значительный удельный вес. От рационального и эффективного использования этих площадей зависит увеличение производства кормов, а через него и производство продуктов животноводства. Особое внимание при производстве кормовых культур следует уделять совершенствованию их структуры, возделыванию смесей, как силосных, так и зернофуражных культур. Один из основных факторов интенсивного кормопроизводства – создание сбалансированной кормовой базы, отличающейся высоким качеством продукции, отвечающим физиологическим потребностям животных.

Анализы по качеству изучаемых культур приведены в таблице 7.

В зерне ячменя содержалось в зависимости от года от 11,2 до 12,8% белка. Наиболее высокие показатели были в засушливом 2002 г, когда зерно оказалось низконатурное, доля зародыша, оболочки и алейронового слоя, естественно, более высокой. В целом показатели содержания белка, даже при внесении перед посевом (NPK)₆₀ следует считать низкими. Московский 2 при благоприятных условиях (влага и высокое естественное плодородие) способен формировать зерно с содержанием белка до 15%. На легких, бедных дерново-подзолистых почвах из-за дефицита азота в почве потенциал Московского 2 не был реализован.

7. Качество урожая зерновых и кормовых культур в зависимости от рельефа

Год	Экспозиция склона	Показатели		
		белка в зерне ячменя, %	белка в сене вико-овса, %	сухое вещество в зеленой массе кукурузы, %
2001	Северный	11,8	13,4	16,7
	Плато	11,7	13,1	16,9
	Южный	11,3	13,7	17,5
2002	Северный	12,1	10,8	18,3
	Плато	12,4	10,6	18,6
	Южный	12,8	9,4	19,2
2003	Северный	11,2	13,6	12,7
	Плато	11,2	13,4	13,0
	Южный	11,4	13,0	13,6

Содержание белка на склонах различной экспозиции было различным.

В 2001 г на южном склоне этот показатель ниже, чем на плато и северном.

В 2003 г содержание белка по вариантам практически одинаковос.

В засушливом 2002 г на южном склоне сформировалось зерно с повышенным содержанием белка, что в основном определялось физическими свойствами зерна при экстремальности условий на этом варианте.

Содержание белка в сухой массе вико-овсяной смеси в 2001 и 2003 гг. было существенно выше, чем в зерне ячменя, что объясняется наличием бобового компонента в смеси. В засушливом 2002 г белка в вико-овсяной смеси очень мало. Доля вики в смеси была низкой, особенно на южном склоне, где она практически сгорела. На северном

склоне и плато содержание белка в сухой массе более высокое, чем на южном, что объясняется хорошим увлажнением и более экономным расходом влаги из-за меньшего поступления прямой солнечной радиации (Кондратьев и др., 1978). Условия для роста и развития вики на плато и северном склоне более благоприятны, а ее удельный вес в смеси выше, чем на склонах южной экспозиции.

В зеленой массе кукурузы за 2-3 дня до уборки брались пробы на содержание сухого вещества. Наиболее высокие показатели в засушливом 2002 г, особенно на южном склоне (19,2%). Самые низкие показатели в 2003 г – прохладном и с повышенным количеством осадков во II половине вегетации. На северном склоне ежегодно содержание сухого вещества в зеленой массе было на 0,8-0,9% ниже, чем на южном. На плато и северном склоне по содержанию сухого вещества различия в пределах 0,2-0,3%.

Таким образом, данные по качеству изучаемых культур подтверждают идею о целесообразности дифференцированного размещения изучаемых культур в зависимости от рельефных особенностей. Южные склоны следует отводить под теплолюбивые, но с повышенной засухоустойчивостью культуры – например, кукурузу. Более влаголюбивые, но с повышенной холодостойкостью предпочтительнее размещать на северных склонах и водоразделах – ячмень, овес, вику.

Биоэнергетическая эффективность производства кормовых культур. Проблема энергосбережения при производстве сельскохозяйственной продукции была и будет весьма актуальной. Опыт передовых стран мира, сокративших энергопотребление после энергетического кризиса семидесятых годов прошлого века более чем на 30%, свидетельствует о наличии больших потенциальных возможностей наших сельхозпроизводителей.

Затраты совокупной энергии, необходимой при возделывании изучаемых кормовых культур, рассчитывали с использованием энергетических эквивалентов; количество накопленной в урожае энергии – по урожаю сухого вещества и содержанию энергии в 1 кг. В качестве основного показателя биоэнергетической эффективности был принят коэффициент, определяемый как отношение энергии, накопленной в урожае, к энергии, затраченной на его получение.

Кроме этого определялась энергоёмкость единицы урожая (зерно, сухое вещество, зеленая масса) как отношение затраченной энергии на 1 т продукции.

Результаты исследований представлены в таблице 8.

8. Биоэнергетическая оценка кормовых культур при их выращивании на склонах разной экспозиции

Культура	Экспозиция склона	Урожайность, среднее за три года	Аккумуляровано энергии в урожае, ГДж/га	Затраты энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Ячмень	Северный	1,26	17,3	9,68	1,76
	Плато	1,17	16,9	9,68	1,71
	Южный	1,04	14,2	9,68	1,44
Кукуруза на силос	Северный	14,9	30,7	11,4	2,70
	Плато	14,9	30,7	11,4	2,70
	Южный	14,7	32,1	11,4	2,81
Однолетние травы	Северный	13,3	13,8	8,13	1,69
	Плато	13,5	13,9	8,13	1,71
	Южный	11,6	12,1	8,13	1,49

Наиболее высокими затратами энергии на возделывание оказались у кукурузы на силос, что связано с повышенными расходами на ее уборку и, особенно, на транспорт. По ячменю на конечном результате сказались затраты на уборку соломы, которую, как ценный корм, убрали по технологии. По однолетним травам значительные энергозатраты пришлось на транспортировку зеленой массы.

Коэффициенты энергетической эффективности оказались невысокими. Лучшие результаты были по кукурузе, особенно при выращивании ее на южном склоне. По ячменю и однолетним травам более высокие коэффициенты эффективности на склонах северной экспозиции. Разницы между плато и северным склоном практически нет.

ВЫВОДЫ

1. Статистическая обработка данных агрохимического обследования и аэрофотосъемки землепользования СПК "Мурминский" Рязанской области показали, что дерново-подзолистые супесчаные почвы этого хозяйства обладают не только низкими показателями элементов плодородия, но и резко выраженной дифференциацией их, особенно по элементарным участкам.

Содержание гумуса в среднем по севооборотам колебалось от 0,94 до 1,84 %, по полям севооборотов от 0,60 до 3,40 %, а по элементарным

участкам от 0,65 до 3,48 %. Коэффициенты вариации содержания гумуса по полям севооборотов колебались в пределах 17,91 - 54,96 %, по элементарным участкам от 33,51 до 65,03 %.

Почвы земледелия в целом являются кислыми (рН от 4,83 до 5,94). Поля севооборотов по этому показателю различались сильнее (от 4,67 до 6,6). Еще значительнее была дифференциация по элементарным участкам (от 4,0 до 7,1). Коэффициенты вариации по полям севооборотов считаются близкими (20,47 - 24,35%), однако по элементарным участкам изменчивость показателя кислотности была резко выраженной (от 31,04 до 57,76 %).

Аналогичные показатели получены по содержанию гидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменного калия.

2. Анализ материалов аэрофотосъемки показал, что рельефные характеристики земледелия так же неоднозначны и сильно дифференцированы. Даже севообороты по коэффициенту южности различаются в полтора-два раза (от 29,01 до 69,93 %). Еще большие различия по полям севооборотов, где наряду с ровными встречаются резко выраженные склоновые (коэффициент южности от 0,65 до 91,38). Разница по элементарным участкам еще более значительная (от 43,07 до 195,73 %).

Определение коэффициентов вариации показателей южности свидетельствует о значительных различиях по полям севооборотов (от 43,79 до 107,77 %).

3. Существенные различия в агрохимических и рельефных характеристиках, особенно на уровне элементарных участков, требуют дифференцированного подхода к системе удобрений сельскохозяйственных, в частности кормовых, культур, с помощью которого следует решать проблему не только повышения продуктивности, но и экологической безопасности сельскохозяйственных территорий.

Определение коэффициентов корреляций между показателями плодородия дерново-подзолистых почв показало наличие достаточно тесных связей между содержанием гумуса и элементами минерального питания. Коэффициенты корреляций по севооборотам колебались от 17,79 до 54,93.

4. Проведенные на различных элементарных участках полевые исследования указывают на необходимость дифференцированного размещения кормовых культур в зависимости от экспозиции склонов.

В среднем за три года ячмень давал более высокую урожайность на северном склоне и плато. Превышение над южным составило 0,22 и

0,13 т/га зерна соответственно. Аналогичные результаты получены и по однолетним травам, где на водоразделе урожай зеленой массы составил 13,5 т/га, что на 1,9 т/га больше, чем на южном склоне. Урожайность зеленой массы кукурузы в среднем за три года была одинаковой. Однако за два года с нормальным и повышенным обеспечением влагой урожайность этой культуры была значительно выше на южном склоне.

5. Одновременно с увеличением урожайности отмечается тенденция повышения качества продукции. Содержание белка в зерне ячменя на склоне северной экспозиции было выше на 0,2-0,5% в благоприятные по условиям увлажнения годы, содержание сухого вещества в зеленой массе кукурузы на южном склоне было стабильно выше, чем на плато и склоне северной экспозиции.

6. Различные экологические условия на полярных склонах опытного участка оказали значительное влияние на рост и развитие растений, их влагообеспеченность, продуктивность, ее структуру и качество урожая. На северном склоне вегетационный период ячменя удлинился на 2-3 дня. Различия в продолжительности вегетационного периода кукурузы были более значительными и достигли 3-4 дней, в благоприятные по условиям увлажнения годы, и до 7 дней в острозасушливые. В течение всей вегетации кукуруза быстрее развивалась на южном склоне.

7. Определение продуктивной влаги в слое почвы 0 – 50 см показало, что южный склон был менее обеспечен влагой в течение всего вегетационного периода. Наиболее высокими были различия фазы формирования генеративных органов. Так в среднем по влагообеспеченности 2001 г разница в запасах продуктивной влаги между северным и южным склонами в фазу колошения ячменя составила 13 мм, во влажный 2003 г – 12 мм, а в острозасушливый 2002 – 5 мм.

8. При выращивании кормовых культур наиболее высокими затратами энергии на возделывание оказались у кукурузы на силос (11,4 т/га), что связано с повышенными расходами на ее уборку и, особенно, на транспорт. По ячменю на конечном результате сказались затраты на уборку соломы, которую, как ценную кормовую, убирали по копенной технологии. По однолетним травам значительные энергозатраты пришлось на транспортировку зеленой массы. Коэффициенты энергетической эффективности оказались невысокими. Лучшие результаты были по кукурузе (2,70-28,1), особенно при выращивании ее на южном склоне. По ячменю и однолетним травам более высокие коэффициенты эффективности (1,76-1,71) наблюдались на склонах северной экспозиции и плато.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью повышения эффективности использования пашни на супесчаных дерново-подзолистых почвах Рязанской области со сложным рельефом различной экспозицией и крутизной склонов при выращивании кормовых культур кукурузу на силос следует размещать на склонах южной экспозиции, ячмень на зерно и однолетние травы на зеленую массу на водоразделах и склонах северной экспозиции. Оптимизация размещения с учетом особенностей рельефа и биологических требований растений позволяет повысить урожай зерна ячменя на 0,21 т/га, однолетних трав на 1,9 т/га.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. В. Темников, Н. Мельник, А. Столпаков. Внедрение ГИС в сельском хозяйстве началось. Журнал ARGREVIEW №2, 2004, С. 3-4.
2. В.Н. Темников. Информационный банк данных "Поле" и комплексы производственных задач. Минсельхоз РФ, ВНИМС. Сборник "Организация и методические основы повышения эффективности кормовой базы для увеличения производства животноводческой продукции", 2006. С. 7-42.
3. В.Н. Темников, С.А. Белых. Эффективное использование сельскохозяйственных земель на основе геоинформационных технологий. Сборник научных трудов ВНИМСа. 2006, С. 62-66.
4. В.Н. Темников. Перспективы использования геоинформационных технологий при обработке результатов Всероссийской сельскохозяйственной переписи. Информационно-аналитический журнал "Региональная статистика: Нижегородская область" 2006, С. 12-14.
5. В.Н. Темников. Агроэкологическая оценка почв при возделывании кормовых культур. – М., 2006. – 29 с.
6. В.Н. Темников, Т.Г. Солдатова. Методы повышения эффективности производства кормов для животноводства на основе оптимизации картографических параметров и агрохимических характеристик почв сельскохозяйственных предприятий. – М., 2006. – С. 191-197.
7. В.Н. Темников, Н.П. Кузнецов. Оценка пестроты почвенного плодородия в СПК "Мурминский". Плодородие. №6. – М., 2006. -С21.
8. В.Н. Темников. Рекомендации по производству кормов для животноводства на основе картографических параметров и агрохимических характеристик почв сельскохозяйственных предприятий // Сб.тр.ГОСНИТИ.- М., 2006. С.70.

**Формат бумаги 60x84/16. Бум.писч.бел. Печать офсетная.
Объем 1,2 печ.л. Тираж 100 экз. Заказ № 17
Отпечатано на участке оперативной полиграфии ГНУ ВНИМС,
390025, г. Рязань, ул. Щорса, 38/11**

