

*На правах рукописи*

**Соловьев Михаил Александрович**

**ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ  
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗОНЕ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия»

**Научный руководитель:** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой селекции и генетики сельскохозяйственных культур  
ФГБОУ ВПО Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия  
**Хронюк Василий Борисович**

**Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства  
ФГБОУ ВПО Донской государственной аграрный университет  
**Зеленская Галина Михайловна**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства и селекции им. Ф.И. Бобрышева  
ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет  
**Дрёпа Елена Борисовна**

**Ведущая организация:** ГНУ Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко Россельхозакадемии

Защита состоится «\_\_\_» декабря 2013 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический 12., ауд. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ставропольского государственного аграрного университета и на сайте Министерства образования РФ: <http://vak.ed.gov.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_» ноября 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

А. П. Шутко

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** Яровой ячмень, в нашей стране был и остаётся основной зернофуражной культурой. Кроме этого, его зерно используется на продовольственные цели для производства круп, в пивоваренной промышленности для получения солода. Ежегодно в общем валовом сборе зерна по стране доля ячменя составляет до 25 %. На Северном Кавказе посевные площади под яровым ячменем в настоящее время достигают 2 млн га, из них около 30 % в приходится на Ростовскую область.

В современных технологиях возделывания ярового ячменя для повышения урожайности и качества зерна большое значение придается приемам предпосевной обработки семян экологически безопасными препаратами, которые улучшают посевные качества семян, стимулируют рост и развитие, увеличивают урожайность, а также некорневым подкормкам, которые повышают как урожайность, так и качество продукции.

Для реализации потенциала современных сортов ярового ячменя, как показывает практика, недостаточно организации минерального питания только макроэлементами первого порядка (NPK). Все большее значение приобретают регуляторы роста и органоминеральные удобрения, способные повышать устойчивость растений ячменя к болезням, стрессам, увеличивающие их продуктивность.

В связи с этим оценка продуктивности сортов ярового ячменя различного генотипического происхождения на черноземе обыкновенном при применении регулирующих препаратов является весьма актуальной проблемой и имеет большую практическую значимость, так как позволит рекомендовать производству оптимальные варианты применения с учетом сортовой реакции.

**Цель и задачи исследований.** Цель исследований – установить влияние органоминеральных удобрений и регуляторов роста на рост и развитие растений, урожайность и качество зерна ярового ячменя в зоне недостаточного увлажнения на черноземе обыкновенном.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние органоминеральных удобрений и стимуляторов роста на водный и пищевой режимы почвы под яровым ячменем;
- определить влияние изучаемых элементов технологии на рост и развитие растений ярового ячменя, динамику накопления сухого вещества в течение вегетации;
- установить влияние органоминеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность, структуру ценоза и качество зерна сортов ярового ячменя, на фракционный состав полученных семян;

- провести расчет экономической и биоэнергетической эффективности приемов обработки семян и растений стимуляторами роста и органоминеральными удобрениями.

В диссертационной работе изложены результаты исследований, проводимых в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии.

**Научная новизна.** На черноземе обыкновенном Ростовской области изучено влияние сроков и способов обработок стимулирующими препаратами на превенционные рост, развитие и урожайность высококачественных сортов ярового ячменя, широко возделываемых в производстве. Показано изменение питательности зерна под действием изученных факторов, установлена их роль в формировании посевных качеств семян. Выявлены зависимости между урожайностью и хозяйственными признаками в онтогенезе; определены экономическая и биоэнергетическая эффективность изученных элементов технологии при возделывании ярового ячменя.

Результаты исследований использованы при подготовке рекомендаций по технологии возделывания сортов ярового ячменя в южной зоне Ростовской области.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- применение органоминеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании ярового ячменя способствует улучшению пищевого режима почвы;
- изученные агроприемы оказывают положительное влияние на динамику накопления надземной массы, урожайность, показатели структуры и качество зерна ярового ячменя;
- применение органоминеральных удобрений и регуляторов роста для предпосевной обработки семян и по вегетирующим растениям позволяет получить высокие показатели экономической и биоэнергетической эффективности при возделывании ярового ячменя;
- целесообразность использования органоминеральных удобрений и регуляторов роста доказана увеличением урожайности, улучшением качественных показателей зерна и высокой окупаемостью затрат на их применение.

**Практическая значимость.** В результате проведенных исследований производству рекомендована совместная обработка семян ярового ячменя препаратом Вермисол в дозе 0,5 л/т и вегетирующих растений в дозе 0,5 л/га, что повышает урожайность на 17–20 %, лабораторную и полевую всхожесть семян на 5–13 %. Высокая окупаемость затрат сбором обмен-

ной энергии и прибылью служит экономическим обоснованием при применении этих агроприемов в зоне степей на черноземе обыкновенном.

Результаты исследований внедрены в ООО «Белозерное» Сальского района, ОАО «Приморский» Азовского района и в Федеральном государственном унитарном предприятии «Экспериментальное» Зерноградского района Ростовской области. Прибавка урожайности составила до 0,4 т/га, прибыль за счет получения дополнительной продукции – 2000–4000 руб./га.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы ежегодно докладывались и получили положительную оценку на заседаниях кафедр «Технология растениеводства и экологии» и «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур» агротехнологического факультета АЧГАА, научно-практических конференциях Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии (г. Зерноград, 2010–2012 гг.), в Донском государственном аграрном университете (пос. Персиановский, 2011–2012 гг.), на областных, зональных и районных совещаниях.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе две в изданиях, определенных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав основного текста, общих выводов и рекомендаций производству, списка литературы из 176 источников, в том числе 18 на иностранном языке, и приложений. Основное содержание работы изложено на 149 страницах компьютерного текста, включая 24 таблицы, 18 рисунков и 16 приложений.

## 2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Исследования проводили в 2009–2011 гг. на полях научного севооборота учебно-опытного фермерского хозяйства Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии (АЧГАА), расположенного в южной зоне Ростовской области.

Климат в зоне проведения опытов характеризуется крайне неравномерным распределением осадков, резкими колебаниями температуры и низкой относительной влажностью воздуха в период вегетации. Среднегодовое количество осадков (по данным метеостанции Зерноград) за сельскохозяйственный год составляет 582,4 мм, из которых около 2/3 выпадает в теплое время, преимущественно в виде ливней. Сумма температур за период активной вегетации равна 3400–3600 °С, ГТК составляет 0,80–0,85.

Почвы опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,36 %; рН – 7,0; объемная масса почвы – 1,2 г/см<sup>3</sup>; содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 24,4; K<sub>2</sub>O – 360 мг/кг почвы. Почва опытного участка по плодородию, гранулометрическому составу и физико-химическим свойствам благоприятна для выращивания ячменя.

В годы исследований погодные условия сложились различно, что позволило более объективно оценить изучаемые сорта и агроприемы. Наиболее благоприятным для возделывания ярового ячменя был 2009 год, когда была получена наибольшая урожайность в опытах. Неблагоприятным, особенно по количеству и распределению осадков, высоким температурам и низкой относительной влажности воздуха был 2011 год. 2010 год по большинству метеорологических условий занимал промежуточное положение.

Объектом исследования были сорта ярового ячменя, различного экотипического происхождения и принадлежащие к разным группам спелости. Представителем группы скороспелых сортов в опыте был сорт Сокол селекции Всероссийского научно-исследовательского института зерновых культур им. И.Г. Калининко (ВНИИЗК, г. Зерноград), от группы среднеспелых сортов – Виконт селекции Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (КНИИСХ, г. Краснодар).

Опыт – трехфакторный, заложен по схеме: 3А x 2Б x 3С, где фактор А – регуляторы роста, фактор Б – сорта, фактор С – варианты обработок.

В качестве стимулирующих препаратов использовали минеральные и органоминеральные удобрения, рекомендуемые для обработки семян и вегетирующих растений:

Агровит-Кор – органоминеральное удобрение (марка Б).

Вермисол – удобрение на основе гуминовых кислот.

Лигногумат К – минеральное удобрение (марка Б).

Новосил – регулятор роста на основе тритерпеновых кислот.

Согласно схеме опыта проводили обработку семян совместно с протравливанием и обработку вегетирующих растений ярового ячменя в фазу кущения совмещая с обработкой гербицидами:

- обработка семян (ОС);
- обработка растений в фазу кущения (ОР);
- обработка семян и обработка растений в фазу кущения (ОС+ОР).

Препараты применяли в соответствии с рекомендациями фирм-производителей. Контролем служили делянки, не обработанные регулируемыми препаратами.

При проведении опытов технология возделывания ярового ячменя соответствовала рекомендациям по ведению АПК Ростовской области. Посев осуществляли сеялкой СН-16 с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки 50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Предшественником в опыте была озимая пшеница.

Для определения длины ростков и корешков семена проращивали в рулонах, которые помещали на 7–10 дней в вертикальном положении в сосуд для проращивания. Повторность четырехкратная, по 100 семян в каждой (ГОСТ 12038–84).

Фенологические наблюдения, учёт урожая, подсчёты, измерения, структурный анализ растений проводили согласно «Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989). Отбор проб почвы проводили по ГОСТ 28168–89.

В лабораторных условиях определяли: влажность почвы по ГОСТ 28268-89; азот нитратный в почве по ГОСТ 26951–86; фосфор подвижный и калий обменный в почве по ГОСТ 29205–91; массу 1000 зёрен по ГОСТ 1042–89; натуру зерна по ГОСТ 10840–82; чистоту семян по ГОСТ 12037–81; лабораторную всхожесть семян по ГОСТ 12038–84; содержание сырого белка по ГОСТ 10846–91.

Уборку урожая осуществляли комбайном «Теггion 2010» методом прямого комбайнирования. Собранный урожай взвешивали в поле и приводили к стандартной влажности зерна (14 %).

Математическая обработка результатов исследований проведена по Доспехову (1985) с использованием ПК и компьютерных программ.

## **3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1 Влияние органоминеральных удобрений и регуляторов роста на водный и пищевой режимы почвы**

Содержание продуктивной влаги в почве в начальные фазы роста ярового ячменя по всем изучаемым регуляторам роста и за годы исследований составляло в слое 0–100 см – 133,1–135,4 мм. В фазе колошения в метровом слое почвы ее запасы были на уровне 47,6–57,1 мм, и к концу вегетации растений снижались до уровня физиологически неусваиваемой. За годы исследований наименьший запас влаги в почве в фазу полной спелости зерна отмечался в 2011 году, когда ее количество было очень низким по всем вариантам опыта не только в слое 0–30 см (9,0–15,0 мм), но и 0-100 см (24,8–33,9 мм). В 2009 и 2010 годах отмечается увеличение количества продуктивной влаги в эту фазу как в

корнеобитаемом, так и в метровом слое: в 2009 году – до 27,0–34,1 и 50,2–65,8; в 2010 году – до 22,0–32,3 и 62,6–78,7 мм соответственно.

Наиболее тесная коррелятивная связь между содержанием влаги в метровом слое почвы и урожайностью ярового ячменя отмечалась в фазу колошения ( $r = 0,73$ ).

Количество нитратного азота в среднем за годы исследований в фазу всходов ярового ячменя было на уровне 11,1–11,6 мг/кг почвы. В фазе колошения содержание нитратного азота в почве снижалось до 10,3–10,6 мг/кг почвы и оставалось на этом уровне до фазы полной спелости зерна. Среди изучаемых факторов более интенсивное потребление нитратного азота яровым ячменем как по годам, так и в среднем за три года исследований, отмечено в варианте с применением удобрения Вермисол. Аналогичная тенденция отмечена при анализе динамики подвижного фосфора и обменного калия.

### **3.2 Влияние органоминеральных удобрений и регуляторов роста на рост и развитие ярового ячменя**

Анализ различных вариантов обработок показывает положительное влияние регулирующих препаратов на первоначальный рост и дальнейшее развитие ярового ячменя. При этом отмечены сортовые различия в реакции на применяемые препараты.

Так лабораторная всхожесть семян ярового ячменя сорта Сокол на контроле составила 96,1 %. Их обработка Агровит-Кором не повлияла на этот показатель. Использование препарата бинарного Лигногумат К + Новосил для предпосевной стимуляции семян способствовало незначительному увеличению лабораторной всхожести (до 96,8 %). Наибольшая лабораторная всхожесть в опыте с сортом Сокол отмечена при применении Вермисола – 98,3 % (рисунок 1).

Дальнейшее изучение показало, что полевая всхожесть у сорта Сокол в контрольном варианте была на уровне 80,0 %. Обработка семян стимулирующими препаратами оказала положительное влияние на этот показатель (+6,6–9,5%). Наибольшая полевая всхожесть у этого сорта отмечена при применении Вермисола – 89,5 %.

На сорте Виконт лабораторная всхожесть при применении регулирующих препаратов увеличилась на 0,5–3,1% в сравнении с контрольным вариантом, где она была на уровне 95,5% (рисунок 2).

Наибольший рост этого показателя обеспечил Вермисол. В этом варианте опыта лабораторная всхожесть составила 98,6 %. Применение препаратов Агровит-Кор и Лигногумат К + Новосил для обработки се-

мян данного сорта не оказало достоверного влияния на лабораторную всхожесть, в этих вариантах она отмечена на уровне контроля.

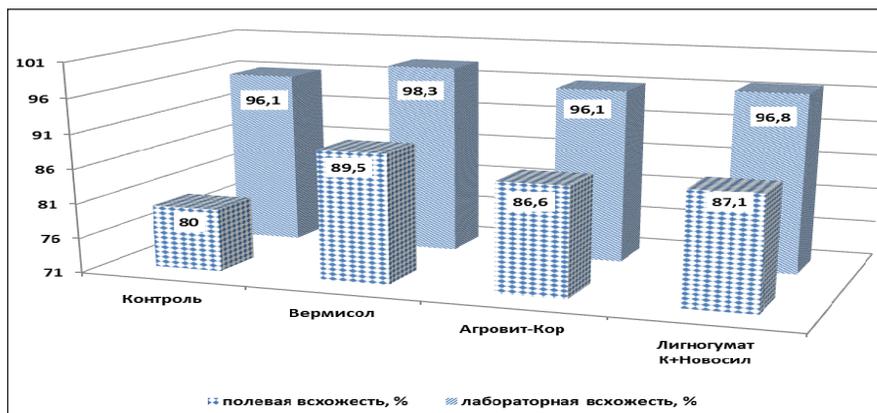


Рисунок 1 – Лабораторная и полевая всхожесть семян сорта Сокол при обработке стимулирующими препаратами, 2009–2011 гг.

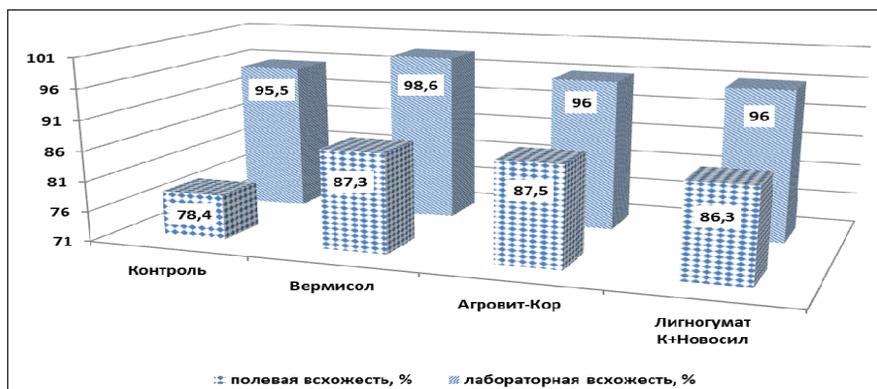


Рисунок 2 – Лабораторная и полевая всхожесть семян сорта Виконт при обработке стимулирующими препаратами, 2009–2011 гг.

Полевая всхожесть в контрольном варианте у сорта Виконт была на уровне 78,4 %. С использованием регулирующих препаратов для обработки семян отмечен значительный рост этого показателя (+7,9–8,9 %). При этом, в отличие от сорта Сокол, семена сорта Виконт показали высокую полевую всхожесть как при обработке Вермисолом (87,3 %), так

и при обработке Агровит-Кором (87,5%). Этот показатель в варианте препаратом Лигногумат К + Новосил составила 86,3 %.

В среднем за годы исследований на прирост корешков эффективнее других повлияла обработка семян Вермисолом, как у сорта Сокол, так и у сорта Виконт – +0,17 и +0,49 мм к контролю соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние обработки семян на длину корешков и ростков сортов ярового ячменя, 2009–2011 гг.

Регулятор роста	Корешки		Ростки	
	мм	± к контролю, %	мм	± к контролю, %
Сокол				
Контроль (без обработки)	9,65		11,13	
Вермисол	9,82	+1,76	11,45	+2,88
Агровит-Кор	9,26	-4,04	11,20	+0,63
Лигногумат К + Новосил	9,48	-1,76	11,54	+3,68
НСР <sub>05</sub>	0,33	–	0,39	–
Виконт				
Контроль (без обработки)	9,37		10,81	
Вермисол	9,86	+5,23	11,80	+9,16
Агровит-Кор	9,55	+1,92	11,40	+5,46
Лигногумат К + Новосил	9,77	+4,27	11,65	+7,77
НСР <sub>05</sub>	0,31	–	0,37	–

Данные измерения длины ростков свидетельствуют об аналогичной тенденции на сорте Виконт – превышение над контролем при обработке семян Вермисолом составило 0,99 мм. Сорт Сокол лучше отреагировал на обработку Лигногуматом К + Новосил, где длина ростков составила 11,54 мм при 11,13 мм на контроле. Значительного варьирования этого признака по годам не наблюдалось.

В задачу исследований входило изучение воздействия органо-минеральных удобрений и регуляторов роста на интенсивность начального роста ярового ячменя. Было установлено, что степень влияния зависела от способа их применения. Так в среднем за годы изучения, обработка растений в фазе кущения не оказала существенного влияния на темпы начального роста, и оценка не превышала 4,0 балла. Более интенсивное развитие (4,5 баллов) растений сортов ярового ячменя отмечено при обработке семян, а также семян и вегетирующих растений, что объясняется быстрым прорастанием и лучшим развитием корневой системы. Аналогичная тенденция отмечается при анализе количества вторичных корней и листьев на растении.

Длина вегетационного периода у сортов ярового ячменя в значительной степени зависит от даты наступления колошения. Исследованиями установлено, что стимулирующие препараты практически не влияли на этот показатель. Так колошение у изучаемых сортов в вариантах с обработками наступало одновременно с контрольным вариантом или на 1 день позднее. В целом, более скороспелым в годы исследований показал себя сорт Сокол, у которого период вегетации составил 81 день, что на 6 дней меньше, чем у сорта Виконт.

Дальнейшее развитие растений показало обратную зависимость влияния обработки семян на высоту растений к концу вегетации. У среднеспелого сорта Виконт оказались выше другие растения, семена которых были обработаны Лигногуматом К + Новосил +1,0 см, а у скороспелого сорта Сокол – Вермисолом + 0,3 см. Коэффициент корреляции между урожайностью и лабораторной всхожестью был средним положительным (0,54) и, судя по коэффициенту детерминации, влияние на урожайность имело в 30 % случаев.

Таким образом, данные проведенных исследований свидетельствуют о том, что применение стимулирующих препаратов оказывает общий положительный результат на формирование хозяйственно-ценных признаков у растений ярового ячменя. Наибольшую эффективность показал препарат Вермисол.

### **3.3 Элементы структуры и урожайность сортов ярового ячменя**

Анализ элементов структуры урожайности сорта Сокол показал, что наибольшее положительное влияние на их формирование оказала совместная обработка семян и растений ярового ячменя. Данная тенденция отмечена по всем изучаемым стимулирующим препаратам (таблица 2).

Максимальная биологическая урожайность в среднем за годы изучения получена в варианте с обработкой семян и растений препаратом Вермисол – 403 г/м<sup>2</sup> при 344 г/м<sup>2</sup> на контроле. Такой уровень урожайности складывается из различных элементов структуры, в этом варианте опыта – из высоких числа продуктивных стеблей (485 шт./м<sup>2</sup>) и массы 1000 зерен (45,3 г).

В вариантах с обработкой растений препаратами Агровит-Кор и Лигногумат К + Новосил на фоне обработки семян у скороспелого сорта Сокол получена наивысшая в опыте продуктивность колоса – 0,86 и 0,87 г соответственно. Этот показатель сформировался за счет высоких озерненности колоса (19,0–19,3 шт.) и крупности зерна (45,0–45,1 г). Однако число продуктивных стеблей здесь отмечено на уровне и ниже контроля, что и отразилось на уровне биологической урожайности.

В варианте с Агровит-Кором она составила 381 г/м<sup>2</sup>, с бинарным препаратом Лигногумат К + Новосил – 384 г/м<sup>2</sup>.

Таблица 2 – Влияние органоминеральных удобрений и регуляторов роста на элементы структуры и биологическую урожайность ярового ячменя, 2009–2011 гг.

Регулятор роста, способ обработки*	Количество		Масса		Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
	продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	зерен в колосе, шт.	1000 зерен, г	зерна с колоса, г	
<b>Сокол</b>					
Контроль	453	17,9	42,2	0,76	344
Вермисол (ОС)	457	19,0	44,1	0,84	384
Вермисол (ОР)	454	19,1	43,8	0,84	381
Вермисол (ОС + ОР)	485	18,4	45,3	0,83	403
Агровит-Кор (ОС)	460	18,6	43,7	0,81	373
Агровит-Кор (ОР)	430	18,9	44,4	0,84	361
Агровит-Кор (ОС + ОР)	433	19,0	45,1	0,86	381
Лигногумат К + Новосил (ОС)	474	17,6	43,7	0,77	365
Лигногумат К + Новосил (ОР)	455	18,7	43,9	0,82	373
Лигногумат К + Новосил (ОС + ОР)	441	19,3	45,0	0,87	384
НСР <sub>05</sub>	26	1,6	2,7	–	–
<b>Виконт</b>					
Контроль	479	17,5	40,3	0,71	340
Вермисол (ОС)	501	17,5	43,3	0,77	386
Вермисол (ОР)	507	16,9	44,2	0,75	380
Вермисол (ОС + ОР)	505	18,0	44,9	0,81	409
Агровит-Кор (ОС)	457	18,8	43,4	0,82	375
Агровит-Кор (ОР)	432	19,1	43,9	0,84	363
Агровит-Кор (ОС + ОР)	475	18,6	45,3	0,84	399
Лигногумат К + Новосил (ОС)	424	18,9	43,9	0,81	352
Лигногумат К + Новосил (ОР)	497	17,6	43,7	0,84	383
Лигногумат К + Новосил (ОС + ОР)	503	17,5	44,6	0,86	392
НСР <sub>05</sub>	24	1,4	2,5	–	–

\*– ОС – обработка семян, ОР – обработка растений, ОС + ОР – обработка семян + обработка растений.

Аналогичные тенденции были отмечены при анализе элементов структуры урожайности среднеспелого сорта Виконт, но были выяв-

лены некоторые отличия в сортовой реакции на применяемые регулирующие препараты.

Так, совместная обработка семян и растений сорта ярового ячменя Виконт препаратом Вермисол обеспечила в среднем за годы изучения высокую биологическую урожайность – 409 г/м<sup>2</sup> при 340 г/м<sup>2</sup> на контроле. Этому способствовали высокие показатели числа продуктивных стеблей (505 шт./м<sup>2</sup>), числа зёрен в колосе (18 шт.) и массы зерна с колоса (0,81 г).

При применении препарата Агровит-Кор по вегетирующим растениям получено наивысшее в опыте с сортом Виконт число зёрен в колосе (19,1 шт.). Однако число продуктивных стеблей здесь отмечено ниже контроля, что и отразилось на уровне биологической урожайности. В варианте с препаратом Агровит-Кор она составила 432 шт./м<sup>2</sup>, против 479 шт./м<sup>2</sup> на контроле.

Комплексное применение препарата Агровит-Кор позволило получить максимальную в опыте с сортом Виконт массу 1000 зёрен (45,3 г). Однако число продуктивных стеблей (475 шт./м<sup>2</sup>) здесь также отмечено ниже контроля, что и снизило биологическую урожайность. В этом варианте она составила 399 г/м<sup>2</sup>.

Наивысшая масса зерна с колоса отмечена при совместной обработке семян и растений сорта Виконт Лигногуматом К + Новосил (0,86 г). Это существенно выше показателя на контроле (0,71 г). Однако озеренность колоса получена на уровне контроля, и несмотря на довольно высокое число продуктивных стеблей (503 шт./м<sup>2</sup>), уровень биологической урожайности сорта (392 г/м<sup>2</sup>) оказался несколько ниже максимального.

Таким образом, установлено, что сорт ярового ячменя Сокол отзывался на обработку стимулирующими препаратами увеличением числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, а влияние стимуляторов на сорт Виконт выражалось в формировании большего числа продуктивных стеблей на единице площади.

Среди изученных препаратов Вермисол оказывал наибольшее положительное влияние на формирование элементов урожайности ярового ячменя.

Урожайность является основным критерием оценки изучаемых сортов и применяемых стимуляторов роста. Результаты наших исследований показали, что она во многом зависит от погодных условий, способов обработки и используемых сортов. Наибольшую урожайность зерна сорта ярового ячменя в опытах сформировали в благоприятном по увлажнению 2009 году, а наименьшую – в засушливом 2011 году (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность (т/га) сортов ярового ячменя в зависимости от варианта обработки

Регулятор роста (фактор А)	Сорт (фактор В)	Способ обработки* (фактор С)	Год			Среднее
			2009	2010	2011	
Вермисол	Сокол	Контроль	4,10	2,90	2,40	3,13
		ОС	4,60	3,15	2,71	3,46
		ОР	4,55	3,20	2,67	3,47
		ОС + ОР	4,75	3,27	2,96	3,66
	Виконт	Контроль	4,30	2,70	2,26	3,09
		ОС	5,00	2,78	2,74	3,51
		ОР	4,09	2,85	2,62	3,46
		ОС + ОР	5,40	2,97	2,78	3,72
Агровит-Кор	Сокол	Контроль	4,10	2,90	2,40	3,13
		ОС	4,30	3,16	2,72	3,39
		ОР	4,25	3,06	2,53	3,28
		ОС + ОР	4,40	3,23	2,74	3,46
	Виконт	Контроль	4,30	2,70	2,26	3,09
		ОС	4,60	3,01	2,62	3,41
		ОР	4,40	2,88	2,62	3,30
		ОС + ОР	4,60	3,16	3,12	3,63
Лигногумат К+Новосил	Сокол	Контроль	4,10	2,90	2,40	3,13
		ОС	4,10	3,42	2,43	3,32
		ОР	4,05	3,23	2,44	3,39
		ОС + ОР	4,20	3,55	2,71	3,49
	Виконт	Контроль	4,30	2,70	2,26	3,09
		ОС	4,30	3,00	2,29	3,20
		ОР	4,30	3,43	2,72	3,48
		ОС + ОР	4,50	3,45	2,75	3,58
НСР <sub>05</sub> частных различий			0,25	0,19	0,15	
А			0,09	0,06	0,04	
В			0,07	0,06	0,05	
С			0,07	0,06	0,04	

\*– ОС – обработка семян, ОР – обработка растений, ОС + ОР – обработка семян + обработка растений

Урожайность сорта ярового ячменя Сокол в среднем за годы изучения на контроле составила 3,13 т/га. При отдельной обработке семян и растений ячменя препаратом Вермисол отмечен прирост урожайности на 11,5 и 10,7 % соответственно. Совместная обработка семян и расте-

ний этим препаратом обеспечила наибольшую среднюю урожайность в опыте 3,66 т/га (+0,53 т/га к контролю).

Препараты Агровит-Кор и Лигногумат К + Новосил показали меньшую эффективность во всех вариантах их применения, прибавка урожайности здесь составила 0,15–0,33 и 0,19–0,36 т/га соответственно. Наименьшая урожайность в опыте отмечена при обработке растений препаратом Агровит-Кор – 3,28 т/га.

Средняя урожайность сорта ярового ячменя Виконт за годы исследований на контроле составила 3,09 т/га.

С использованием органоминеральных удобрений и регуляторов роста достоверная прибавка отмечена при совместной обработке семян и растений. При этом бинарный препарат Лигногумат К + Новосил обеспечил урожайность на уровне 3,57 т/га (+0,48 т/га к контролю), несколько выше она отмечена при применении препарата Агровит-Кор – 3,63 т/га (+0,54 т/га к контролю) и наибольшей в варианте с применением препарата Вермисол – 3,72 т/га (+0,63 т/га к контролю).

Наименьшая прибавка урожайности (+3,6 % к контролю) в опыте с сортом ярового ячменя Виконт получена при обработке только семян бинарным препаратом Лигногумат К + Новосил. При этом необходимо отметить, что при листовой обработке этот препарат срабатывал лучше и его применение позволило получить урожай 3,48 т/га. Установлена тесная корреляционная связь между урожайностью и массой 1000 зерен ( $r = 0,76$ ) и влияние этого параметра на урожайность имело место в 60 % случаев.

Расчет множественной связи, учитывающей одновременное взаимовлияние на урожайность ярового ячменя нескольких элементов структуры за период исследований свидетельствует, что наиболее сильное влияние на ее уровень оказывают озерненность колоса и число продуктивных стеблей на единице площади.

Таким образом, анализ урожайности сортов ярового ячменя показал, что среди изучаемых препаратов выделился Вермисол, обеспечивший при всех вариантах обработок высокую урожайность. Наивысшей в опыте она отмечена при совместной обработке семян и растений этим препаратом и составила за годы исследований у скороспелого сорта Сокол – 3,66 т/га, у среднеспелого сорта Виконт – 3,72 т/га.

### **3.4 Технологические качества зерна ярового ячменя**

Исследованиями установлены определенные закономерности в формировании фракционного состава семян изучаемых сортов ячменя. Данные результатов опытов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Соотношение фракционного состава семян ярового ячменя при различных вариантах опыта, 2009–2011 гг., %

Способ обработки*	Размер ячеек сита, мм			
	2.2×20	2.5×20	2.8×20	отход
Сокол				
Контроль	8	35	55	2
Вермисол (ОС)	9	38	51	2
Вермисол (ОР)	9	43	46	2
Вермисол (ОС + ОР)	8	42	47	3
Агровит-Кор (ОС)	8	41	49	2
Агровит-Кор (ОР)	10	46	42	2
Агровит-Кор (ОС + ОР)	8	45	46	1
Лигногумат К + Новосил (ОС)	6	45	44	5
Лигногумат К + Новосил (ОР)	9	38	51	2
Лигногумат К + Новосил (ОС + ОР)	8	46	44	2
Виконт				
Контроль	31	61	3	5
Вермисол (ОС)	16	77	4	3
Вермисол (ОР)	19	72	3	6
Вермисол (ОС + ОР)	20	76	2	2
Агровит-Кор (ОС)	20	66	6	8
Агровит-Кор (ОР)	19	73	3	5
Агровит-Кор (ОС + ОР)	20	71	5	4
Лигногумат К + Новосил (ОС)	18	76	3	3
Лигногумат К + Новосил (ОР)	19	75	3	3
Лигногумат К + Новосил (ОС + ОР)	20	73	2	5

\*– ОС – обработка семян, ОР – обработка растений, ОС + ОР – обработка семян+ обработка растений

Анализ показывает, что у крупнозерного сорта Сокол на контроле на фракцию 2,8 мм приходилось 55 % от общей массы семян, несколько меньше (35 %) – на фракцию 2,5 мм и 8 % – на фракцию 2,0 мм при 2 % отхода.

Применение стимулирующих препаратов вызвало увеличение доли фракции 2,5 мм и снижение объема фракции 2,8 мм независимо от варианта обработки, при этом фракция 2,0 мм (9 %) и отход (2 %) – практически не изменились. Так фракция семян 2,5 мм увеличилась на

3–11 %, а фракция 2,8 мм уменьшилась на 4–13 %. Это вполне закономерно, т.к. сорт Сокол характеризуется большей крупнозёрностью по сравнению с Виконтом. Снижение фракции 2,8 мм в пользу фракции 2,5 мм на сорте Сокол можно объяснить увеличением продуктивной кустистости и, как следствие этого, снижением размеров колоса и зерна на растении, т.е. проявился эффект разнокачественности семян.

У сорта Виконт на контроле преобладала фракция семян крупностью 2,5 мм (61 %), фракция 2,0 мм составляла 31 %, а на долю наиболее крупнозерной фракции (2,8 мм) приходилось 3 % семян. Обработка стимулирующими препаратами способствовала перераспределению зерна между фракциями. Так в зависимости от используемого препарата и варианта его применения на 5–16 % произошло увеличение фракции 2,5 мм за счёт уменьшения фракции зерна 2,0 мм, а фракция 2,8 мм (3 %) и отход (4 %) практически не изменились.

В вариантах с обработкой препаратом Вермисол отмечено увеличение фракции 2,5 мм на сорте Виконт на 14 %; Агровит-Кор – на 9 %; Лигногуматом К + Новосил – также на 14 %. На сорте Сокол в вариантах обработок препаратом Вермисолом увеличили фракцию 2,5 мм на 6 %; Агровит-Кором – на 9 %; Лигногуматом К + Новосилом – на 8 %; в этих же вариантах снизилась фракция 2,8 мм после обработок Вермисолом – на 7 %; Агровит-Кором – на 8 %; Лигногуматом К + Новосилом – на 9 %, что свидетельствует о негативном влиянии обработки Вермисолом на этот процесс.

Таким образом, сорт ярового ячменя Виконт более отзывчив на увеличение фракционного состава семян после обработки стимулирующими препаратами. В наших исследованиях фракция 2,5 мм увеличилась на 5–16 %.

Натура зерна характеризует его выполненность. В среднем за годы исследований совместная обработка семян и растений Вермисолом увеличила натуру зерна у скороспелого крупнозерного сорта Сокол до 684 г/л, у среднеспелого сорта Виконт – до 678 г/л.

Одним из важнейших хозяйственно-ценных признаков зерна ярового ячменя является накопление в нём белка. Из данных, приведенных на рисунке 3, видно, что все изучаемые варианты обработок стимулирующими препаратами существенно увеличили количество белка в зерне.

Максимальное его содержание отмечено при обработках препаратом Вермисол. В среднем за годы исследований на контроле белок был равен 11,9 %. При отдельной обработке семян и растений наблюдалось увеличение его содержания до 13,6 %, а при комплексной обработке количество белка в зерне сортов ярового ячменя возросло до 13,8 %.

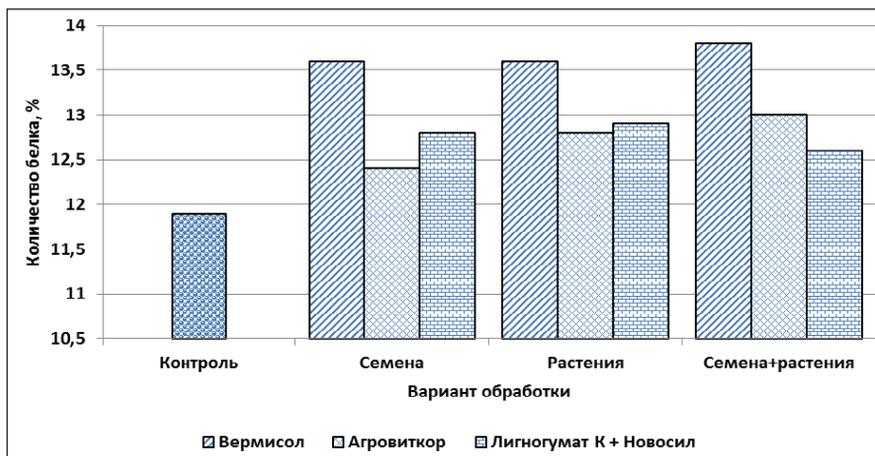


Рисунок 3 – Количество белка (%) в зерне ярового ячменя при различных вариантах опыта, 2009–2011 гг.

Аналогичная тенденция отмечена при применении органоминерального удобрения Агровит-Кор. В вариантах с применением бинарного препарата Лигногумат К + Новосил отмечена следующая тенденция: обработка семян и растений в отдельности положительно влияла на количество белка в зерне сортов ярового ячменя, а совместная обработка привела к снижению его содержания.

Анализ сбора сырого белка с 1 га показал, что у изучаемых сортов он зависел в большей степени от применяемого регулятора роста и в меньшей – от способа обработки и варьировал у сорта Сокол в пределах 0,413-0,514 т/га, у сорта Виконт – 0,404–0,520 т/га.

### 3.5 Экономическая и биоэнергетическая оценка изучаемых агроприемов

Экономическая оценка технологии возделывания сортов ярового ячменя является одним из завершающих этапов научных исследований.

В связи с колебанием цен на фуражное зерно стоимость валовой продукции рассчитывалась исходя из цены, установившейся в 2011 году на уровне 6 руб./кг. Расчётные данные проводились с использованием применяемых в Ростовской области нормативов. Удобрения и стимуляторы роста оценивались по оптовым ценам 2011 года. Дополнительные затраты, связанные с применением удобрений, регуляторов роста и уборкой урожая рассчитывались по действующим нормативам.

Наиболее рациональным по сорту Сокол является вариант двукратной обработки (ОС + ОР) Вермисолом, где в среднем за годы исследований показатели экономической эффективности составили по условно-чистому доходу 9768 руб./га при уровне рентабельности 80 % и себестоимости продукции 3331 руб./т (таблица 5).

Таблица 5 – Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сорта ярового ячменя Сокол (2009–2011 гг.)

Способ обработки	Условно-чистый доход, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Рентабельность, %	КЭЭ
Контроль	7273	3676	63	3,8
Вермисол (ОС)	9043	3409	76	4,1
Вермисол (ОР)	8933	3426	75	4,1
Вермисол (ОС + ОР)	9768	3331	80	4,2
Агровит-Кор (ОС)	8639	3452	74	4,0
Агровит-Кор (ОР)	7898	3592	67	3,9
Агровит-Кор (ОС + ОР)	8824	3450	74	4,1
Лигногумат К + Новосил (ОС)	8193	3532	70	4,0
Лигногумат К + Новосил (ОР)	8617	3458	74	4,0
Лигногумат К + Новосил (ОС + ОР)	9042	3409	76	4,1

Близкие по значению показатели экономической эффективности получены при применении бинарного препарата Лигногумат К + Новосил для обработки семян и растений, где условно-чистый доход составил 9042 руб./га с уровнем рентабельности 76 % при себестоимости продукции 3409 руб./т.

В среднем за годы исследований при возделывании сорта ярового ячменя Сокол максимальный коэффициент энергетической эффективности отмечен при двукратной обработке препаратом Вермисол, где он получен на уровне 4,2, при 3,8 на контроле.

Наиболее экономически рациональной при возделывании сорта Виконт является двукратная обработка Вермисолом (ОС + ОР). Условно-чистый доход в этом варианте составил 10098 руб./га при рентабельности 83 % и себестоимости продукции 3285 руб./т (таблица 6).

Высокие показатели экономической эффективности также отмечены при использовании Агровит-Кора (ОС + ОР), где при уровне

условно-чистого дохода 9759 руб./га рентабельность составила 81 %, а себестоимость продукции 3312 руб./т.

Таблица 6 – Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сорта ярового ячменя Виконт (2009–2011 гг.)

Способ обработки	Условно-чистый доход, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Рентабельность, %	КЭЭ
Контроль	7053	3717	61	3,7
Вермисол (ОС)	9153	3392	77	4,2
Вермисол (ОР)	8878	3434	75	4,1
Вермисол (ОС + ОР)	10098	3285	83	4,3
Агровит-Кор (ОС)	8749	3434	75	4,1
Агровит-Кор (ОР)	8008	3573	68	3,9
Агровит-Кор (ОС + ОР)	9759	3312	81	4,2
Лигногумат К + Новосил (ОС)	7533	3646	65	3,8
Лигногумат К + Новосил (ОР)	9112	3382	77	4,1
Лигногумат К + Новосил (ОС + ОР)	9482	3344	79	4,2

Максимальный показатель энергетической эффективности в среднем за 2009–2011 гг. отмечен при двукратной обработке (семена + растения) препаратом Вермисол, где получено энергии с урожаем в 4,3 раза больше, чем было затрачено на производство этой продукции в сравнении с контролем, где этот показатель составил 3,7.

Близкие по значению показатели энергетической эффективности получены при двукратной обработке (семена + растения) препаратом Агровит-Кор, где коэффициент энергетической эффективности составил 4,2.

## ВЫВОДЫ

1. Запасы продуктивной влаги в почве в начальные фазы роста ярового ячменя были на достаточном уровне по всем вариантам опыта и за годы исследований составляли в слое 0–100 см – 133,1–135,4 мм. К концу вегетации растений содержание продуктивной влаги снижалось до уровня физиологически неусваиваемой. Наиболее тесная коррелятивная связь между содержанием влаги в метровом слое почвы и урожайностью ярового ячменя отмечалась в фазу колошения ( $r = 0,73$ ).

2. В фазе всходов количество нитратного азота было на уровне 11,1–11,6 мг/кг почвы. В фазе колошения содержание нитратного азота в

почве снижается до 10,3–10,6 мг/кг почвы и остается на этом уровне до фазы полной спелости зерна. Среди изучаемых факторов более интенсивное потребление нитратного азота яровым ячменем как по годам, так и в среднем за три года исследований, отмечено в варианте с применением удобрения Вермисол. Аналогичная тенденция отмечена при анализе динамики подвижного фосфора и обменного калия.

3. Наибольшая лабораторная всхожесть семян сортов ярового ячменя получена при их обработке препаратом Вермисол. На сорте Виконт она увеличилась на 3,1 % в сравнении с контрольным вариантом, а на сорте Сокол – на 2,2 %. Полевая всхожесть в контрольном варианте была на уровне 78,4 % у сорта Виконт и 80,0 % у сорта Сокол. Обработка семян регулирующими препаратами оказала положительное влияние на этот показатель (+6,6–9,5 % к контролю).

4. На прирост корешков эффективнее других повлияла обработка семян Вермисолом, как у сорта Виконт, так и у сорта Сокол (+0,49 мм и +0,17 мм к контролю соответственно). На развитие ростков у сорта Виконт наибольшее влияние оказал препарат Вермисол, где превышение длины ростков над контрольным вариантом составило 0,99 мм. На сорте Сокол более эффективным было применение Лигногумата К + Новосил, длина ростков в этом варианте составила 11,54 мм при 11,13 мм на контроле. Анализ биометрических показателей растений ярового ячменя показал, что на их формирование в большей степени влияли способы обработки, чем изучаемые препараты.

5. Максимальная биологическая урожайность в опыте с сортом Сокол получена при обработке семян и растений препаратом Вермисол – 403 г/м<sup>2</sup> при 344 г/м<sup>2</sup> на контроле. Такой уровень урожайности обеспечен за счет высоких числа продуктивных стеблей (485 шт./м<sup>2</sup>) и массы 1000 зерен (45,3 г). На сорте ярового ячменя Виконт совместная обработка семян и растений препаратом Вермисол обеспечила в среднем за годы изучения высокую биологическую урожайность – 409 г/м<sup>2</sup> при 340 г/м<sup>2</sup> на контроле. Этому способствовали высокие показатели числа продуктивных стеблей (505 шт./м<sup>2</sup>), числа зёрен в колосе (18 шт.) и массы зерна с колоса (0,81 г).

6. Наибольшая урожайность в среднем за годы изучения отмечена при совместной обработке семян и растений препаратом Вермисол и составила у сорта скороспелого сорта Сокол – 3,66 т/га, у среднеспелого сорта Виконт – 3,72 т/га.

7. Применение стимулирующих препаратов влияет на процентное соотношение важнейших фракций семян. Так у сорта Виконт после обработки семян и растений отмечено увеличение крупной фракции

зерна (2,5 мм) в сравнении с контролем, где преобладала фракция 2,0 мм, особенно после обработки Вермисолом.

8. На всех изученных сортах обработка стимулирующими препаратами ярового ячменя увеличила количество белка в зерне. Наибольшая прибавка этого показателя (1,9 %) отмечена в варианте с обработкой семян и растений Вермисолом. Количество белка увеличилось на 16 % по отношению к контрольному варианту.

9. Наиболее рациональной при выращивании скороспелого сорта Сокол является двукратная обработка Вермисолом, где в среднем за годы исследований условно-чистый доход составил 9768 руб./га при уровне рентабельности 80 % и себестоимости продукции 3331 руб./т. Здесь также получено энергии с урожаем в 4,2 раза больше, чем было затрачено на производство этой продукции в сравнении с контролем, где этот показатель составил 3,8.

10. При возделывании среднеспелого сорта Виконт экономически эффективной является двукратная обработка Вермисолом, где условно-чистый доход составил 10098 руб./га при рентабельности 83 % и себестоимости 3285 руб./т. Коэффициент энергетической эффективности получен на уровне 4,3 при 3,7 на контроле.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

В условиях недостаточного увлажнения при возделывании ярового ячменя скороспелой и среднеспелой групп следует применять препарат Вермисол в дозе 0,5 л/т при обработке семян одновременно с их протравливанием и 0,5 л/га при обработке посевов в фазе кущения совместно с гербицидами.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК Минобразования и науки РФ:**

1. Соловьев, М. А. Урожайность, хозяйственные и посевные качества семян сортов ярового ячменя в зависимости от вариантов обработки стимулирующими препаратами / М. А. Соловьев, В. Б. Хронюк // *Зерновое хозяйство России*. – 2012. – № 2 (20). – С. 54–57.
2. Соловьев, М. А. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сортов ярового ячменя в зависимости от вариантов обработки стимулирующими препаратами / М. А. Соловьев, В. Б. Хронюк // *Труды КубГАУ*. – 2013. – № 1(40). – С. 71–74.

### Публикации в других изданиях:

3. Соловьев, М. А. Технология возделывания ярового ячменя в условиях Нижнего Дона / А. С. Ерешко, Л. П. Бельтюков, М. А. Соловьев, и др. // Рекомендации АЧГАА, зерноград, 2012. – 20 с.
4. Соловьев, М. А. Реакция сортов ярового ячменя различного генетического происхождения на обработку стимулирующими препаратами / М. А. Соловьев, В. Б. Хронюк, А. С. Ерешко // Сб. статей международной научно-практической конференции ДонГАУ, 2012. – С. 157–161.
5. Соловьев, М. А. Особенности формирования посевных и урожайных качеств семян сортов ярового ячменя при воздействии стимулирующими препаратами / М. А. Соловьев, В. Б. Хронюк // Вестник аграрной науки Дона. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – № 3(19). – С. 67–72.

Подписано в печать 08.11.2013. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.  
Тираж 120. Заказ № 508.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,  
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.