

На правах рукописи

**Агеев Евгений Михайлович**

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА НА ЧЕРНОЗЕМАХ  
ЮЖНЫХ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Оренбург – 2011

Работа выполнена на кафедре земледелия и технологии производства продукции растениеводства ФГОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Научный руководитель      заслуженный деятель науки РФ,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Кислов Анатолий Васильевич**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Максютов Николай Алексеевич**;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
**Иванова Людмила Витальевна**

Ведущая организация      ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский  
институт мясного скотоводства» РАСХН

Защита состоится 20 мая 2011 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.051.04 при ФГОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет» по адресу: 460795, ГСП, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, диссертационный совет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан «\_\_» апреля 2011 г. и опубликован в сети Интернет на официальном сайте ФГОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»: [www.orensau.ru](http://www.orensau.ru)

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор сельскохозяйственных  
наук, профессор

Кононов В.М.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Горох – ценная продовольственная и кормовая культура. В 1 кг зерна содержится 1,2 корм. ед., 11,5 МДж обменной энергии, на 1 корм. ед. приходится 150–180 г переваримого протеина, в т. ч. 10–12 г лизина. Солома также является ценным кормом. В 1 кг содержится 0,3 корм. ед., 6,0 МДж обменной энергии и 110–120 г переваримого протеина в расчете на 1 корм. ед.

Горох играет важную роль в биологизации земледелия. При внесении соломы в качестве удобрения вынос азота сокращается на 35,8%, фосфора – на 34,7% и калия – в 3,3 раза. Кроме того, солома оказывает ингибирующее влияние на грибную микрофлору и вредителей, специализирующихся на злаковых зерновых культурах. Недостатком гороха является повышенная засоренность посевов, трудность при уборке в связи с полеганием, неодновременностью созревания и растрескиваемостью бобов у большинства районированных сортов. Выведение в последние годы детерминантных сортов с одновременным созреванием бобов более устойчивых к полеганию и пригодных для прямого комбайнирования во многом устраняет эти недостатки. Однако посевные площади под горохом невелики, и в области стоит задача их расширения. Под горох рекомендуется и проводится, как правило, глубокая вспашка, что значительно повышает его себестоимость и ограничивает применение в животноводстве. Между тем, горох обладает мощной стержневой корневой системой, способной проникать в глубокие слои почвы, в том числе и на минимальных фонах обработки, что позволяет значительно снизить затраты при его возделывании.

В связи со снижением в последние годы спроса и цен на зерно злаковых, при внутреннем потреблении на кормовые цели горох незаменим в рационах для регулирования дефицита протеина. Низкая себестоимость зерна выгодна при использовании в животноводстве, поэтому разработка перспективных ресурсосберегающих технологий возделывания гороха отвечает современным требованиям производства.

Изучение возможности минимализации обработки почвы в сочетании с внесением соломы предшествующей озимой пшеницы в почву с целью повышения плодородия почвы и снижения себестоимости зерна является актуальным.

Исследования проводились по государственной программе РАСХН, госрегистрация № 01200105540.

**Цель исследований:** разработать и рекомендовать производству наиболее рациональные, почвозащитные, энергосберегающие системы обработки почвы под горох, обеспечивающие получение высокой урожайности зерна, снижение трудовых, энергетических, материальных затрат и сохранение плодородия почвы.

**Задачи исследований:**

– найти оптимальные показатели плотности сложения, общей пористости и пористости аэрации для гороха на черноземах южных;

- изучить особенности накопления и использования почвенной влаги при различных системах обработки почвы;
- выявить эффективность приемов обработки почвы в борьбе с сорняками;
- определить роль пожнивных остатков гороха в сохранении плодородия почвы;
- установить влияние ресурсосберегающих технологий возделывания на продуктивность гороха;
- дать экономическую и энергетическую оценку возделывания гороха при минимализации основной обработки почвы, внедрить наиболее эффективные варианты в производство.

**Научная новизна.** Впервые для черноземов южных Оренбургского Предуралья дано научное обоснование возможности минимализации обработки почвы при возделывании гороха. Установлены оптимальные для гороха системы обработки почвы при условии оставления соломы озимой пшеницы в качестве удобрения, обеспечивающие ресурсосбережение, защиту почв от эрозии, повышение урожайности культуры.

Дана экономическая и энергетическая оценка эффективности различных вариантов основной обработки почвы.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- изменение агрофизических показателей плодородия почвы в зависимости от систем обработки;
- особенности водопотребления гороха в зависимости от приемов основной обработки почвы;
- засоренность посевов гороха при разных технологиях возделывания;
- влияние оставления соломы гороха в качестве органического удобрения на плодородие почвы;
- продуктивность гороха при применении ресурсосберегающих приемов его возделывания на черноземах южных Оренбургского Предуралья;
- экономическая и энергетическая оценка разработанных приемов.

**Практическая значимость работы.** Разработанные ресурсосберегающие приемы обработки почвы позволяют в значительной степени снизить экономические и энергетические затраты при возделывании гороха, сохранить плодородие почвы и защитить ее от эрозии. Разработанные ресурсосберегающие технологии позволяют повысить урожайность гороха на 0,9 ц/га, снизить производственные затраты на 213,6 руб./га и обеспечить условно-чистый доход на уровне 666,6 руб./га.

Результаты научных исследований прошли производственную проверку в КФХ Суржина А.И. Оренбургского района Оренбургской области, что позволило за счет применения в качестве основной обработки почвы под горох плоскореза КПГ-250, по сравнению со вспашкой, получить экономический эффект – 630,0 руб. с 1 га.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке ресурсосберегающих технологий возделывания гороха в хозяйствах области, учебном процессе высших и средних учебных заведений.

**Апробация работы.** Результаты исследований докладывались на международной научно-практической конференции «Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика» (Оренбург, 2009), на региональной научной конференции молодых ученых и специалистов (Оренбург, 2009), на международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики» (Оренбург, 2011), на расширенных заседаниях кафедры земледелия и ТППР Оренбургского ГАУ (2009, 2010).

По теме диссертации опубликовано 4 статьи, в том числе две статьи в журнале «Известия ОГАУ» и одна в «Вестнике ОГУ», рецензируемых ВАК РФ.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 147 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов и рекомендаций производству, содержит 34 таблицы, 3 рисунка и 14 приложений. Список используемой литературы включает 187 источников, в том числе 4 иностранных авторов.

## **ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, АГРОТЕХНИКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Оренбургская область расположена в центре Европейско-Азиатского материка. Отличается сухим континентальным климатом с жарким, сопровождающимся суховеями, летом и холодной зимой.

По многолетним данным метеостанций Оренбуржья за 1960–1989 гг., количество осадков за этот период может различаться в несколько раз. Например, среднегодовое количество осадков по г. Оренбургу за годы наблюдений составило 367 мм. Но за этот же период число лет с осадками более 400 мм составило 21, а с осадками менее 300 мм – 22 года. Максимальный годовой объем осадков, который был зарегистрирован Гидрометцентром, составил 731 мм (1945 г.), минимальный – 185 мм (1939 г.). С учетом изложенного представляется важной ориентация всего комплекса агротехнических мероприятий на улавливание, сбережение и экономное расходование влаги.

Большая годовая амплитуда температуры воздуха является одним из показателей континентальности климата. Средняя многолетняя температура самого теплого месяца (июль) равна 20,9°C, а самого холодного (январь) составляет –14,8°C, при этом разность между абсолютным минимумом и максимумом достигает 87°C.

Продолжительность теплого периода (со среднесуточной температурой воздуха более 0°C) составляет 206 дней, холодного (со среднесуточной температурой воздуха менее 0°C) – 159. Переход температуры через 5°C (начало и конец вегетации растений) наблюдается весной – 17–19 апреля, осенью – 22–25 сентября. Сумма положительных температур выше 5°C составляет 2600–2800°C, сумма температур выше 10°C – 2400–2600°C.

В условиях Оренбургского Предуралья поступление ФАР за вегетационный период при среднесуточных температурах выше 5°C и 10°C составляет соответственно 4,0 и 3,5 млрд. ккал/га.

Почва опытного участка была представлена типичным для области черноземом южным тяжелосуглинистым карбонатным. Почвообразующими породами являются отложения, снесенные с водоразделов. Они представлены карбонатными, красно-бурыми суглинками.

Водно-физические свойства пахотного и метрового горизонтов почвы соответствуют значениям: удельная масса 2,61 и 2,66 г/см<sup>3</sup>, плотность почвы 1,22 и 1,30 г/см<sup>3</sup>, максимальная гигроскопичность 8,76 и 8,71%, влажность устойчивого завядания растений 11,74 и 11,67%, или 43,0 и 151,7 мм, наименьшая влагоемкость почвы 30,50 и 25,28%, или 111,3 и 356,3 мм соответственно.

Содержание гумуса в 0–30 см слое составило 3,8%, подвижного азота (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) – 1,35 мг на 100 г почвы, легкогидролизуемого (N) – 8,4 мг, подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 3,25 мг, обменного калия (K<sub>2</sub>O) – 27 мг, обменного кальция (CaO) – 390 мг на 100 г почвы. Высокая карбонатность почв (содержание карбонатов колеблется от 15,3 до 23,2%) обуславливает щелочную реакцию почвы – 7,6–8,0 рН.

2007–2008 сельскохозяйственный год по среднемесячной температуре отличался от среднемноголетнего показателя (5,5°C фактическая температура, 3,8– среднемноголетняя норма). Осадков за год выпало 395 мм, за период май–июль – 137 мм, или соответственно 107 и 113% к среднемноголетней норме. Сумма среднесуточных температур за этот период составила 1612°C, а гидротермический коэффициент – 0,84.

2008–2009 сельскохозяйственный год оказался более засушливым, всего за год выпало осадков 302 мм, особенно засушливыми были июнь и июль, когда в июне выпало в 2 раза, а в июле в 3 раза меньше среднемноголетней нормы при среднесуточных температурах, превышающих среднемноголетние показатели. Гидротермический коэффициент в 2009 г. за май–июль был равен 0,37, при среднемноголетнем значении 0,69.

2009–2010 сельскохозяйственный год оказался чрезвычайно засушливым, выпало осадков 286 мм, или 77% от нормы. Осенний период 2009 г. был засушливее обычных лет, за сентябрь–ноябрь выпало 81 мм осадков против 160 мм по среднемноголетней норме. За зимние месяцы: декабрь 2009 г. – март 2010 г. сумма осадков составила 137 мм против 87 мм по норме, в апреле 2010 года близко к норме (21 мм фактически против 25 мм по среднемноголетней норме). Это предопределило довольно высокие запасы влаги перед посевом. Более того, всходы получили отличные. Но в дальнейшем ситуация поменялась, за май–июль выпало всего 13 мм осадков, или 10,7% от нормы. Но к недостатку влаги добавилась аномально жаркая погода. В июне и июле среднемесячная температура составила 24,8 и 26,3°C соответственно, что на 5°C выше нормы, ГТК за май–июль составил 0,05.

Погодные условия за вегетационный период гороха 2008–2010 гг. представлены на рисунке 1.

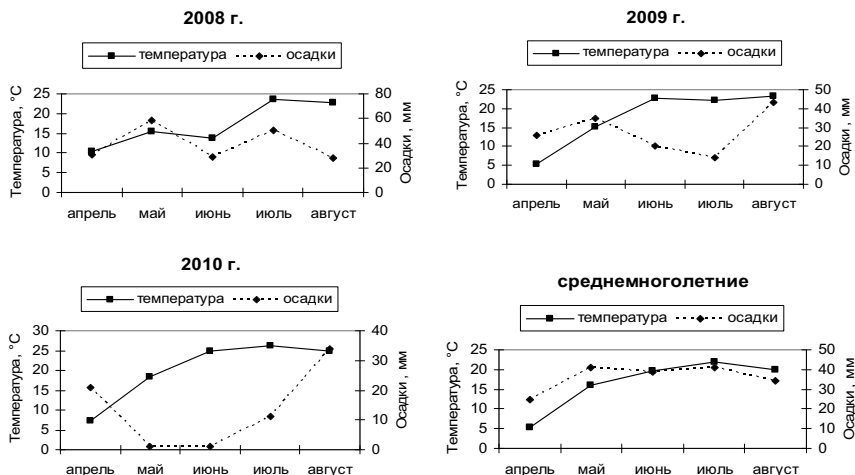


Рис. 1 – Погодные условия за вегетационный период гороха (2008–2010 гг.)

Научно-исследовательская работа по изучению действия и последствий систем обработки почвы под горох проводилась в 2007–2010 гг. в опытном стационаре кафедры земледелия и технологии производства продукции растениеводства в четвертой ротации севооборота: пар чистый – озимая пшеница–горох–овес–гречиха. Место проведения – опытное поле Оренбургского ГАУ.

В опыте изучались четыре способа основной обработки под горох (фактор В): вспашка на глубину 25–27 см, плоскорезное рыхление на 25–27 см, мелкое рыхление на 12–14 см комбинированным культиватором Смарад и мелкое рыхление на 10–12 см дисковой бороной БДТ-720, которые накладывались на четыре способа основной обработки чистого пара под озимую пшеницу (фактор А): вспашка на глубину 28–30 см, безотвальное рыхление стойками СибИМЭ на глубину 28–30 см, мелкое рыхление – на глубину 12–14 см орудием Смарад и нулевая (без осенней обработки). Солома у всех культур при уборке комбайном CLAAS измельчалась и заделывалась в почву или оставалась на поверхности поля в зависимости от способа обработки почвы.

Повторность опыта – четырехкратная на площади и трехкратная во времени. Размещение вариантов последовательное. Размер делянки составлял 900 м<sup>2</sup> (30 × 30). Всего 16 вариантов систем обработки (табл. 1). Контроль – разноглубинная вспашка.

Агротехника в опыте соответствовала рекомендуемой в данной зоне. Уборку озимой пшеницы проводили комбайном CLAAS с измельчением и равномерным распределением по полю соломы. Агрегаты для основной об-

работки почвы были следующие: вспашка осуществлялась с помощью трактора ДТ-75 и плуга ПЛН -4–35, плоскорезное рыхление КПП-250 и трактором ДТ-175, мелкое рыхление на глубину 12–14 см трактором CASE-H и комбинированным орудием Смарагд, мелкое рыхление на глубину 10–12 см трактором Buhler Versatile 435 и дисковой бороной БДТ-720. Норма высева гороха сорта Ямальский 1,2 млн. всхожих семян на 1 га. Срок посева сразу же после наступления физической спелости почвы сеялкой АУП-18,05 и трактором Т-150, глубина заделки семян 6–8 см.

Уборку гороха осуществляли при созревании 85% бобов прямым комбайнированием с измельчением и равномерным распределением по полю пожнивных остатков комбайном CLAAS.

В ходе проведения экспериментов осуществлялись следующие учеты и наблюдения:

- метеорологические наблюдения по данным Оренбургской метеостанции;
- плотность почвы методом цилиндров по С.И. Долгову – по слоям 0–10, 10–20 и 20–30 см в начале и конце вегетации;
- влажность почвы термостатно-весовым методом (Качинский Н.А., 1970).

Почвенные пробы отбирались буром на глубину до одного метра послыно через 10 см на всех учетных вариантах, в два срока: перед посевом и перед уборкой гороха;

- густоту стояния растений определяли в фазу полных всходов и перед уборкой на закрепленных площадках размером 0,5×0,5 м (0,25 м<sup>2</sup>) в четырех случайно выбранных местах каждой делянки. Полевую всхожесть определяли по числу взошедших растений в процентах к числу высеянных всхожих семян. Сохранность и выживаемость рассчитывалась как отношение количества растений перед уборкой к числу, соответственно, всходов и высеянных всхожих семян в процентах;

- засоренность посевов определялась количественно-весовым методом по методике ТСХА. На вариантах со способами обработки почвы учет проводился в фазу всходов и перед уборкой гороха путем подсчета сорняков на пробных накладках размером 0,5×0,5 м (0,25 м<sup>2</sup>) в четырех случайно выбранных местах каждой делянки. Численность сорняков устанавливали по каждому из пяти основных видов, остальные записывали в прочие;

- учет урожая проводили путем прямого комбайнирования комбайном «Сампо-500» в фазу созревания 85% бобов с последующим взвешиванием зерна с каждой делянки на весах. Одновременно с этим проводили отбор образцов для определения влажности и засоренности зерна. Данные по урожайности приводили к 100%-ной чистоте и к стандартной влажности (14%), подвергли математической обработке методом дисперсионного анализа полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985);



Таблица 1 – Схема опыта

№ варианта	Система обработки в ротациях севооборотов	Осенняя обработка почвы в пару, см	Осенняя обработка почвы под горох, см
1	Разноглубинная вспашка	В 28–30	В 25–27
2	Комбинированная разноглубинная	В 28–30	П 25–27
3	Четыре мелких рыхления, четыре глубоких, пять средних рыхлений	В 28–30	М 12–14
4	Четыре нулевых, три мелких, четыре средних, три глубоких, одно чизельное глубокое	В 28–30	Д 10–12
5	Комбинированная разноглубинная	Б 28–30	В 25–27
6	Безотвальная разноглубинная	Б 28–30	П 25–27
7	Четыре мелких, пять средних, шесть глубоких рыхлений	Б 28–30	М 12–14
8	Четыре нулевых, три мелких, три глубоких, четыре средних, одно глубокое чизельное	Б 28–30	Д 10–12
9	Пять мелких, пять глубоких и три средних вспашки, два глубоких плоскорезных рыхления	М 12–14	В 25–27
10	Пять мелких, три средних, семь глубоких рыхлений	М 12–14	П 25–27
11	Пять мелких, пять средних, пять глубоких рыхлений	М 12–14	М 12–14
12	Четыре нулевых, восемь мелких, два глубоких и одно чизельное рыхление	М 12–14	Д 10–12
13	Пять нулевых, одно мелкое, пять глубоких вспашек, три средних вспашки и одно чизельное рыхление	Н	В 25–27
14	Пять нулевых, четыре мелких, пять глубоких рыхлений, одно глубокое чизельное	Н	П 25–27
15	Пять нулевых, два мелких, три средних, три глубоких рыхления и одно глубокое чизельное	Н	М 12–14
16	Девять нулевых, четыре мелких рыхления, два глубоких чизельных	Н	Д 10–12

**Примечание:** В – вспашка, Б – безотвальная обработка, П– плоскорезное рыхление, М – мелкое рыхление, Д – дискование, Н – нулевая (без осенней обработки).

– количество корневых и пожнивных остатков определялось уравнением регрессии, выведенным на кафедре земледелия и ТППР ОГАУ. Многолетними исследованиями установлено нормативное соотношение между урожайностью и количеством растительных остатков (Кислов А.В., Долматов А.П., Раваева Е.Л., 2003; Кашеев А.В., 2005);

– экономическая эффективность – результаты исследований выполнены с помощью ПЭВМ, на основе технологических карт по нормативам и расценкам в сопоставимых ценах;

– энергетическая оценка осуществлена по совокупным затратам энерго-ресурсов на возделывание гороха и накопленной потенциальной энергии в урожае с использованием методики Оренбургского ГАУ (Лухменев В.П., Шпартаков К.В., Чугунова Н.С., 1998).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Влияние приемов основной обработки почвы на ее агрофизические свойства в посевах гороха

Минимализация не ухудшила агрофизические свойства почвы (табл. 2). Перед посевом почва не отличалась высокой плотностью, верхние 0–10 и 10–20 см были рыхлыми на всех вариантах обработки, чему во многом способствовало также внесение в почву соломы озимой пшеницы. В слое 20–30 см, особенно на вариантах с мелким рыхлением (3; 11; 15; 16), плотность почвы достигала близких равновесным показателей – 1,22–1,24 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 2 – Плотность сложения пахотного слоя под посевом гороха в среднем за 3 года (2008–2010)

№ варианта	Способ основной обработки и глубина, см		Плотность почвы по слоям, г/см <sup>3</sup>							
			весной в начале вегетации				в конце вегетации			
	в пару под озимую пшеницу	под горох	0–10	10–20	20–30	0–30	0–10	10–20	20–30	0–30
1	В 28–30	В 25–27	1,03	1,15	1,19	1,16	1,04	1,16	1,22	1,14
2	В 28–30	П 25–27	1,04	1,15	1,19	1,13	1,07	1,18	1,18	1,15
3	В 28–30	М 12–14	1,05	1,16	1,22	1,14	1,07	1,18	1,22	1,16
4	В 28–30	Д 10–12	1,03	1,19	1,20	1,14	1,11	1,17	1,24	1,17
6	Б 28–30	П 25–27	1,09	1,17	1,23	1,17	1,17	1,19	1,25	1,18
11	М 12–14	М 12–14	1,05	1,15	1,24	1,15	1,10	1,21	1,23	1,17
15	Н	М 12–14	1,04	1,17	1,23	1,15	1,06	1,21	1,24	1,17
16	Н	Д 10–12	1,06	1,17	1,23	1,15	1,06	1,20	1,24	1,17

Ко времени уборки происходило наибольшее уплотнение горизонта 10–20 см на минимальных фонах до 1,19–1,21 г/см<sup>3</sup>, но в среднем по пахотному 0–30 см слою она колебалась в пределах 1,14–1,18 г/см<sup>3</sup>.

Общая пористость не опускалась весной ниже 56,0–56,8%, что обеспечивало при хорошем увлажнении почвы пористость аэрации на уровне более 20% (табл. 3).

Таблица 3 – Строение пахотного слоя почвы под посевами гороха в среднем за 2008–2010 гг.

№ варианта	Способ основной обработки и глубина, см		Весной в начале вегетации			В конце вегетации		
	в пару под озимую пшеницу	по горох	объем твердой фазы почвы, %	пористость, %		объем твердой фазы почвы, %	пористость, %	
				общая	аэрации		общая	аэрации
1	В 28–30	В 25–27	43,2	56,8	19,8	43,5	56,5	41,2
2	В 28–30	П 25–27	43,2	56,8	22,5	44,2	55,8	40,6
3	В 28–30	М 12–14	43,8	56,2	20,7	44,3	55,7	40,2
4	В 28–30	Д 10–12	43,7	56,3	23,4	44,8	55,2	39,7
6	Б 28–30	П 25–27	44,7	56,4	22,0	45,3	54,3	38,5
11	М 12–14	М 12–14	43,9	56,1	22,7	45,2	54,5	39,7
15	Н	М 12–14	43,9	56,1	22,1	45,0	55,0	38,9
16	Н	Д 10–12	44,0	56,0	20,0	44,8	55,2	39,1

Ко времени уборки общая пористость оставалась по существу на прежнем уровне, что и весной, а пористость аэрации достигла 38,5–41,2% за счет уменьшения влажности и объема воды в порах.

Сопоставление агрофизических показателей с полученной урожайностью показывает, что увеличение средней плотности в нижних горизонтах до 1,24–1,25 г/см<sup>3</sup> не сказалось на урожайности, но снижение пористости аэрации в связи с большим насыщением водой верхнего слоя почвы весной на мелких обработках явилось одной из причин формирования более низкого урожая на 16-м варианте.

### **Водопотребление и расход влаги в посевах гороха в зависимости от приемов основной обработки почвы**

В годы исследований наблюдались резкие колебания погодных условий, особенно в части выпадения осадков во время вегетационного периода, а также температурного режима. Поэтому различия отдельных лет снивелированы в средних за 3 года значениях (табл. 4). Из данных таблицы видно, что в среднем за три года наибольшее количество влаги было накоплено по

вспашке 184,4 мм. Причем практически 60% ее было сосредоточено в слое 0–50 см, а 40% – в слое 50–100 см. Также заслуживают внимания мелкие обработки на 12–14 см, по которым продуктивной влаги было накоплено 166,7 и 169,4 мм соответственно. Меньше всего влаги было накоплено по мелкой обработке на 10–12 см, идущей после безотвального рыхления.

После уборки меньшие остаточные запасы влаги были на вариантах с плоскорезной обработкой и вспашкой на глубину 25–27 см, что связано с формированием здесь большего урожая.

Таблица 4 – Водопотребление в посевах гороха в среднем за 3 года (2008–2010 гг.)

№ варианта	Способы основной обработки и глубина, см		Запасы продуктивной влаги, мм			Количество израсходованной влаги, мм	Урожайность, ц/га	Коэффициент водопотребления, мм/ц
	в пару под озимую пшеницу	под горох	слой, см	весной	после уборки			
1	В 28–30	В 25–27	0–30 0–50 0–100	67,9 126,0 184,4	0,7 3,1 25,5	225,7	13,8	16,4
2	В 28–30	П 25–27	0–30 0–50 0–100	59,8 97,9 157,7	2,4 7,5 20,7	203,9	15,1	13,5
3	В 28–30	М 12–14	0–30 0–50 0–100	63,5 103,3 166,7	3,5 7,9 26,4	207,3	14,1	14,7
4	В 28–30	Д 10–12	0–30 0–50 0–100	55,5 88,7 143,8	3,4 7,7 25,1	185,7	14,7	13,5
6	Б 28–30	П 25–27	0–30 0–50 0–100	55,0 90,4 149,4	4,7 6,4 28,5	187,9	14,9	14,7
11	М-12–14	М-12–14	0–30 0–50 0–100	57,2 87,7 151,6	1,4 5,2 28,1	190,5	12,9	14,8
15	Нулевая	М-12–14	0–30 0–50 0–100	58,9 98,7 158,5	5,3 9,2 31,6	193,9	13,9	13,9
16	Нулевая	Д-10–12	0–30 0–50 0–100	64,9 104,0 169,4	5,5 10,7 34,6	215,7	12,7	17,0

Более эффективно влага использовалась на плоскорезной обработке, где коэффициент водопотребления составил 12,6 мм/ц, а вот самый высокий коэффициент водопотребления был отмечен на 16-м варианте системы 17,0 мм/ц.

На формирование всего урожая при отвальной вспашке расходовалось 225,7 мм влаги, в то время как на минимальных системах было израсходовано соответственно от 185,7 до 215,7 мм. А вот при применении плоскореза количество израсходованной влаги было равно 187,9 и 203,9 мм.

### **Засоренность посевов в зависимости от способов основной обработки почвы**

В посевах гороха встречались однолетние сорняки, а именно: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), щирица жмидовидная (*Amaranthus blitoides* S. Wats.), ежовник (*Echinochloa crus-galli* L.), марь белая (*Chenopodium album*), гречишка вьюнковая (*Polygonum convolvulus* L.). Многолетние сорняки были представлены только двудольными корнеотпрысковыми растениями, такими как полевой (*Sonchus arvensis* L.), молочай лозный (*Euphorbia villosa*), латук татарский (*Lactuca tatarica* L.) вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), с превосходством первых двух. Из этого следует, что тип засоренности на опытном участке – малолетне-корнеотпрысковый, типичный для большинства хозяйств центральной зоны области.

Наблюдения за засоренностью гороха показали, что он обладает достаточно большой конкурентной способностью в борьбе с сорняками, поэтому его возможно размещать не только после озимых предшественников. Вспашка имела существенное преимущество перед другими обработками в части борьбы с сорняками. При мелком рыхлении культиватором Смарагд на 12–14 см численность многолетних сорняков весной в среднем за три года была практически такой же, что и на вспашке, а вот малолетних было меньше, чем при плоскорезной и мелкой обработке дисковыми на глубину 10–12 см.

### **Влияние соломы гороха на воспроизводство органического вещества в почве**

После уборки гороха в среднем за 3 года наибольшее количество органического вещества в почву поступило после плоскорезной обработки, идущей после вспашки (вариант 2) – 47,0 ц/га, затем в убывающем порядке мелкая обработка на глубину 10–12 см, идущая после вспашки 46,0 ц/га, мелкая обработка на глубину 12–14 см орудием Смарагд – 44,5–42,8 ц/га, вспашка 43,9 ц/га и минимальная обработка на глубину 10–12 см, идущая после нулевой обработки орудием БДТ-720 – 42,1 ц/га.

Органические остатки служат источником подвижных форм азота, фосфора и калия для последующих культур. В таблице 5 приведены данные по поступлению в почву с растительными остатками гороха азота, фосфора и калия, в зависимости от приемов основной обработки почвы.

С соломой и пожнивно-корневыми остатками гороха при возделывании его по традиционной технологии в почву поступило 76 кг/га азота, 11 кг/га фосфора и 67 кг/га калия, на варианте с использованием плоскореза в почву поступило соответственно 80 кг/га азота, 11 кг/га фосфора и 72 кг/га калия.

Кроме этого, за счет фиксации азота воздуха после гороха в почве накапливается достаточное количество легкодоступного азота, что также является положительным фактором.

Таблица 5 – Поступление питательных веществ в почву с растительными остатками гороха в зависимости от приемов обработки почвы, кг/га (2008–2010 гг.)

№ варианта	Способ и глубина обработки, см		Солома			Пожнивные остатки			Корневые остатки			Общее поступление макроэлементов		
	в пару под озимую пшеницу	под горох	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	В 28–30	В 25–27	38	5	48	9	1	6	29	5	13	76	11	67
2	В 28–30	П 25–27	41	5	52	9	1	6	30	5	14	80	11	72
3	В 28–30	М 12–14	38	5	49	9	1	6	29	5	13	76	11	68
4	В 28–30	Д 10–12	40	5	51	9	1	6	30	5	14	79	11	71
6	Б 28–30	П 25–27	39	5	50	9	1	6	30	5	13	78	11	69
11	М 12–14	М 12–14	35	4	45	8	1	5	27	4	12	70	9	62
15	Н	М 12–14	37	5	48	9	1	5	29	5	13	75	11	66
16	Н	Д 10–12	36	4	46	9	1	5	27	4	12	69	9	63

### Особенности формирования урожая гороха при ресурсосберегающих технологиях возделывания

В формировании высокопродуктивных агроценозов гороха важное значение имеют полевая всхожесть, выживаемость и сохранность растений к уборке.

Из таблицы 6 видно, что на начальном этапе развития гороха при норме высева 120 шт/м<sup>2</sup> лучшие данные были получены на вариантах вспашка после вспашки и плоскорезная обработка после вспашки, где густота стояния растений при полных всходах составила 102 и 98 шт/м<sup>2</sup> соответственно.

В то время как на вариантах минимальных обработок на глубину 10–12 и 12–14 см густота стояния растений при полных всходах составила 89 и 86 шт/м<sup>2</sup> соответственно. По-видимому, это связано с влиянием пожнивных остатков соломы, которая заделывается в почву этими орудиями.

Наибольшая сохранность растений ко времени уборки в среднем за три года наблюдалась на вариантах с мелким рыхлением на глубину 12–14 см, идущим после нулевой обработки, и плоскорезным рыхлением на глубину 25–27 см, идущим после вспашки, и составила соответственно 87,4 и 87,5%, что связано с лучшими условиями произрастания. Наименьшая сохранность растений ко времени уборки наблюдалась на вариантах с мелким рыхлением на глубину 12–14 см, идущим после вспашки и плоскорезной обработки, идущей по безотвальной, и составила 75,3 и 78,1% соответственно, что связано с худшими условиями произрастания.

Таблица 6 – Полевая всхожесть, сохранность и выживаемость растений гороха в среднем за 2008–2010 гг.

№	Обработка почвы		Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup>		Полевая всхожесть, %	Сохранность, %	Выживаемость, %
	в пару	под горох	при полных всходах	перед уборкой			
1	В-28–30	В-25–27	102	83	84,7	83,9	69,4
2	В-28–30	П-25–27	98	82	81,4	87,4	68,6
3	В-28–30	М-12–14	90	77	75,4	75,3	55,8
4	В-28–30	Д-10–12	96	77	79,5	80,8	64,1
6	Б-28–30	П-25–27	96	75	80,0	78,1	62,2
11	М-12–14	М-12–14	99	81	81,7	82,7	67,5
15	Нулевая	М-12–14	86	74	72,0	87,5	61,3
16	Нулевая	Д-10–12	89	73	73,9	82,6	60,8

Важнейшим критерием эффективности агроприемов является урожайность культуры. Данные по урожайности, полученные при применении различных способов основной обработки почвы под горох, сильно отличаются по вариантам, что говорит об изменяющихся условиях произрастания растений при той или иной основной обработке почвы (табл. 7, 8).

Самая низкая урожайность гороха получена при двукратной мелкой обработке в пару и непосредственно под горох (варианты 11, 12 и 16) – 11,8; 12,9 и 12,7 ц/га (табл. 8). В то же время при мелком рыхлении под горох на фоне вспашки в пару она составила 14,1 и 14,4 ц/га. Наибольшая урожайность зерна – 15,1; 14,9; 16,0 и 14,8 ц/га – была получена на вариантах 2, 6, 10, 14 соответственно, т.е. там, где обработку проводили плоскорезом.

Применение мелких обработок под горох после озимой пшеницы целесообразно осуществлять в годы с повышенным количеством осадков, в остальные же годы необходимо применять плоскорезное рыхление, что позволит минимизировать потери от засухи.

Дисперсный анализ данных урожайности показал, что во все годы исследований между изучаемыми вариантами имелись существенные различия, а опыты проведены с достаточной для полевых экспериментов точностью.

Таблица 7 – Урожайность гороха в зависимости от способов основной обработки почвы, ц/га (среднее за 3 года)

Обработка почвы в пару под озимую пшеницу. Фактор А	Обработка почвы под горох (Фактор Б)				Среднее по фактору А
	вспашка 25–27 см	плоскорезное рыхление 25–27 см	мелкое рыхление Смарагд 12–14 см	мелкое рыхление БДТ-720 10–12 см	
Вспашка 28–30 см	13,8	15,1	14,1	14,7	14,4
Безотвальное рыхление 28–30 см	14,4	14,9	13,6	14,1	14,3
Мелкое рыхление 12–14 см	15,0	16,0	12,9	11,8	13,9
Нулевая, весной ОПО 4,25 10–12 см	13,8	14,8	13,9	12,7	13,8
Среднее по фактору Б	14,3	15,2	13,6	13,3	

### **Экономическая и энергетическая эффективность возделывания гороха в зависимости от обработки почвы**

Оценка экономической эффективности производства гороха в опытах проводилась по средней за три года урожайности, в зависимости от способа обработки почвы.

Расчеты показали, что высокая урожайность 15,2 ц/га при плоскорезном рыхлении на 25–27 см обеспечила и самую низкую себестоимость 1 тонны



Таблица 8 – Урожайность гороха в зависимости от обработки почвы

№ системы	Способ и глубина обработки почвы, см		Урожайность, ц/га			
	в пару под озимую пшеницу	под горох	2008	2009	2010	Средняя
1	Д-8-10 В-28-30	В-25-27	23,2	15,3	2,9	13,8
2	Д-8-10 В-28-30	П-25-27	24,1	17,5	3,6	15,1
3	Д-8-10 В-28-30	М-12-14	25,4	14,6	2,2	14,1
4	Д-8-10 В-28-30	Д-10-12	25,2	16,3	2,6	14,7
5	Д-8-10 Б-28-30	В-25-27	25,8	15,1	2,4	14,4
6	Д-8-10 Б-28-30	П-25-27	24,3	17,2	3,2	14,9
7	Д-8-10 Б-28-30	М-12-14	25,5	13,0	2,3	13,6
8	Д-8-10 Б-28-30	Д-10-12	24,7	15,7	1,8	14,1
9	Д-8-10 М-12-14	В-25-27	25,4	17,0	2,5	15,0
10	Д-8-10 М-12-14	П-25-27	27,4	17,7	2,8	16,0
11	Д-8-10 М-12-14	М-12-14	24,9	12,3	1,4	12,9
12	Д-8-10 М-12-14	Д-10-12	21,2	12,4	1,7	11,8
13	Нулевая, весной Д-8-10 М-10-12	В-25-27	23,1	16,5	1,7	13,8
14	Нулевая, весной Д-8-10 М-10-12	П-25-27	22,7	18,2	3,6	14,8
15	Нулевая, весной Д-8-10 М-10-12	М-12-14	24,7	15,3	1,8	13,9
16	Нулевая, весной Д-8-10 М-10-12	Д-10-12	20,8	15,9	1,5	12,7
НСР <sub>05</sub> , ц/га			2,38	0,69	0,20	

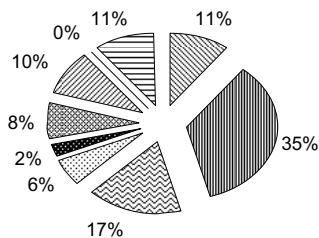
зерна – 2476,5 руб. А вот при мелком рыхлении на глубину 12–14 см и дисковании на глубину 10–12 см себестоимость была равна 2609,5 и 2665,0 руб. соответственно. Самая высокая себестоимость одной тонны зерна гороха сложилась по вспашке и составила 2781,7 руб. (табл. 9, рис. 2).

На вспашке производственные затраты были наибольшими и составили 3977,9 руб. на 1 га. Замена вспашки мелким рыхлением на глубину 12–14 см или дискованием на глубину 10–12 хоть и приводит к снижению производственных затрат на 428,9 и 433,4 руб., но не обеспечивает повышение урожайности гороха, а снижение составляло 0,7 и 1,0 ц с 1 га.

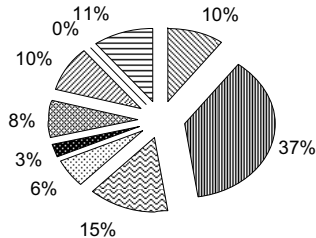
Таблица 9 – Экономическая и энергетическая эффективность выращивания гороха в зависимости от системы обработки почвы (2008–2010 гг.)

Показатели	Варианты обработки и глубина (см)			
	В 25–27	П 25–27	Смарагд 12–14	БДТ-720
Урожайность зерна, ц/га	14,3	15,2	13,6	13,3
Стоимость продукции, руб.	7150	7600	6800	6650
Производственные затраты, руб./га	3977,9	3764,3	3549,0	3544,5
Себестоимость 1 т зерна, руб.	2781,7	2476,5	2609,5	2665,0
Условно чистый доход, руб с 1 га	3172,1	3838,7	3251,0	3105,5
с 1 т продукции	2218,3	2523,5	2390,5	2335,0
Рентабельность, %	79,7	101,9	91,6	87,6
Затраты труда, чел./час:				
на 1 га	2,43	2,21	2,06	2,02
на 1 т продукции	1,71	1,45	1,54	1,53
Затраты топлива, кг:				
на 1 га	35,38	29,58	29,78	26,08
на 1 т продукции	24,91	19,46	22,39	19,75
Содержание энергии в урожае, МДж/га	18161	19304	17272	16891
Затраты совокупной энергии МДж/га	14473	14104	14133	13952
Коэффициент энергетической эффективности	1,25	1,36	1,22	1,21
Энергетическая себестоимость 1 ц зерна, МДж	1012	928	1039	1049
Чистый энергетический доход, МДж/га	3688	5200	3139	2939

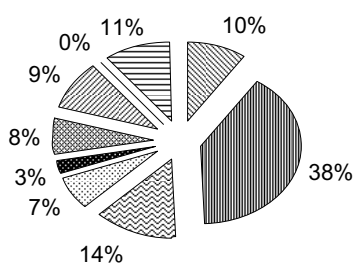
### Вспашка, 25–27 см



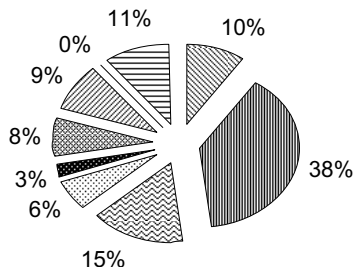
### Плоскорезное рыхление, 25–27 см



### БДТ-720, 10–12 см



### Смарагд, 12–14 см



- |                    |                     |                  |
|--------------------|---------------------|------------------|
| ▨ Землепользование | ▨ Текущий ремонт    | ▨ Ядохимикаты    |
| ▨ ГСМ              | ▨ Накладные расходы | ▨ Амортизация    |
| ▨ Автотранспорт    | ▨ Семена            | ▨ Электроэнергия |

Рис. 2 – Структура статей затрат на выращивание гороха в зависимости от технологии обработки почвы

Плоскорезная же обработка обеспечила не только снижение производственных затрат на 213,6 руб. с каждого гектара, но и высокую урожайность по сравнению со вспашкой на 0,9 ц/га.

Применение в качестве основной обработки плоскореза позволяет экономить 6,2 кг/га топлива по сравнению со вспашкой. А обработки с использованием орудия Смарагд на глубину 12–14 см и дискатора на глубину 10–12 см позволяют экономить соответственно 5,6 и 9,3 кг топлива с каждого гектара, что существенно влияет на себестоимость продукции.

Увеличение производительности труда при ресурсосберегающей технологии выращивания гороха позволило сократить потребление трудовых ресурсов: при проведении вспашки затраты труда на 1 га составили 2,43 чел.-ч, при плоскорезной обработке – 2,21 чел.-ч и при мелком рыхлении и диско-

вании – 2,06 и 2,02 чел.-ч соответственно. В результате производство зерна гороха отличалось наименьшей трудоемкостью при применении в качестве основной обработки плоскореза, где затраты труда на 1 ц зерна на 12,0% меньше, чем на вспашке. В среднем за все годы исследований наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности 1,36 обеспечивала ресурсосберегающая технология обработки почвы с использованием плоскореза. Из таблицы 8 видно, что энергетический коэффициент при классической отвальной вспашке был равен 1,25, а при минимальных обработках орудиями Смарагд и БДТ-720 – 1,22 и 1,21 соответственно. Из этого следует, что минимальные обработки не имеют преимущества по сравнению со вспашкой.

Расчетные данные показывают, что самая низкая энергетическая себестоимость была получена при плоскорезном рыхлении и составила 928 МДж на 1 ц зерна, а самая высокая – 1049 МДж на 1 ц зерна при обработке орудием БДТ-720. Вспашка и обработка орудием Смарагд занимали промежуточное положение, их значения были равны 1012 и 1039 МДж на 1 ц зерна.

## ВЫВОДЫ

1. В зоне рискованного земледелия Оренбургского Предуралья производство гороха является одним из основных источников получения растительного белка. Его возделывание позволяет не только стабильно получать 15,2–13,2 ц/га зерна, но и обогащать почву ассимилированным из воздуха азотом, что повышает ее биологическую активность и плодородие.

2. Агрофизические свойства черноземов южных позволяют применять ресурсосберегающие технологии под горох. За все годы исследований максимальная плотность почвы в слое 10–30 см на минимальных фонах ко времени посева гороха достигала равновесных значений 1,23–1,25 г/см<sup>3</sup>, что соответствовало общей пористости на уровне 54,5–58,1% и было вполне достаточно для гороха. Однако двукратное повторение минимальных обработок приводило к снижению пористости аэрации до 14,0–22,2% при высокой влажности почвы весной и стало одной из причин более низкой урожайности при мелкой обработке (16-й вариант системы).

3. Среди способов основной обработки почвы наибольшее увлажнение метрового слоя весной в среднем за три года обеспечивала вспашка 184,4 мм, а самые низкие запасы влаги в метровом слое были отмечены при применении мелкого рыхления на глубину 10–12 см и составили 143,8 мм.

4. Современные неполегающие сорта гороха обладают достаточной конкурентной способностью в борьбе с малолетними сорняками, но совершенно не могут противостоять многолетним (осот розовый, молочай лозный). Поэтому размещение гороха после озимых по черному пару вполне оправданно.

На вспашке по сравнению с другими обработками в фазу стеблевания было отмечено самое низкое количество сорняков – 21,1 шт/м<sup>2</sup> малолетних и 0,7 шт/м<sup>2</sup> многолетних. По мере уменьшения интенсивности обработки по-

чвы количество сорняков возрастало, и самая высокая их численность была отмечена на обработке БДТ-720 – 42,1 шт/м<sup>2</sup> малолетних, 4,3 шт/м<sup>2</sup> многолетних. Плоскорезная же обработка занимала промежуточное значение.

5. С биомассой незерновой части урожая гороха в почву поступает от 4,16 до 4,70 т органики на 1 га.

6. Горох обеспечивает поступление в пахотный слой почвы с растительными остатками при рекомендуемом плоскорезном рыхлении на 25–27 см азота – 78 кг/га, фосфора – 11 и калия – 69 кг/га при выносе с урожаем зерна, соответственно – 66,6; 14,4 и 20,4 кг/га.

7. В среднем за три года исследований по четырем фонам обработки наибольшая урожайность гороха была получена при применении глубокой плоскорезной обработки на глубину 25–27 см, где она составила 15,2 ц/га. На остальных фонах урожайность была следующей: вспашка – 14,3 ц/га, мелкое рыхление Смарагд – 13,6 ц/га и БДТ-720 – 13,3, что на 6; 10 и 12% меньше по сравнению с плоскорезной обработкой.

8. Наилучшие условия для формирования высокопродуктивных агроценозов обеспечивали глубокие вспашка и плоскорезное рыхление – на 25–27 см, при которых полевая всхожесть была равна 84,7 и 81,4%, сохранность 83,9 и 87,4% и выживаемость 69,4 и 68,6%, что обеспечивало густоту стояния растений перед уборкой соответственно – 83 и 82 шт/м<sup>2</sup>, по сравнению с 73–77 шт/м<sup>2</sup> при мелком рыхлении.

9. В сравнении со вспашкой рыхление плоскорезом снизило производственные затраты на 5,3%, при мелком рыхлении – на 12–14 см и дисковании на 10–12 см затраты были меньше на 10,7 и 10,8% соответственно. В результате самая высокая рентабельность получена при применении глубокого плоскорезного рыхления – 101,9%. Ресурсосберегающие обработки орудиями Смарагд и БДТ-720 повысили рентабельность производства гороха на 11,9 и 7,9% по сравнению со вспашкой.

10. Расчеты энергетической эффективности показали, что минимализация обработки почвы приводит к существенной экономии энергии. В частности, применение плоскореза позволило повысить коэффициент энергетической эффективности по сравнению со вспашкой на 8,8%, а мелкие рыхления почвы Смарагд и БДТ-720 снизили этот коэффициент на 2,4 и 3,2% по сравнению со вспашкой в связи с уменьшением урожайности и валовой энергии в урожае.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. Взамен вспашки под горох целесообразно после стерневых предшественников и оставлении измельченной соломы на поверхности почвы проводить глубокое плоскорезное рыхление на 25–27 см, которое обеспечивает повышение урожайности на 6,3%, рентабельности – на 23,4%, снижение себестоимости зерна – на 11%. Более мелкое рыхление культиватором и дис-

ковым орудием на 12–14 и 10–12 см снижает урожайность и экономические показатели возделывания гороха.

2. Горох имеет важное значение в биологизации земледелия и воспроизводстве почвенного плодородия, оставляя до 4,6 т/га растительных остатков, а вместе с ними 78 кг/га азота, 11,0 – фосфора и 69,0 кг/га – калия.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

### **Публикации в журналах, рекомендованных ВАК**

1. Агеев, Е.М. Эффективность минимализации обработки черноземов южных под горох в Оренбургском Предуралье / Е.М. Агеев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 4. – С. 27.

2. Агеев, Е.М. Повышение эффективности выращивания зернобобовых в Оренбургской области / Е.М. Агеев, И.М. Агеев, И.В. Васильев, А.В. Кашеев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3 (27). – С. 12–14.

3. Кислов, А.В. Горох – перспективная культура в биологическом земледелии Оренбуржья / А.В. Кислов, Е.М. Агеев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 2 (26). – С. 27–28.

### **Статьи, опубликованные в журналах и научных сборниках**

4. Кислов, А.В. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность гороха в условиях Оренбургского Предуралья / А.В. Кислов, Е.М. Агеев // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. научн. тр. – Оренбург: Изд. ООО «Агентство «Пресса», 2010. – С. 239–240.

Агеев Евгений Михайлович

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА НА ЧЕРНОЗЕМАХ  
ЮЖНЫХ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Подписано в печать 12.04.11.  
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 1,0. Печать трафаретная.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times.  
Заказ № 4023. Тираж 100 экз.

Издательский центр ОГАУ  
460795, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.  
Тел.: (3532) 77-61-43