

На правах рукописи

**Калинина Ольга Леонидовна**

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМЫХ И ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ  
КУЛЬТУР ПРИ СОВМЕСТНОМ ВЕСЕННEM ПОСЕВЕ В СРЕД-  
НЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

Специальность: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Тюмень – 2016

Диссертационная работа выполнена на кафедре земледелия и землеустройства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» в 2010-2014 гг.

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Холзаков Владимир Михайлович**

**Официальные оппоненты:** **Козлова Людмила Михайловна**  
доктор с.-х. наук, ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», заведующая отделением земледелия, агрохимии и мелиорации

**Туктарова Надежда Григорьевна**  
кандидат с.-х. наук, ФБГНУ «Удмуртский НИИ-ИСХ», старший научный сотрудник

**Ведущая организация:** ФГБНУ «Уральский НИИСХ»

Защита состоится «14» сентября 2016 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.064.01 при Государственном аграрном университете Северного Зауралья по адресу: 625003, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7, тел./факс: (3452) 46-87-77; e-mail: dissTGSCHA@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при Государственном аграрном университете Северного Зауралья и на сайте университета  
<http://www.tsaa.ru>

Автореферат разослан «10» июня 2016. г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат с.-х. наук \_\_\_\_\_ Рзаева Валентина Васильевна

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы исследования.** В условиях биологизации, энергосбережения, защиты почв от эрозии и более эффективного использования почвенно-климатических ресурсов в адаптивно-ландшафтном земледелии большую роль играет осуществление принципа «зелено-белого ковра», которому отвечает совместный посев сельскохозяйственных культур. Осуществление в земледелии данного принципа в условиях Среднего Предуралья, в том числе в Удмуртской Республике, это актуальная проблема, так как из-за холмистого рельефа наблюдается водная эрозия и ухудшение плодородных свойств наиболее распространенных дерново-подзолистых почв (Вараксина Е.Г., 2008). Слабо реализуется почвенно-климатический потенциал, потенциал продуктивности озимых культур, остаются еще большие затраты в растениеводстве на единицу продукции. Урожайность зерновых культур в среднем по Удмуртской Республике не превышает 20 ц/га.

В этих условиях необходимо изыскать новые пути в целях повышения урожайности озимых культур за счет реализации принципа «зелено-белого ковра» и совместного весеннего посева озимых и яровых зерновых культур, как почвозащитных и энергосберегающих технологий, улучшающих экологофитосанитарное состояние агрофитоценозов.

При анализе научных трудов выявляется, что в земледелии применяется в настоящее время различное название многовидовых посевов (смешанные, совместные и бинарные) в отличие от одновидовых. Смешанные посевы изучены хорошо и убираются в год посева. Совместные посевы формируются по принципу «покровная культура – подсевная культура», когда покровная культура убирается в год посева, а урожай подсевной культуры убирается на следующий год. Они изучены слабо. При изучении технологии совместного посева озимых и яровых зерновых культур требуются более основательные исследования, так как данная технология возделывания может не соответствовать разным почвенно-климатическим условиям различных регионов.

### **Цель и задачи исследования:**

**Цель** – изучить влияние совместного весеннего посева озимой ржи и озимой тритикале с ячменем на формирование их урожая и общий выход продукции с 1 га пашни с целью более полного использования почвенно-климатических ресурсов Среднего Предуралья и потенциала урожайности озимой ржи и озимой тритикале.

Для осуществления этой цели ставились следующие задачи:

1. Выявить влияние разных сроков, норм и способов совместного весеннего посева на формирование урожайности и элементы ее структуры озимой ржи, озимой тритикале и ячменя.
2. Определить общий выход сухого вещества с 1 га всей биомассы озимой ржи, озимой тритикале и ячменя.
3. Изучить влияние совместного посева озимых зерновых культур и ячменя в весенний период на фитосанитарное состояние посевов.
4. Определить фотосинтетический потенциал (ФП) совместных посевов и продуктивность 1000 единиц ФП.
5. Дать экономическую и энергетическую оценку применения совместного посева ячменя и озимых зерновых культур.
6. Дать рекомендации производству по совместному весеннему посеву озимых зерновых культур и ячменя.

**Научная новизна.** Впервые на дерново-подзолистых суглинистых почвах Среднего Предуралья изучены и установлены параметры оптимальных сроков, норм высеива и способов совместного весеннего посева озимых зерновых культур с ячменем. Получены новые экспериментальные данные по формированию биомассы корней озимой ржи и озимой тритикале весеннего срока посева, продуктивной кустистости, фотосинтетического потенциала и окупаемости 1000 ед. ФП.

#### **Теоретическая и практическая значимость.**

Полученные результаты позволяют более рационально использовать почвенно-климатические ресурсы и сократить производственные затраты на производство единицы продукции при совместном весеннем посеве озимых зерновых культур с ячменем. Выявлено, что совместные посевы озимых зерновых культур с ячменем более эффективны с экономической и энергетической точки зрения, по сравнению с одновидовыми посевами. Общий выход продукции увеличивается на 20-66 %, расходы сокращаются на 24-33 %. Общий сбор сухого вещества биомассы растений (корни, солома, зерно) – в пределах 20,0-34,0 т/га вместо 15,4-16,3 т/га при одновидовом традиционном их возделывании. Выявлена их высокая экономическая и энергетическая эффективность.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Оптимальным соотношением норм высеива при совместном посеве считать 4 млн всхожих зерен ячменя (в качестве покровной культуры), 4 млн всхожих зерен озимой ржи и 3,5 млн всхожих зерен озимой тритикале;
2. Перекрестный и черезрядный способы совместного посева озимых зерновых культур и ячменя по получению урожайности зерна, показателям ее струк-

туры, по сбору сухого вещества всей биомассы растений практически равнозначны.

**Апробация работы.** Результаты исследований доложены на Всероссийских научно-практических конференциях Ижевской ГСХА: «Научное и инновационное обеспечение модернизации агропромышленного комплекса России» (2011); «Стратегия и тактика современного адаптивно-ландшафтного земледелия», (2012); «Агрохимия в Предуралье: история и современность»; «Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение» (2012); «Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях» (2013); «Наука, инновации и образование в современном АПК» (2014); «Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса» (2015). Участие в конкурсе «Десять лучших инновационных идей студентов Удмуртской Республики» (2012); на Международных научно-практических конференциях: «Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы», посвященной 70-летию Ижевской ГСХА (2013 г.); «Стратегия адаптивного ресурсо- и энергосберегающего растениеводства в XXI веке» (Орел, 2014).

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 11 научных статей, в том числе 4 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 100 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 8 глав, содержит 54 таблицы, 2 рисунка, 184 с. приложений. Список литературы включает – 209, в т. ч. на иностранных языках – 10.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **1 Общая характеристика, агротехника, рост и развитие зерновых культур в смешанных и совместных посевах**

Проведенный анализ научных публикаций показывает, что имеются сведения о применении совместного посева озимых зерновых с яровыми зерновыми культурами весной (Юрин П.В., 1979; Овсяников Ю.А., 1992; Лазарев А.П., Абрашин Ю.А., 1993; Иванов А.Л. и другие, 2008; Насыров А.Н., 2009; Демидас Н.А., 2012).

**2 Объекты, методика и условия проведения исследований.** Объектами исследования были: яровой ячмень сорт Раушан, озимая рожь сорт Фаленская 4, озимая тритикале сорт Ижевская 2.

Исследования по теме диссертации проводились на территории учебно-опытного хозяйства ОАО «Учхоз Июльское» Ижевской ГСХА, расположенного

в Воткинском районе Удмуртской Республики, относящейся к восточной части Европейской территории России – Среднему Предуралью. Среднее Предуралье входит в состав Среднерусской провинции Южно-таежно-лесной зоны (Природно-сельскохозяйственное..., 1983). Производственная проверка была проведена в СХП (колхоз) «Дружба» Дебесского района Удмуртской Республики (2014-2015 гг.).

**Полевой опыт 1** – Влияние сроков совместного весеннего посева озимой ржи с ячменем на урожайность и их фитосанитарное состояние.

**Схема опыта:** Посев в возможно ранний срок при физической спелости почвы\* (ячмень + озимая рожь) – взятый за контроль; второй срок посева – через 5 дней; третий – через 10 дней; четвертый – через 15 дней (полевой, одноФакторный).

В качестве контроля использовался ранний срок (при наступлении физической спелости почвы; 2010 г. – 6 мая; 2011 г. – 9 мая; 2012 г. – 7 мая; 2013 г. – 7 мая) как лучший для ячменя (Фатыхов И.Ш., 2001). Повторность в опыте четырехкратная, расположение делянок методом организованных повторений. Посев проводился рядовым способом с нормами высева ячменя 4 млн всхожих семян/га, озимой ржи – 3,5 млн всхожих семян/га (Иванов А. Л., 2008). Глубина посева семян ячменя – 3-4 см, озимой ржи – 2-3 см (Шпаар Д., 2000; Шарифуллин Л. Р., 1989).

**Полевой опыт 2** – Влияние норм высева совместного весеннего посева озимой ржи с ячменем на урожайность и их фитосанитарное состояние (полевой, мелкоделяночный).

**Схема опыта:** Ячмень – с нормой высева 5 млн штук всхожих семян на гектар в качестве предшественника, после уборки ячменя посев озимой ржи с нормой высева 6 млн штук всхожих семян/га (К); ячмень 4 млн/га + озимая рожь 4 млн/га; ячмень 4 млн/га + озимая рожь 3,5 млн/га; ячмень 3,5 млн/га + озимая рожь 3,5 млн/га; ячмень 3,5 млн/га + озимая рожь 3 млн/га; ячмень 3 млн/га + озимая рожь 3 млн/га; ячмень 3 млн/га + озимая рожь 2,5 млн/га.

За контроль взяты нормы ячменя 5 млн шт./га всхожих семян (Коконов С.И., 2003) и озимой ржи 6 млн шт./га всхожих семян (Фатыхов И.Ш. 1999; Бобров А.М., 1981; Палкин В.П., 2000). Делянки расположены методом систематического размещения вариантов в 3 яруса, в 6-ти кратной повторности. Размер учетной делянки – 4 м<sup>2</sup>. Посев проводился вручную, перекрестным способом. Глубина посева семян ячменя – 3-4 см, озимой ржи – 2-3 см (Шпаар Д., 2000; Шарифуллин Л. Р., 1989).

**Полевой опыт 3** – Влияние способов совместного весеннего посева озимых зерновых культур и ячменя на урожайность и их фитосанитарное состояние (полевой, мелкоделяночный).

**Схема опыта:** Ячмень с нормой высева всхожих семян 5 млн шт./га, после уборки ячменя озимая рожь с нормой высева всхожих семян 6 млн шт./га рядовым способом посева (К); ячмень 4 млн/га + озимая рожь 3,5 млн/га (перекрестный); ячмень 4 млн/га + озимая тритикале 3,5 млн/га (перекрестный); ячмень 4 млн/га + озимая рожь 3,5 млн/га (черезрядный); ячмень 4 млн/га + озимая тритикале 3,5 млн/га (черезрядный).

За контроль взяты посевы ячменя и озимой ржи рядовым способом посева с междурядьем 15 см (Фатыхов И.Ш., 1999). Методику закладки опыта № 3, смотреть в опыте № 2.

Опыты проводились в соответствии с требованиями методик опытного дела (Доспехов Б. А., 1985). Сведения по метеоусловиям – по данным бюллетеней Ижевской ГМС. При фенологических наблюдениях отмечались даты наступления основных фаз развития растений по методике Государственного сортоиспытания (Методика государственного..., 1985). Посев проводился семенами ЭС, взятых в ОАО «Учхоз Июльское» ВО Ижевской ГСХА. Анализ агрохимических свойств почвы проводили по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91]; подвижный фосфор и обменный калий – по Кирсанову в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26207-91]; гидролитическую кислотность – по Каппену потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91]; обменная кислотность (рН в солевой вытяжке) – потенциометрическим методом [ГОСТ 26483-85]; сумму обменных оснований по Каппену-Гильковицу [ГОСТ 27821-88]; степень насыщенности основаниями – расчетным методом (Радов А.С., 1978). Учет засоренности посевов проводился количественно-весовым методом, с учетом видового состава (Практикум по земледелию, 1987). Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах определяли: площадь листьев, фотосинтетический потенциал, продуктивность фотосинтеза (Практикум по физиологии..., 1999; Каюмов М.К., 1981; Каюмов М.К., 1983). Абсолютно сухая масса корней ячменя и озимых зерновых культур – методом отмычки почвенных монолитов (Практикум по земледелию, 1987). Площади монолитов – (2 рядка+2 междурядья)\*30 см с отбором слоя 0-30 см.

Качество зерна определяли: масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89; содержание сырого белка в зерне – ГОСТ 13586.1-68; содержание азота – ГОСТ 13496-93, содержание фосфора – ГОСТ 26257-97, содержание калия – ГОСТ 30504-97. Ана-

лиз структуры урожайности по методике сортоиспытания (Методика государственного..., 1985). Учет урожайности в опытах двойной – сплошной, с каждой делянки с последующим пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту [ГОСТ 12044-93, 12037-81] и по пробным площадкам ( $0,25\text{ м}^2$ )(биологическая урожайность). Существенность разницы в показаниях между вариантами устанавливали методом дисперсионного анализа, тесноту и форму связи – корелляционно-регрессионным анализом (Доспехов Б.А., 1985). Экономическая и энергетическая оценка изучаемых агротехнических мероприятий проведена на основе технологических карт возделывания по общепринятым методикам (Посыпанов Г.С., 1995; Методические указания, 1997).

Опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, наиболее распространенной в пахотных угодьях Среднего Предуралья. Почвы опытных участков выбраны типичные для региона и характеризовались средней степенью окультуренности. Содержание гумуса – низкое; подвижного фосфора – высокое; обменного калия – повышенное; обменная кислотность – слабокислая. Опыты по изучению норм и способов совместного весеннего посева ячменя с озимыми зерновыми (опыт № 2 и 3) проводились на участке с реакцией почвенного раствора близкой к нейтральной, содержанием гумуса – среднее; подвижного фосфора и обменного калия – высокое.

Выше описанные почвенные условия являются допустимыми для возделывания озимых ржи и тритикале и ячменя (Практическое руководство..., 1987; Кедрова Л.И., 2012; Ахмадиева, А.А., 2013; Серажетдинов И.В., 2012).

**Метеорологические условия проведения опытов.** Метеорологические условия вегетационного периода 2010 г. характеризовались как неблагоприятные для возделывания зерновых культур, так как осадки выпадали неравномерно. ГТК для ячменя за вегетационный период был в пределах 0,39-0,51. В 2011 г. ГТК был близкий по значениям к 1,00 (0,94-1,04); в 2012 г. – 1,46-1,56; в 2013 г. – 0,67-0,74, в 2014 г. – 2,5-3,4. Погодные условия наиболее сильно влияли на урожайность ячменя и мало влияли на урожайность озимых культур по вариантам опыта. Озимые зерновые весеннего посева развивались быстрее на 1-2 дня, по сравнению с озимыми зерновыми осеннего посева.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Влияние элементов технологии совместного весеннего посева озимых зерновых культур с ячменем на площадь листьев, фотосинтетический потенциал посевов и продуктивность 1000 единиц ФП.** При совместном весеннем посеве озимых зерновых культур с ячменем наблюдаются свои особенности формирования ФП и продуктивности 1000 единиц ФП. Так, за вегетационный пе-

риод в год весеннего посева озимая рожь, находясь в фазе кущения, формирует высокие показатели площади листьев (19,6-24,0 тыс. м<sup>2</sup>/га) и ФП посевов (2596-3156 тыс. м<sup>2</sup>/га\*сут.). За счет этого вся фотосинтетическая деятельность направлена на формирование мощной корневой системы и продуктивную кустистость, что сказывается на продуктивности 1000 единиц ФП на следующий год. На 2-ой год вегетации озимые зерновые имели среднюю площадь листьев в опыте 1 – 25,4-27,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, в опыте 2 – 29,5-33,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, в опыте 3 – 21,4-23,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, что на 9-35 % больше, чем при осеннем одновидовом посеве. Фотосинтетический потенциал на 2-ой год вегетации в опыте 1 составил – 1983-2220 тыс. м<sup>2</sup>/га\*сут, в опыте 2 – 2440-2761 тыс. м<sup>2</sup>/га\*сут., в опыте 3 – 2620-2900 тыс. м<sup>2</sup>/га\*сут., что на 9-35 % больше, чем при осеннем одновидовом посеве. Продуктивность 1000 единиц ФП в опыте 1 – 2,51-2,65 кг, в опыте 2 – 1,57-2,10 кг, в опыте 3 – 2,19-2,34 кг, а при одновидовом посеве – 1,24-1,75 кг.

**4 Влияние элементов технологии совместного весеннего посева озимых зерновых культур с ячменем на фитосанитарное состояние.** В течение вегетации растений ячменя и озимой ржи проводился учет количества сорняков, а также их воздушно-сухой массы. За годы исследований менее засоренными во всех 3-х опытах были совместные весенние посевы, по сравнению с одновидовыми. Учет корневых гнилей показал, что по развитию и пораженности ими различий между одновидовыми и совместными посевами не выявлено. Таким образом, можно сделать вывод, что в совместных посевах по сравнению с одновидовыми посевами, ухудшение фитосанитарного состояния не наблюдается.

**5 Влияние элементов технологии совместного весеннего посева озимых зерновых с ячменем на урожайность и её структуру**

**5.1 Влияние способов совместного весеннего посева озимых зерновых культур и ячменя на формирование корневой системы озимых культур.** Высокая урожайность озимой ржи, полученная при весеннем посеве, объясняется развитием мощной корневой системы. Масса корней озимой ржи перед уборкой в воздушно-сухом состоянии в контрольном варианте при осеннем посеве составила 2,82 т/га. При весеннем посеве масса корней озимой ржи была в пределах 7,64-7,76 т/га, озимой тритикале – 7,78-8,06 т/га. Получается, что при весеннем посеве озимые зерновые культуры формируют в 2,70-2,86 раза больше корней, что позволило обеспечить растениям озимой ржи необходимыми элементами питания и влагой, повысить продуктивную кустистость, увеличить количество продуктивных стеблей и, соответственно, получить высокую урожайность зерна с лучшими показателями элементов ее структуры.

Необходимо отметить, что во всех 3-х опытах совместный посев озимых зерновых культур с ячменем позволил значительно увеличить выход сухого вещества растений с 1 га, в результате чего получена большая биомасса не только надземной части растений, но и биомасса ОВ, остающаяся в почве, что положительно скажется на воспроизводстве плодородия почвы.

**5.2 Влияние сроков совместного весеннего посева на урожайность озимой ржи и ячменя.** В среднем за четыре года (2010-2013 гг.) наибольшая урожайность ячменя наблюдалась в контрольном варианте, где срок посева был максимально ранний, и составила 2,07 т/га (таблица 1). Снижение урожайности ячменя наблюдалось при более поздних сроках посева на 0,82-1,64 т/га при НСР<sub>05</sub> – 0,59 т/га. Это обусловлено снижением влажности почвы.

Урожайность озимой ржи (2011-2014 гг.) была в пределах 4,74-5,41 т/га. Значительное снижение наблюдалось только в варианте посева через 5 дней после оптимального срока и составило 0,53 т/га, при НСР<sub>05</sub> – 0,23 т/га. Анализ динамики численности растений озимой ржи показывает, что при норме высева 3,5 млн/га количество всходов было наибольшим, в пределах 263-267 шт./м<sup>2</sup> (75-76%).

Таблица 1 – Влияние сроков посева на урожайность, элементы структуры и сбор сухого вещества ячменя и озимой ржи при их совместном посеве весной, 2010-2014 гг.

Варианты	Урожайность		Густота стояния продуктивных стеблей		Продуктивность колоса		Сбор сухого вещества	
	т/га	откл.	шт./м <sup>2</sup>	откл.	г	откл.	т/га	откл.
1. Ячмень + озимая рожь при ФСП (К)	<u>2,07</u> 5,27**	-	<u>350</u> 511	-	<u>0,63</u> 1,09	-	<u>6,0</u> 20,8	-
2. Ячмень + озимая рожь через 5 дней от первого срока посева	<u>1,26</u> 4,74	<u>-0,81</u> -0,41	<u>268</u> 491	<u>-82</u> -20	<u>0,52</u> 1,02	<u>-0,12</u> -0,07	<u>4,0</u> 19,0	<u>-2,0</u> -1,8
3. Ячмень + озимая рожь через 10 дней от первого срока посева	<u>0,88</u> 5,30	<u>-1,19</u> -0,10	<u>214</u> 507	<u>-136</u> -4	<u>0,48</u> 1,06	<u>-0,15</u> -0,03	<u>3,1</u> 19,5	<u>-2,9</u> -1,3
4. Ячмень + озимая рожь через 15 дней от первого срока посева	<u>0,43</u> 5,41	<u>-1,64</u> 0,05	<u>134</u> 515	<u>-216</u> 4	<u>0,40</u> 1,09	<u>-0,24</u> 0	<u>2,0</u> 19,5	<u>-4,0</u> -1,3
НСР <sub>05</sub>	-	0,59 0,29	-	69 21	-	0,06 0,10	-	1,4 0,8

\* - урожайность ячменя, т/га; \*\* - урожайность озимой ржи, т/га

Перед уходом в зиму в конце первого года вегетации количество растений озимой ржи снизилось до 127-132 шт./м<sup>2</sup>. Перезимовало около 76% растений, а к уборке сохранилось 74-77 шт./м<sup>2</sup>. Урожайность более 5 т/га была обеспечена высокой продуктивной кустистостью (6,34-7,22) и большей продуктивностью колоса.

Сбор сухого вещества растений ячменя (зерно, солома, корневые остатки) в среднем за четыре года (2010-2013 гг.) в контрольном варианте составил 6 т/га, что на 2,0-4,0 т/га больше, чем в более поздние сроки посева, при НСР<sub>05</sub> – 1,4 т/га. Озимая рожь (2011-2014 гг.) сформировала сухого вещества в пределах 19,0-20,8 т/га. Существенное снижение отмечалось в вариантах более поздних сроков посева – на 1,3-1,8 т/га (НСР<sub>05</sub> – 0,8 т/га).

**5.3 Влияние норм высеива на биологическую урожайность озимой ржи и ячменя при их совместном посеве весной.** Биологическая урожайность ячменя при норме высеива 5 млн всхожих семян/га в контроле в среднем за 3 года (2010, 2011, 2013) составила 205 г/м<sup>2</sup> (таблица 2). Снижение же урожайности ячменя происходит при норме высеива 3,5-3,0 млн/га. Озимая рожь в контроле при одновидовом посеве сформировала в среднем за 3 года (2011, 2012, 2014) 368 г/м<sup>2</sup>. При совместном посеве во всех вариантах опыта, кроме 7-го (ячмень 3 млн + озимая рожь 2,5 млн/га), биологическая урожайность составила 555-666 г/м<sup>2</sup>, или на 50,8-81,0 % выше контроля.

Анализ элементов структуры урожайности показывает, что такая разница в урожайности озимой ржи одновидового и совместного посева объясняется показателями количества продуктивных стеблей в растении, за счет высокой продуктивной кустистости. Если количество продуктивных стеблей при одновидовом посеве в рекомендуемые сроки в опыте равнялась в среднем за 3 года (2011, 2012, 2014) 391 шт./м<sup>2</sup>, то при совместном весеннем посеве с ячменем их было в пределах 582-621 шт./м<sup>2</sup>, или на 49-59% больше, несмотря на меньшее количество растений. Продуктивность колоса при одновидовом посеве равнялась 0,71 г, а при совместном она была в пределах 0,97-1,02 г, или больше на 36,6-43,6%.

Таблица 2 – Влияние норм высева на биологическую урожайность, элементы структуры и сбор сухого вещества совместного посева весной озимой ржи с ячменем, 2010-2014 гг.

Варианты	Урожайность		Продуктивность колоса		Количество продуктивных стеблей		Сбор сухого вещества	
	г/м <sup>2</sup>	откл.	г	откл.	шт./м <sup>2</sup>	откл.	т/га	откл.
1. Ячмень 5 млн/га, Озимая рожь 6 млн/га (К)	<u>205</u> <sup>*</sup> 368 <sup>**</sup>	-	<u>0,51</u> 0,71	-	<u>395</u> 531	-	<u>5,9</u> 10,4	-
2. Ячмень 4 млн/га + Озимая рожь 4 млн/га	<u>192</u> 666	<u>-12</u> 298	<u>0,50</u> 0,98	<u>-0,01</u> 0,27	<u>382</u> 672	<u>-13</u> 141	<u>5,4</u> 20,8	<u>-0,6</u> 10,5
3. Ячмень 4 млн/га + Озимая рожь 3,5 млн/га	<u>187</u> 611	<u>-18</u> 243	<u>0,48</u> 1,02	<u>-0,03</u> 0,31	<u>381</u> 600	<u>-14</u> 69	<u>5,3</u> 20,2	<u>-0,6</u> 9,8
4. Ячмень 3,5 млн/га + Озимая рожь 3,5 млн/га	<u>169</u> 631	<u>-34</u> 263	<u>0,49</u> 1,00	<u>-0,02</u> 0,29	<u>346</u> 633	<u>-49</u> 102	<u>4,9</u> 20,5	<u>-1,0</u> 10,1
5. Ячмень 3,5 млн/га + Озимая рожь 3 млн/га	<u>164</u> 581	<u>-41</u> 213	<u>0,48</u> 1,00	<u>-0,03</u> 0,29	<u>345</u> 586	<u>-50</u> 55	<u>4,7</u> 19,4	<u>-1,2</u> 9,0
6. Ячмень 3 млн/га + Озимая рожь 3 млн/га	<u>145</u> 555	<u>-60</u> 187	<u>0,51</u> 1,00	<u>0</u> 0,26	<u>288</u> 554	<u>-107</u> 23	<u>4,1</u> 19,0	<u>-1,9</u> 8,6
7. Ячмень 3 млн/га + Озимая рожь 2,5 млн/га	<u>125</u> 548	<u>-80</u> 96	<u>0,46</u> 0,97	<u>-0,05</u> 0,26	<u>276</u> 476	<u>-119</u> -55	<u>3,7</u> 16,5	<u>-2,2</u> 6,1
HCP <sub>05</sub>	-		<u>34</u> 103	-	<u>0,05</u> 0,05	-	<u>56</u> 99	-
								<u>0,8</u> 2,3

\* - урожайность ячменя, г/м<sup>2</sup>; \*\* - урожайность озимой ржи, г/м<sup>2</sup>

Сбор сухого вещества всей биомассы ячменя и озимой ржи в контроле составил 16,3 т/га, а в вариантах совместного весеннего посева их находился в пределах 20,2-26,2 т/га, что больше контроля на 24,0-60,7%.

**5.4 Влияние способов совместного весеннего посева озимых зерновых культур с ячменем на биологическую урожайность.** Биологическая урожайность ячменя в среднем за 3 года находилась на уровне – 177-211 г/м<sup>2</sup> (таблица 3). Различия по урожайности ячменя в вариантах опыта статистически не доказываются ( $F_{\phi} < F_t$ ). Озимые зерновые культуры (озимая рожь и озимая тритикале) весеннего посева имели среднюю биологическую урожайность по вариантам опыта в пределах 643-673 г/м<sup>2</sup>, то есть на 325-356 г/м<sup>2</sup>, или в два и более раза большее урожайности озимой ржи традиционного срока посева. Наибольшая урожайность озимой ржи была получена в более благополучном 2014 г. при перекрестном способе посева – 855 г/м<sup>2</sup>, озимой тритикале – 865 г/м<sup>2</sup>.

Процент перезимовки озимых осеннего посева был на уровне 85%, весеннего – 73-76%. Перед уборкой растений озимой ржи осеннего посева в среднем было около 144 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 3 – Влияние способов посева на биологическую урожайность, элементы структуры и сбор сухого вещества озимых зерновых культур при их совместном посеве весной с ячменем, 2010-2014 гг.

Варианты	Урожайность		Продуктивность колоса		Количество продуктивных стеблей		Сбор сухого вещества	
	г/м <sup>2</sup>	откл.	г		шт./м <sup>2</sup>	откл.	т/га	откл.
1. Ячмень, Озимая рожь (К) (рядовой)	<u>211</u> 311**	-	<u>0,52</u> 0,80	-	<u>402</u> 391	-	<u>5,8</u> 9,4	-
2. Ячмень + Озимая рожь (перекрестно)	<u>185</u> 643	<u>-26</u> 332	<u>0,55</u> 1,10	<u>0,03</u> 0,30	<u>337</u> 582	<u>-65</u> 191	<u>5,4</u> 21,5	<u>-0,4</u> 12,1
3. Ячмень + Озимая тритикале (перекрестно)	<u>192</u> 653	<u>-19</u> 342	<u>0,53</u> 1,10	<u>0,01</u> 0,30	<u>362</u> 592	<u>-40</u> 201	<u>5,5</u> 21,9	<u>-0,3</u> 12,4
4. Ячмень + Озимая рожь (черезрядно)	<u>177</u> 667	<u>-34</u> 356	<u>0,51</u> 1,09	<u>-0,01</u> 0,29	<u>349</u> 617	<u>-53</u> 226	<u>5,3</u> 22,3	<u>-0,5</u> 12,9
5. Ячмень + Озимая тритикале (черезрядно)	<u>184</u> 673	<u>-27</u> 362	<u>0,52</u> 1,09	<u>0</u> 0,29	<u>356</u> 621	<u>-46</u> 230	<u>5,5</u> 22,7	<u>-0,3</u> 13,3
HCP <sub>05</sub>	-	<u>96</u> 128	-	<u>0,10</u> 0,05	-	<u>131</u> 111	-	<u>2,3</u> 2,8

\* - урожайность ячменя, г/м<sup>2</sup>; \*\* - урожайность озимой ржи, г/м<sup>2</sup>

Растений озимых весеннего посева было на 56-58 шт./м<sup>2</sup> меньше, при HCP<sub>05</sub> – 28 шт./м<sup>2</sup>. Но за счет высокой продуктивной кустистости (6,62-7,16) при весеннем сроке посева количество продуктивных стеблей было выше на 192-230 шт./м<sup>2</sup>, при HCP<sub>05</sub> – 111 шт./м<sup>2</sup>, по сравнению с рядовым осенним посевом. Продуктивность колоса озимых зерновых культур весеннего посева была в пределах 1,09-1,10 г, то есть выше, чем у ржи, посевной в рекомендуемые сроки, на 0,29-0,31 г, или на 36,2-37,5%, по сравнению с контролем – 0,80 г, при HCP<sub>05</sub> – 0,05 г. Такая же закономерность наблюдалась и по массе 1000 зерен.

По урожайности ячменя и озимых культур (озимой ржи и озимой тритикале) и элементам ее структуры разница между перекрестным и черезрядным способами посева не выявлена.

Сбор общего сухого вещества растений ячменя в среднем за 3 года составил 5,09-5,57 т/га. Различия по выходу сухого вещества с гектара посева так же не существенны. Сбор сухого вещества озимых культур весеннего посева был в пределах 21,5-22,7 т/га, что на 12,1-13,3 т/га, или 128,7-141,5% больше (HCP<sub>05</sub> –

2,8 т/га) по сравнению со сбором сухого вещества озимой ржи, посевной в рекомендуемые сроки – 9,4 т/га.

**6 Влияние сроков совместного весеннего посева на качество зерновых культур.** Анализ содержания элементов питания в зерне и соломе ячменя показал, что наблюдаются существенные изменения по содержанию азота. Больше азота в зерне и соломе ячменя было при посеве через 15 дней после первого срока посева – на 0,52% в зерне, при НСР<sub>05</sub> – 0,25% и на 0,47%, при НСР<sub>05</sub> – 0,35% – в соломе. Это сказалось на содержании сырого белка в зерне ячменя. При данном сроке посева его было 13,4%, тогда как при первом сроке – 11,1%, а в контроле 10,4%.

Содержание белка в зерне озимой ржи в среднем по годам было на уровне 10,4-11,0%. Изменения по вариантам опыта незначительные. Различий по содержанию азота, фосфора и калия в зерне и соломе озимой ржи в зависимости от сроков посева не выявлено.

## **7 Экономическая и энергетическая оценка результатов исследований**

**7.1 Экономическая и энергетическая оценка технологии возделывания озимой ржи с ячменем при изучении сроков совместного посева.** В результате проведенных исследований выявлено, что наиболее благоприятные условия для совместного посева озимой ржи с ячменем по срокам посева складываются при наступлении физической спелости почвы, где уровень рентабельности составил 97%. Наибольший коэффициент энергетической эффективности (2,9) получен в варианте совместного посева при наступлении весной физической спелости почвы. При сроках посева через 5, 10 и 15 дней после первого срока коэффициент энергетической эффективности был несколько ниже – 2,60-2,65.

**7.2 Экономическая и энергетическая оценка технологии возделывания озимой ржи с ячменем при изучении норм высева совместного посева.** Уровень рентабельности в опыте по изучению норм высева в контроле при однovidовом высеве ячменя и озимой ржи составил 45%, при себестоимости – 5,52 руб./кг. В вариантах совместного посева он значительно выше – 159-179%, а себестоимость ниже – 2,87-3,52 руб./кг.

Наибольший коэффициент энергетической эффективности (2,93) получен во втором варианте совместного посева озимой ржи с ячменем с нормами высева семян по 4 млн/га. В остальных вариантах совместного посева коэффициент

энергетической эффективности по нормам высева семян был несколько ниже – 2,51-2,88. В контрольном варианте коэффициент равен 1,90.

**7.3 Экономическая и энергетическая эффективность технологии возделывания озимых зерновых культур с ячменем при изучении способов совместного посева.** В опыте по изучению способов посева в контроле при одновидовом высеве ячменя и озимой ржи уровень рентабельности составил 33%, себестоимость продукции – 6,04 руб./кг. В вариантах совместного посева он значительно выше – 171-181%, при себестоимости – 2,85-2,96 руб./кг. При этом перекрестный и черезрядный способы посева по своим экономическим показателям практически были равноценными. Наибольший коэффициент энергетической эффективности был получен в варианте совместного посева озимых зерновых с ячменем черезрядным способом посева – 2,88-2,90.

**Заключение.** Исследования по совместному весеннему посеву озимых зерновых культур с ячменем, проведенные в 3 закладках в течение 2010-2014 гг., выявили возможность его применения в условиях Среднего Предуралья, и сделать следующие выводы:

1. Среди сроков посева наиболее эффективным оказался посев озимой ржи с ячменем при наступлении физической спелости почвы. Общий выход их продукции при этом составил 6,73 т/га.

2. Нормы высева культур по 4 млн всхожих семян/га каждой из них при совместном посеве обеспечили наибольший выход продукции за 2 года (ячмень + озимая рожь) – в 2010-2011 гг. – 803 г/м<sup>2</sup>; 2011-2012 гг. – 729 г/м<sup>2</sup>; 2013-2014 г. – 1037 г/м<sup>2</sup>.

3. Среди способов совместного посева перекрестный способ обеспечил выход продукции в 2010-2011 гг. – 704-726 г/м<sup>2</sup>; 2011-2012 гг. – 1051-1058 г/м<sup>2</sup>; 2013-2014 г. – 828-845 г/м<sup>2</sup>, черезрядный – 711-727 г/м<sup>2</sup>; 942-964 г/м<sup>2</sup>; 844-857 г/м<sup>2</sup> соответственно.

4. Масса корней озимой ржи перед уборкой в воздушно-сухом состоянии в контрольном варианте при осеннем посеве составила 2,82 т/га. При весеннем посеве масса корней озимой ржи была в пределах 7,64-7,76 т/га, озимой тритикале – 7,78-8,06 т/га. Озимые культуры при весеннем посеве формируют биомассу корней в 2,4-2,7 раза больше, чем при одновидовом посеве, и высокую продуктивную кустистость (5,86-8,32).

5. В полевых опытах по изучению сроков, норм высева и способов совместного весеннего посева озимой ржи и озимой тритикале с ячменем выявлено, что, по сравнению с раздельным их выращиванием в обычные (рекомендован-

ные) сроки, засоренность их сорняками в большинстве случаев ниже и находится в пределах экономического порога вредоносности (ЭПВ), или меньше его. Распространенность и развитие корневой гнили имеют такие же показатели, что и при одновидовых посевах ( $F_{\phi} < F_t$ ).

6. Продуктивность 1000 единиц ФП в опыте 1 – 2,51-2,65 кг, в опыте 2 – 1,57-2,10 кг, в опыте 3 – 2,19-2,34 кг, а при одновидовом посеве – 1,24-1,75 кг.

7. Сбор общего сухого вещества озимой ржи и ячменя при совместном посеве в среднем по опытам за 2010-2014 гг. был 16,2-27,7 т/га, озимой тритикале и ячменя – 27,5-28,2 т/га, что существенно выше, чем при их раздельном посеве (15,4-16,3 т/га).

8. Совместные посевы озимых зерновых культур с ячменем как инновационный технологический прием имеет высокую экономическую и энергетическую эффективность. Наибольший экономический и энергетический эффект при изучении сроков посева получен в совместных посевах при наступлении ФСП (уровень рентабельности – 97%, коэффициент энергетической эффективности – 2,95).

9. При анализе соотношения норм высеива при совместном весеннем посеве озимой ржи с ячменем выявлено, что наиболее выгодными нормами являются нормы по 4 млн всхожих семян/га (уровень рентабельности – 179%, коэффициент энергетической эффективности – 2,93).

10. При перекрестном и черезрядном способах посева рентабельность совместного посева равнялась 171-181%, коэффициент энергетической эффективности – 2,72-2,88. При одновидовом рядовом посеве рентабельность посева озимой ржи – 33%, коэффициент энергетической эффективности – 1,65.

### **Рекомендации производству**

В условиях Среднего Предуралья на дерново-подзолистых суглинистых почвах при совместном весеннем посеве озимых зерновых культур с ячменем рекомендуется:

1. Срок посева – ранний (при наступлении физической спелости почвы);
2. Нормы высеива – по 4 млн штук всхожих семян/га каждой культуры при совместном посеве (ячмень и озимая рожь) и ячмень 4 млн + озимая рожь 3,5 млн/га;
3. Посев проводить перекрестным способом, а при наличии соответствующей техники и черезрядным способом (ячмень и озимая рожь, ячмень и озимая тритикале).

## **Список опубликованных работ, по теме диссертации**

*В рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:*

1. Калинина О.Л. Влияние совместного посева яровых и озимых зерновых культур на его засоренность и общий выход продукции / Калинина О.Л., Холзаков В.М., Семенова Е.Л. // Аграрный вестник Урала. 2014. № 2 (120). С. 13-16.
2. Калинина О.Л. Роль сроков сева в технологии совместного весеннего посева яровых и озимых зерновых культур / **Калинина О.Л.**, Холзаков В.М., Семенова Е.Л. // Аграрный научный журнал. 2014. № 12. С. 6-9.
3. Калинина О.Л. Эффективность элементов технологии совместного весеннего посева яровых и озимых зерновых культур / **Калинина О.Л.**, Холзаков В.М., Семенова Е.Л.//Образование, наука и производство. 2014. № 2 (7). С. 124-129.
4. Холзаков В.М. Формирование урожайности ячменя и озимой ржи при их совместном посеве весной в зависимости от нормы высева/ Холзаков В.М., Семенова Е.Л., **Калинина О.Л.** //Земледелие. 2014. № 2. С. 27-29.

*В других изданиях:*

1. Калинина О.Л. Влияние сроков совместного весеннего посева ячменя и озимой ржи на их фитосанитарное состояние и урожайность / **Калинина О.Л.**, Холзаков В.М., Семенова Е.Л. // Сб. тр.: Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы. 2013. С. 63-68.
2. Калинина О.Л. Влияние сроков совместного весеннего посева ячменя с озимой рожью на фитосанитарное состояние и урожайность / Калинина О.Л. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 3 (28). С. 11-14.
3. Калинина О.Л. Эффективность норм высева ячменя с озимой рожью при их совместном посеве весной / **Калинина О.Л.**, Холзаков В.М., Семенова Е.Л. // В сборнике: Агрономическому факультету Ижевской ГСХА - 60 лет материалы всероссийской научно-практической конференции. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2014. С. 72-75.
4. Холзаков В.М. Влияние норм высева ячменя и озимой ржи при их совместном весеннем посеве на их фитосанитарное состояние и урожайность/Холзаков В.М., Семенова Е.Л., **Калинина О.Л.** // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 3 (32). С. 28-30.
5. Холзаков В.М. Влияние способов совместного посева весной ячменя и озимых зерновых культур на их фитосанитарное состояние и урожайность / Холзаков В.М., Семенова Е.Л., **Калинина О.Л.** // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 3 (32). С. 31-33.
6. Холзаков В.М. Влияние сроков совместного весеннего посева ячменя с озимой рожью на фитосанитарное состояние и урожайность /Холзаков В.М., Семенова

Е.Л., Калинина О.Л. // Сб. тр.: Агрохимия в Предуралье: история и современность 2012. С. 158-162.

7. Холзаков В.М. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровых и озимых зерновых культур при их совместном весеннем посеве / Холзаков В.М., Семенова Е.Л., **Калинина О.Л.** // Сб. тр.: Наука, инновации и образование в современном АПК. 2014. С. 171-176.