

*На правах рукописи*

Пузырева Анна Юрьевна

**ВЛИЯНИЕ СОРТА И СРОКОВ ПОСЕВА НА  
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ В РАЗНЫХ  
АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

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

Улан-Удэ – 2013

Диссертационная работа выполнена на кафедре землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации Федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»

**Научный руководитель:** кандидат биологических наук, доцент  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия» **Гребенщиков Виктор Юрьевич**

**Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия» **Солодун Владимир Иванович**

кандидат биологических наук, с.н.с.  
Испытательно - лабораторного центра  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филлипова»  
**Норбованжилов Ринчиндоржо Дашиинимаевич**

**Ведущая организация:** ГНУ «Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» Россельхозакадемии

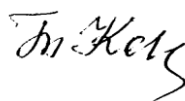
Защита состоится «18» декабря 2013 г. в 11.30 ч. на заседании диссертационного совета Д 220.006.03 при ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» по адресу: 670034, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, тел./факс (3012)44-21-33

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на официальном сайте Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова» [www.bgsha.ru](http://www.bgsha.ru) [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru)

Автореферат разослан «16» ноября 2013 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук,

профессор



Корсунова Татьяна Михайловна

## **Общая характеристика работы**

**Актуальность темы.** Яровой ячмень широко используется для выработки крупы (перловой и ячневой), экстрактов, алкогольных сиропов и безалкогольных напитков. Перспективным направлением для рационального питания является применение ячменной муки при изготовлении паст, супов, каш, салатов, пудингов, лапши. Ячмень является основным сырьем для пивоваренной промышленности, может использоваться при производстве солода для выработки спирта.

Посевные площади ячменя в России составляют около 7.6 млн.га. В Иркутской области среди зерновых ячмень по посевным площадям конкурирует с овсом, а его площадь по годам варьирует от 72 до 82 тыс.га. Валовые сборы зерна этой культуры подвержены значительным колебаниям, это обусловлено в основном абиотическими факторами среды и конъюнктурными условиями в регионе. Хозяйственное использование зерна ячменя, полученного в Иркутской области, в основном ограничивается использованием его на кормовые цели, в то время как использование его в перерабатывающей промышленности может позволить повысить рентабельность сельскохозяйственного производства. Одной из причин низкого удельного веса зерна, используемого в перерабатывающей промышленности, является его разнокачественность. Она обусловлена спецификой почвенно-климатических условий региона, низким естественным плодородием почв и континентальностью климата, что отражается на качестве зерна. В современных условиях перерабатывающая промышленность предъявляет высокие требования к качеству зерна.

В работах В.Ю. Гребенщикова (2000) и др. указывается, что в Присаянье имеется возможность получения качественного зерна ячменя. Однако, проблема влияния агроэкологических условий на процессы формирования качества зерна в период вегетации и его продуктивности в условиях региона изучены недостаточно полно.

**Цель исследований** - определить степень влияния сроков посева, условий агрофона и сорта на урожайность и качество зерна ячменя в основных агроклиматических зонах Иркутской области.

**В задачи исследований** были включены следующие вопросы:

1. изучить особенности прохождения фаз вегетации районированных сортов ячменя в зависимости от агроклиматических условий.
2. изучить влияние разных сроков посева на урожайность и качество районированных сортов ячменя.
3. определить экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания ячменя в разных почвенно-климатических условиях в зависимости от целевого назначения с учетом сроков посева.

**Защищаемые положения:**

- урожайность ячменя зависит от сорта, условий агрофона и гидротермических условий, обусловленных разными сроками посева, в отдельные этапы вегетации.
- качество зерна варьирует от гидротермических условий второй

половины вегетационного периода ячменя и определяется генетически обусловленными свойствами сорта.

**Научная новизна.** Проведен сравнительный анализ вариабельности продолжительности вегетационного и межфазных периодов ячменя по сортам в разных агроклиматических зонах. Впервые проведена комплексная оценка влияния сроков посева, сортовых особенностей, условий агрофона в основных сельскохозяйственных зонах Иркутской области на качество и продуктивность ячменя.

**Практическая значимость.** Результаты исследований могут быть использованы для разработки сортовой технологии по выращиванию ячменя на продовольственные, семенные, технические или кормовые цели в условиях Иркутской области, а также в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров и в сельскохозяйственном производстве.

**Вклад автора.** Автор принимал непосредственное участие в проведении полевых, камеральных работах, анализировал и обобщал полученные результаты, проводил статистическую обработку и интерпретацию данных.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных конференциях (Иркутск, 2011-2013; Улан-Удэ, 2012), научно-практическом семинаре ИрГСХА в 2011 г. Автором принято участие в выставке научно-технического творчества молодежи Иркутской области (2012 г).

**Публикации.** Научные результаты диссертации и их обоснование изложены в 11 работах опубликованных аспирантом, в том числе 2 из списка ВАК РФ, 1 работа опубликована в зарубежном издании.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа представляет рукопись на 140 страницах компьютерного текста и включает введение, 5 глав, выводы, предложения производству, список литературы, приложения и содержит 48 таблиц, 14 рисунков. Объем литературной ссылки включает 170 источников, в том числе 10 зарубежных авторов.

## **Глава 1. Влияние агроэкологических условий на урожайность и качество зерна (обзор литературы)**

Рассмотрено влияние эдафических и абиотических факторов среды на продуктивность и качество зерна ячменя в Сибири и Европейской части РФ. Рассмотрена роль таких факторов как сорт (Добруцкая 2000; Терехова, 2002; Кононенко, 2003), срок посева (Ружа, 1975; Гомаско, 2005, Калашников, 2005), условия питания (Блэк, 1973; Мальцев, 1982; Ризенко, 2002; Житов, 2006), метеорологические условия (Мальцев, 1910; Фатыхов, 2001; Schelling, 2003; Копылов, 2004; Крючков, 2008; Сапега, 2010; Косяненко, 2011; Полномочнов, 2011) в получении высоких урожаев зерна разного целевого назначения.

Проведена оценка влияния различных факторов на продолжительность вегетационного периода (Матвиевская, 2002; Поспелова, 2009; Терехова, 2002; Козловцева, 2005; Крутиков, 2010). Дана оценка влияния

лимитирующих агроэкологических факторов в получении высококачественного зерна.

## **Глава 2. Условия, объекты и методика исследований**

Исследования проводили в полевом опыте с культурой ячменя, которую выращивали по паровому предшественнику по методике Госсортсети (1985) с использованием метода географических посевов в период с 2010-2013 гг.

Опыты проводились в разных агроклиматических зонах Иркутской области.

Агрофон А - расположен в подтаежно-таежной зоне;

Агрофон В - расположен в лесостепной зоне;

Агрофон С - расположен в остепненной зоне.

Агрофон А представлен темно-серой лесной почвой Нижнеудинского Госсортоучастка (ГСУ), со средним содержанием подвижного фосфора (ср. 7.65 мг/100 г), повышенным - калия (ср. 13.5 мг/100 г), низким - нитратного азота - 2.4 мг/кг. Содержание гумуса  $7.0 \pm 0.8$  %, с реакцией почвенного раствора (рН кс1 5.5). Сумма поглощенных оснований 32.4 мг-экв. на 100 г почвы.

Агрофон В представлен светло-серой лесной почвой опытного поля ИрГСХА. Содержание гумуса низкое ( $2.2 \pm 0.2$  %), рН почвенного раствора 4.5, с высоким содержанием подвижного фосфора (ср. 39 мг/100 г) и средним содержанием обменного калия (ср. 8.5 мг/100 г). Сумма поглощенных оснований 24.5 мг-экв. на 100 г почвы, содержание нитратного азота повышенное (9.6 мг/кг).

Агрофон С представлен дерново-карбонатной почвой Нукутского ГСУ, содержание гумуса в пахотном горизонте  $4.2 \pm 0.5$  %. рН почвенного раствора – 7.3, обеспеченность подвижным фосфором - среднее (ср. 2.0 мг/100 г), обменным калием – среднее (ср. 23 мг/100 г). Сумма поглощенных оснований 47.5 мг-экв. на 100 г почвы, содержание нитратного азота повышенное (9.2 мг/кг).

Объектами исследования были районированные сорта ячменя Ача, Соболек, Неван.

С целью нивелирования почвенных условий нами также использовался метод учащенных сроков посевов, который позволяет провести оценку влияния различных метеорологических условий на одном агрофоне (Чирков Ю.И., 1986). Сорта ячменя выращивались при разных сроках посева:

1. Ранний срок посева (I декада мая)
2. Типичный для данной агроклиматической зоны срок посева (II декада мая)
3. Поздний срок посева (III декада мая).

Разница между сроками посева составила 10 дней. Календарные сроки посева по годам отличались в зависимости от погодных условий года.

Площадь делянок варьировала от 15 до 50 м<sup>2</sup>, учетной от 12 до 25 м<sup>2</sup>. Расположение делянок последовательное. Повторность опытных делянок

четырёхкратная. Агротехника возделывания общепринятая для Иркутской области.

При закладке полевых опытов использовали рекомендации, изложенные в руководствах Б.А. Доспехов (1985); методике Госсортсети (1985). По мере роста и развития растений систематически проводились фенологические наблюдения, отбирались растительные и почвенные образцы. Полученный цифровой материал обрабатывали математическими методами корреляционного и дисперсионного анализов (Доспехов Б.А.1985) с использованием пакета прикладных программ Excel 2010, Statistica 7.0.

Экономическая и энергетическая эффективность определялась по результатам анализа трудовых, материальных ресурсов и выхода основной продукции на основе технологических карт в ценах текущего года (Куликов, 2000; Хуснидинов и др.,2008).

Пробы зерна, почвы анализировались в аккредитованной лаборатории ФГБУ «Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория». Показатели плодородия почвы определяли по общепринятым методикам: рН сол. (ГОСТ 26483-85), нитратный азот (ГОСТ 26951-86), подвижный фосфор и калий по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) и по Мачигину (ГОСТ 26205-91), гумус по Тюрину (ГОСТ 26213-84). Показатели качества зерна определяли: натура (ГОСТ Р 54895-2012), энергия прорастания, способность прорастания и всхожесть (ГОСТ 10968-88), масса 1000 зерен (ГОСТ 10842-89), жизнеспособность (ГОСТ 12039-82), определение сырого протеина ГОСТ 13496.4-93 (метод Кьельдаля).

В период исследований условия влагообеспеченности растений по годам существенно отличались. Однако, независимо от агрофона были выявлены года с недостатком увлажнения, так и с избытком и на уровне среднеголетних значений, что в дальнейшем позволило интерпретировать усредненные данные.

### **Глава 3. Результаты исследований**

Приведены результаты фенологических наблюдений развития сортов ячменя в разных агроклиматических зонах. Выявлены взаимосвязи изменения урожая зерна и его качества от длины вегетационного периода, который определялся условиями тепло- и влагообеспеченности по фазам развития ячменя, с учетом сроков посева.

#### **Прохождение этапов развития ячменя в зависимости от метеорологических условий**

В исследованиях установлено, что в зависимости от зон возделывания вегетационный период сортов варьирует. В районах, характеризующихся достаточной теплообеспеченностью (лесостепная, остепнённая зоны), вегетационный период короче, чем в районе с недостаточно теплым вегетационным периодом и повышенной влагообеспеченностью (подтаежно-таежная зона). Средняя продолжительность вегетационного периода в подтаежно-таежной зоне составила по среднеспелым сортам - 84 дня, по

раннеспелым - 79 дней, в лесостепной и остепненной – 72 и 61 день соответственно.

Для определения зависимости продолжительности вегетационного периода от метеорологических условий был проведен корреляционный анализ между влаго- и теплообеспеченностью, а также гидротермическим коэффициентом (ГТК по Селянинову) и продолжительностью фаз вегетации по сортам.

Выявлено сильное влияние условий влагообеспеченности в условиях лесостепной и подтаежно-таежной зонах на продолжительность вегетационного периода ячменя, что подтверждается высокими коэффициентами корреляции ( $r = 0.83...0.91 \pm 0.2$ ). Независимо от сорта увеличение осадков способствовало удлинению вегетационного периода.

Длина вегетационного периода изучаемых сортов в условиях лесостепной и остепненной зон также находилась в большой зависимости и от условий теплообеспеченности ( $r = 0.78...0.94 \pm 0.3$ ).

Тесная корреляционная зависимость получена на агрофоне А и В между ГТК и продолжительностью первой половины вегетации. В условиях остепненной зоны данная закономерность не прослеживается ( $r = 0.71...0.81 \pm 0.2$ ).

Влияние продолжительности вегетационного периода на продуктивность ячменя, подтверждается высоким коэффициентом корреляции  $r = 0.79 \pm 0.1$  ( $n = 33$ ).

### **Влияние гидротермических условий на урожайность ячменя**

С помощью корреляционного анализа установлено, что в подтаежно-таежной зоне на агрофоне А избыточное увлажнение в период молочная - восковая спелость отрицательно влияло на урожайность  $r = - 0.71 \pm 0.2$ . В условиях лесостепной зоны на агрофоне В урожайность ячменя зависела от гидротермического коэффициента первой половины вегетации ( $r = 0.73 \pm 0.2$ ), а избыточное увлажнение второй половины вегетации приводило к снижению урожайности ( $r = - 0.68 \pm 0.2$ ). В условиях остепненной зоны урожайность зерновых по паровому предшественнику во многом определялась количеством осадков, выпавших в период посев - кущение. В засушливых условиях изреженность посевов остепненной зоны не компенсирует урожай за счет кустистости ячменя в дальнейшем, так как при недостаточном увлажнении первой половины вегетации продуктивная кустистость не независимо от сорта низкая.

### **Влияние гидротермических условий на качество зерна**

В условиях подтаежно-таежной зоны (агрофон А) при недостаточной теплообеспеченности, увеличение суммы осадков во второй половине вегетационного периода ячменя приводит к снижению посевных качеств.

В условиях остепненной зоны (агрофон С) гидротермические условия не позволяют получить зерно с высокими технологическими качествами, увеличение ГТК в период созревания ячменя снижает посевные качества.

## Изменение урожайности и качества ячменя в зависимости от сорта

Рассматривая продуктивность изучаемых сортов на агрофоне А за 4 года выявлено, что относительно низкая урожайность у сорта Неван (4.35 т/га), более высокая у сорта Соболек (5.36 т/га), что обусловлено биологией данных сортов (табл.1). У сорта Соболек вегетационный период в среднем за 4 года на 6 дней длиннее, чем у сорта Неван. По сорту Ача, на данном агрофоне, получена высокая урожайность от 4.90 до 6.82 т/га. Различия между вариантами существенные. Аналогичная закономерность складывается на агрофоне В и С.

Таблица 1. Влияние сорта на урожайность ячменя в разных агроклиматических зонах при типичных сроке посева, т/га

| Агрофон                | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Среднее |
|------------------------|------|------|------|------|---------|
| Ача                    |      |      |      |      |         |
| А                      | 5.68 | 5.02 | 4.90 | 6.82 | 5.61    |
| В                      | -    | 1.70 | 3.31 | 2.53 | 2.51    |
| С                      | 2.70 | 3.56 | 3.28 | 1.98 | 2.88    |
| Соболек                |      |      |      |      |         |
| А                      | 6.22 | 4.88 | 5.04 | 5.30 | 5.36    |
| В                      | -    | 2.37 | 3.36 | 3.24 | 2.99    |
| С                      | 2.42 | 3.16 | 3.43 | 1.30 | 2.58    |
| Неван                  |      |      |      |      |         |
| А                      | 4.85 | 3.10 | 4.27 | 5.16 | 4.35    |
| В                      | -    | 0.98 | 2.60 | 2.69 | 2.09    |
| С                      | 1.40 | 1.73 | 2.25 | 1.22 | 1.65    |
| НСР <sub>05</sub> т/га | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.1  | -       |

Оценивая посевные качества изучаемых сортов установлено, что у сорта Соболек в отличие от сорта Ача и Неван независимо от года и агрофона, жизнеспособность семян ниже (94-98 %). Согласно наблюдениям, это связано с тем, что для данного сорта характерно затягивание вегетационного периода за счет подгона и, как следствие, травмирование части зерна во время уборки при повышенной влажности. Независимо от агрофона для сорта Ача получена пониженная энергия прорастания зерна, в среднем за 4 года 75-86 %, в то время как у сорта Соболек 85-89 % и 88-95% для сорта Неван (табл.2). Снижение энергии прорастания сорта Ача, по нашему мнению, произошло по причине меньшей физиологической адаптивности данного сорта к абиотическим условиям Иркутской области.



Таблица 2. Влияние сорта на посевные качества зерна ячменя при типичном сроке посева в разных агроклиматических зонах

| Агрофон               | Энергия прорастания, % |      |      |      |        | Всхожесть, % |      |      |      |        |
|-----------------------|------------------------|------|------|------|--------|--------------|------|------|------|--------|
|                       | 2010                   | 2011 | 2012 | 2013 | средн. | 2010         | 2011 | 2012 | 2013 | средн. |
| Ача                   |                        |      |      |      |        |              |      |      |      |        |
| А                     | 79                     | 64   | 65   | 90   | 75     | 92           | 85   | 97   | 96   | 93     |
| В                     | -                      | 92   | 88   | 78   | 86     | -            | 99   | 92   | 92   | 94     |
| С                     | 76                     | 82   | 85   | 90   | 83     | 87           | 94   | 92   | 97   | 93     |
| Соболек               |                        |      |      |      |        |              |      |      |      |        |
| А                     | 89                     | 82   | 99   | 78   | 87     | 94           | 92   | 100  | 96   | 96     |
| В                     | -                      | 94   | 85   | 77   | 85     | -            | 100  | 94   | 94   | 96     |
| С                     | 90                     | 86   | 88   | 90   | 89     | 94           | 96   | 94   | 92   | 94     |
| Неван                 |                        |      |      |      |        |              |      |      |      |        |
| А                     | 83                     | 83   | 99   | 85   | 88     | 89           | 93   | 100  | 97   | 95     |
| В                     | -                      | 93   | 97   | 94   | 95     | -            | 99   | 98   | 97   | 98     |
| С                     | 92                     | 90   | 87   | 93   | 91     | 96           | 95   | 94   | 97   | 98     |
| НСР <sub>05</sub> , % | 2                      | 3    | 3    | 3    | -      | 2            | 3    | 3    | 3    | -      |

Неполная физиологическая адаптация сорта Ача при формировании семян в условиях избыточного увлажнения (агрофон А) и недостатку влаги, а также контрастности суточных температур (агрофон С) проявляется в существенном снижении энергии прорастания, всхожести по сравнению с другими сортами.

Основные технологические качества зерна: натура, масса 1000 зерен, содержание клетчатки существенно отличаются по сортам, что обусловлено их генетическими признаками. Максимальный показатель натуры и массы 1000 зерен у сорта Ача от 612 до 649 г/л., минимальный показатель натуры у сорта Соболек от 584 до 605 г/л. В условиях недостаточного увлажнения при относительно невысокой урожайности в остепненной зоне в зерне сорта Неван накапливается значительно больше сырого протеина 14.3 %.

Оценивая показатели качества изучаемых сортов выявлено, что по показателю натуры, массы 1000 зерен и биохимическому составу на крупяные цели больше подходит сорт Ача, на фуражные и технические цели сорта Соболек и Неван.

### **Влияние условий агрофона на урожайность и качество ячменя**

Продуктивность культуры во многом определялась содержанием гумуса в почве. Так на агрофоне А при высоком содержании гумуса, отмечена максимальная урожайность всех сортов. У сорта Ача средняя урожайность составила 5.61 т/га, по сорту Соболек 5.36 т/га и у сорта Неван 4.35 т/га (табл.1). Низкая продуктивность наблюдалась в условиях агрофона С (остепненная зона) на дерново-карбонатных почвах. Так, по паровому предшественнику урожайность изучаемых сортов варьировала от 1.65 -2.88 т/га. На агрофоне В (лесостепь) отмечена средняя урожайность ячменя (от 2.09 до 2.99 т/га).

Выявлена высокая положительная корреляционная зависимость между содержанием гумуса в почве и урожаем возделываемых сортов, коэффициент корреляции варьировал от  $0.75 \pm 0.2$  до  $0.85 \pm 0.2$ . Таким образом, в наших исследованиях продуктивность ячменя на 56-72 % определялась уровнем агрофона и в большей степени содержанием гумуса в почве.

Посевные и технологические показатели зерна в большей степени зависели от сорта и гидротермических условий агрофона и незначительно от уровня почвенного плодородия.

### **Влияние срока посева на урожайность и качество зерна ячменя**

Разные сроки посева обеспечивали изменение гидротермических условий по межфазным периодам изучаемых сортов, в связи с этим отмечена вариабельность урожайности по годам. В таблице 3 представлены усредненные за три года результаты.

Таблица 3. Влияние срока посева на урожайность изучаемых сортов в разных агроклиматических зонах, т/га

| Срок посева              | Агрофон |      |      |
|--------------------------|---------|------|------|
|                          | А       | В    | С    |
| Ача                      |         |      |      |
| 1                        | 6.37    | 3.20 | 3.00 |
| 2                        | 5.56    | 2.51 | 2.94 |
| 3                        | 4.31    | 3.16 | 2.95 |
| Соболек                  |         |      |      |
| 1                        | 6.09    | 4.10 | 1.98 |
| 2                        | 5.07    | 2.99 | 2.63 |
| 3                        | 4.43    | 2.83 | 2.15 |
| Неван                    |         |      |      |
| 1                        | 5.33    | 3.14 | 1.48 |
| 2                        | 4.18    | 2.09 | 1.73 |
| 3                        | 2.94    | 2.50 | 1.77 |
| НСР <sub>05</sub> , т/га | 0.1     | 0.2  | 0.1  |

Наибольшая урожайность в подтаежно-таежной и лесостепной зонах по всем сортам отмечалась при раннем сроке посева. Наиболее чувствительным на изменения гидротермических условий, связанных со сроками посева в нашем опыте оказался сорт Неван, так как разбег урожайности у него большой. Разница между урожайностью сортов Ача и Соболек небольшая, но существенная. Урожайность изучаемых сортов на агрофоне С ниже чем на других агрофонах. Минимальная урожайность в остепненной зоне у сорта Неван при раннем сроке посева, при типичном и позднем сроке разница не существенная, урожайность сорта Ача по срокам посева для данной зоны отличалась не значительно.

Варьирование посевных качеств зерна обусловлено изменением гидротермических условий, складывающихся при разных сроках посева, в

таблице 4 приведены усредненные результаты. Рассматривая влияние срока посева на семенные качества зерна, выявлено, что энергия прорастания и всхожесть на агрофоне А и В при раннем сроке посева выше независимо от сорта. Запоздывание с посевом приводит к снижению этих показателей, особенно у среднеспелых сортов Ача и Соболек. Сорт Неван благодаря генотипическим свойствам (скороспелость) независимо от срока посева успевает сформировать в условиях лесостепи семена с высокими кондициями.

На агрофоне С - более высокие показатели по сортам отмечены при типичном сроке посева, ранние как и поздние сроки посева снижают энергию прорастания. При позднем посеве существенно снижается всхожесть зерна, по нашему мнению, это происходит за счет высокой контрастности дневных и ночных температур на фоне избыточного увлажнения в период созревания зерна. Работами Ф.Э. Реймерса, И.Э. Илли (1978) установлено, что низкая температура и повышенная влажность воздуха и почвы во время формирования органов зародыша, в дальнейшем отражается на силе роста и энергии прорастания.

Таблица 4. Влияние срока посева на посевные качества зерна в разных агроклиматических зонах

| Срок посева | Энергия прорастания, % |    |    | Всхожесть, % |    |    |
|-------------|------------------------|----|----|--------------|----|----|
|             | А                      | В  | С  | А            | В  | С  |
| Ача         |                        |    |    |              |    |    |
| 1           | 95                     | 95 | 78 | 96           | 98 | 85 |
| 2           | 73                     | 86 | 86 | 93           | 94 | 94 |
| 3           | 85                     | 91 | 78 | 92           | 96 | 74 |
| Соболек     |                        |    |    |              |    |    |
| 1           | 95                     | 93 | 81 | 97           | 96 | 86 |
| 2           | 86                     | 85 | 88 | 96           | 96 | 94 |
| 3           | 93                     | 85 | 79 | 95           | 92 | 79 |
| Неван       |                        |    |    |              |    |    |
| 1           | 98                     | 96 | 89 | 98           | 97 | 87 |
| 2           | 89                     | 95 | 90 | 97           | 98 | 95 |
| 3           | 90                     | 93 | 79 | 98           | 98 | 91 |
| НСР 05, %   | 2                      | 3  | 3  | 2            | 3  | 3  |

Данные таблицы 5 свидетельствуют, что высокие значения натуре и массы 1000 формируются в подтаежно - таежной зоне, низкие в условиях остепненной зоны. Однако технологические качества зерна определялись также сортовыми особенностями, более крупное зерно получено у сорта Ача. Показатель натуре так же выше у сорта Ача.

Таблица 5. Влияние срока посева на технологические показатели зерна ячменя в разных агроклиматических зонах

| Срок посева           | Натура, г/л |     |     | Масса 1000 зерен, г |      |      |
|-----------------------|-------------|-----|-----|---------------------|------|------|
|                       | А           | В   | С   | А                   | В    | С    |
| Ача                   |             |     |     |                     |      |      |
| 1                     | 666         | 642 | 639 | 45.1                | 43.4 | 38.1 |
| 2                     | 651         | 644 | 619 | 48.4                | 41.3 | 41.5 |
| 3                     | 673         | 652 | 596 | 44.6                | 42.4 | 39.4 |
| Соболек               |             |     |     |                     |      |      |
| 1                     | 603         | 601 | 549 | 40.4                | 39.5 | 39.7 |
| 2                     | 610         | 585 | 575 | 42.9                | 38.5 | 37.3 |
| 3                     | 606         | 581 | 624 | 40.3                | 38.6 | 37.5 |
| Неван                 |             |     |     |                     |      |      |
| 1                     | 624         | 613 | 602 | 43.9                | 37.3 | 39.3 |
| 2                     | 610         | 610 | 594 | 43.0                | 36.7 | 37.5 |
| 3                     | 612         | 588 | 541 | 40.5                | 40.0 | 35.9 |
| НСР <sub>05</sub> , г | 18          | 17  | 16  | 0.5                 | 0.5  | 0.5  |

Гидротермические условия, обусловленные разными сроками посева, не оказали существенного влияния на натуру зерна, что подтверждается многомерным и ковариационным анализом (рис. 1).

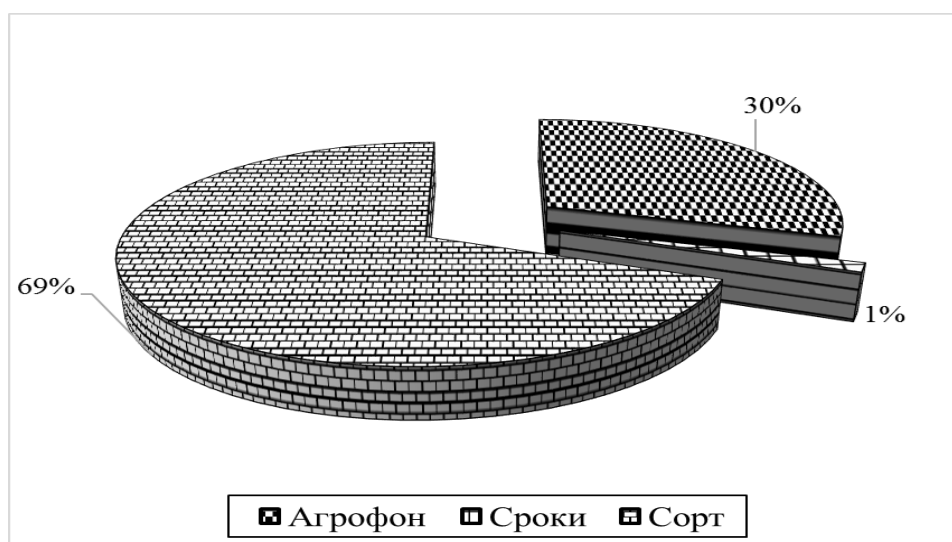


Рис. 1. Влияние изучаемых факторов на натуру зерна ячменя

Значения показателя натуре на 69 % обеспечиваются сортовыми особенностями. До 30% вариабельность натуре обеспечивается контрастными условиями агроклиматических зон, меньше всего оказали влияние - сроки посева (1 %).

В перерабатывающей промышленности содержание протеина и способность прорастания нормируется рядом ГОСТов. Для Иркутской

области лимитирующим показателем при заготовке ячменя нередко выступает способность прорастания (ГОСТ 28672-90) и содержание сырого протеина (ГОСТ 5060-86).

На агрофоне А и В содержание белка при раннем сроке посева выше по всем сортам. На агрофоне С независимо от сорта содержание протеина относительно стабильное, но все же высокое, что не позволяет использовать ячмень для пивоварения (ГОСТ 5060-86).

Таблица 6. Влияние срока посева на технологические показатели в основных агроклиматических зонах

| Срок посева | Сырой протеин, % |      |      | Способность прорастания, % |    |    |
|-------------|------------------|------|------|----------------------------|----|----|
|             | А                | В    | С    | А                          | В  | С  |
| Ача         |                  |      |      |                            |    |    |
| 1           | 13.8             | 13.2 | 11.9 | 95                         | 95 | 74 |
| 2           | 12.7             | 14.4 | 12.4 | 86                         | 92 | 88 |
| 3           | 12.8             | 13.5 | 12.0 | 88                         | 93 | 73 |
| Соболек     |                  |      |      |                            |    |    |
| 1           | 13.1             | 13.6 | 12.4 | 96                         | 94 | 77 |
| 2           | 12.8             | 13.7 | 12.3 | 90                         | 94 | 91 |
| 3           | 12.4             | 13.5 | 12.4 | 94                         | 89 | 65 |
| Неван       |                  |      |      |                            |    |    |
| 1           | 14.0             | 14.7 | 12.7 | 97                         | 97 | 82 |
| 2           | 12.2             | 14.3 | 12.5 | 94                         | 97 | 93 |
| 3           | 13.0             | 14.0 | 12.7 | 94                         | 95 | 82 |
| НСР 05, %   | 0.3              | 0.4  | 0.3  | 3                          | 2  | 2  |

Способность прорастания на агрофоне А и В при раннем сроке посева выше по всем сортам. В условиях остепненной зоны способность прорастания выше при типичном сроке. Поздние сроки посева в условиях переувлажнения второй половины лета существенно снижают способность прорастания.

#### **Глава 4. Математическая оценка влияние агроклиматических условий и сорта на изменчивость урожайности и качество зерна ячменя при разных сроках посева**

При описании влияния различных агроприемов, на эффективность продукционного процесса в системе почва - растение - окружающая среда рекомендуется использовать многомерный дисперсионный и ковариационный анализ.

Результаты проведенного многомерного дисперсионного анализа свидетельствуют, что на долю изучаемых нами факторов: агрофон, срок посева, сорт в общей доле вариабельности урожая ячменя приходится около 70 % влияния (коэффициент детерминации = 0.69), остальные 30 % изменчивости урожая в Иркутской области обусловлены другими факторами (фитосанитарная обстановка и др.).

Наибольший вклад в формировании урожайности за исследуемые годы обеспечил фактор агрофон (почвенно-климатическая зона) и составил 48 %. Вклад фактора сорт в общее влияние составил – 9 %. Изучаемые нами сроки посева на изменение урожая оказали влияние не более 4 %. Влияние взаимодействия факторов сроки посева × агрофон составило 7 %.



Рис. 2. Удельный вес влияния изучаемых факторов на изменчивость урожайности ячменя в Иркутской области

Многомерный ковариационный анализ данных (n = 81) показал, что такие показатели качества, как способность прорастания и всхожесть в условиях Иркутской области во многом зависят от почвенно-климатических условий зоны (55-58%), на 22-24 % от взаимодействия факторов срок посева × агрофон. Сроки посева, как и сортовые особенности ячменя, в структуре изменчивости рассматриваемых показателей оказались на уровне 9-13 %.

## Глава 5. Экономическая и биоэнергетическая оценка возделывания ячменя на разных агрофонах и сроках посева

В условиях рыночных отношений очень важно сделать экономическую оценку предлагаемой технологии возделывания ячменя разного целевого назначения на разных агрофонах при разных сроках посева.

Согласно ГОСТ 5060-86 и ГОСТ 28672-90 в зависимости от технологических показателей зерна, ячмень может использоваться по пяти направлениям. Оплата за зерно также дифференцируется в зависимости от целей заготовки.

Результаты таблицы 7 свидетельствуют, что при типичном сроке посева в лесостепной зоне сорт Ача позволяет получить зерно на продовольственные цели, для выработки солода в спиртовом производстве и на семена. Зерно, полученное в условиях подтаежно - таежной зоны на агрофоне А возможно использовать на продовольственные цели и на семена, однако по причине низкой способности прорастания (86 %) использовать для солода не рекомендуется.

Таблица 7. Оценка зерна для переработки в зависимости от сроков посева и агрофона

| Вариант                           | Урожайность, т/га | Технологические качества |                            |              | Характер использования         |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|
|                                   |                   | Натура, г/л              | Способность прорастания, % | Всхожесть, % |                                |
| Сорт Ача на агрофоне              |                   |                          |                            |              |                                |
| А                                 | 5.56              | 651                      | 86                         | 93           | Продовольствие                 |
| В                                 | 2.51              | 644                      | 92                         | 94           | Продовольствие<br>Солод        |
| С                                 | 2.94              | 619                      | 88                         | 94           | Фураж                          |
| Сорт Ача при разных сроках посева |                   |                          |                            |              |                                |
| 1                                 | 3.20              | 642                      | 95                         | 98           | Продовольствие<br>Солод        |
| 2                                 | 2.51              | 644                      | 92                         | 94           | Продовольствие<br>Солод        |
| 3                                 | 3.16              | 652                      | 93                         | 96           | Продовольствие<br>Солод        |
| Различные сорта на агрофоне В     |                   |                          |                            |              |                                |
| Ача                               | 2.51              | 644                      | 92                         | 94           | Продовольствие<br>Солод        |
| Соболек                           | 2.99              | 585                      | 94                         | 96           | Солод                          |
| Неван                             | 2.09              | 610                      | 97                         | 98           | Продовольствие<br>Солод        |
| ГОСТ 28672-90, не менее           |                   | 630                      |                            |              | Продовольствие                 |
|                                   |                   | 570                      | 92                         |              | Солод в спиртовом производстве |
| ГОСТ 52325-2005, не менее         |                   |                          |                            | 92           | Семена                         |

Зерно сорта Ача, полученное в остепненной зоне на продовольственные цели не соответствует по ГОСТ 28672-90 из-за низкого показателя натуры (619 г/л), использовать зерно для получения солода не возможно по причине низкой способности прорастания. Таким образом, на агрофоне С полученное зерно можно использовать на семена и в качестве фуража.

В условиях лесостепной зоны на светло-серой лесной почве установлено, что независимо от сроков посева полученное зерно соответствует на продовольственные цели, для выработки солода и на семена. Анализируя качество зерна, полученного на опытном поле ИрГСХА (агрофон В) при типичном сроке посева, можно сделать следующий вывод: сорт Ача способен обеспечить зерно, пригодное для переработки в крупу, сорта Соболек и Неван на фуражные цели и для выработки солода в спиртовом производстве.

Основным критерием при оценке экономической эффективности является урожайность, производственные затраты и связанная с этим себестоимость продукции. Немаловажной является и цена реализации зерна. В таблице 8 отражены закупочные цены с учетом качества зерна, в связи с чем происходит изменение рентабельности выращивания ячменя.

Таблица 8. Экономическая эффективность возделывания сорта Ача в зависимости от агрофона и сроков посева и характера использования зерна

| Параметры оценки                  | Агрофон  |        |        | Сроки  |        |        |
|-----------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                   | Варианты |        |        |        |        |        |
|                                   | А        | В      | С      | 1      | 2      | 3      |
| Урожайность т/га                  | 5.56     | 2.51   | 2.94   | 3.20   | 2.51   | 3.16   |
| Затраты труда на 1 га чел.-ч      | 8.26     | 4.83   | 5.25   | 5.60   | 4.83   | 5.53   |
| Производственные затраты, руб./га | 9190.5   | 8410.3 | 8504.0 | 8585.1 | 8410.3 | 8575.0 |
| Себестоимость, руб./ц             | 165      | 335    | 289    | 268.3  | 335.1  | 271.4  |
| Цена реализации, руб./ц           | 750      | 1100   | 660    | 1110   | 1100   | 1100   |
| Выручка от реализации, руб./га    | 41700    | 27610  | 19404  | 35520  | 27610  | 34760  |
| Условно чистый доход, тыс.руб./га | 32510    | 19200  | 10900  | 26.9   | 19.2   | 26.2   |
| Рентабельность, %                 | 353.7    | 228.3  | 128.17 | 313.74 | 228.29 | 305.36 |

Результаты экономической оценки свидетельствуют, что высокая урожайность в подтаежно-таежной зоне при относительно равных затратах обеспечивает низкую себестоимость зерна ячменя (165 р/ц). Даже с учетом того, что полученное зерно на агрофоне В возможно использовать на солод, цена которого выше, чем на продовольственные цели уровень рентабельности больше на агрофоне А (353.7 %). Минимальный уровень рентабельности получен в остепенной зоне, что связано с низкой закупочной ценой ячмень на фуражные цели.

Изучая эффективность сроков посева в лесостепной зоне, установлено, что при раннем сроке посева уровень рентабельности выше, чем при типичном, что обеспечивается более высокой урожайностью.

Проведя экономическую оценку выращивания разных сортов в лесостепной зоне выявлено, что уровень рентабельности выше у сорта Соболек (309.5 %) за счет высокой урожайности и минимальный у сорта Неван (205.7 %).

Биоэнергетическая оценка выращивания ячменя показала, что по основной продукции во всех вариантах складывается положительный баланс энергии. Однако, значения варьируют в зависимости как от агроклиматической зоны, так и от сорта. Наименьшее приращение валовой энергии наблюдается у сорта Неван (8.0-40.4 ГДж), что связано с низкой урожайностью сорта независимо от агрофона. Максимальное приращение валовой энергии у сортов с наибольшей продуктивностью. В данном случае,



на агрофонах А и С у сорта Ача при урожайности 5.56 и 2.94 т/га соответственно, и на агрофоне В у сорта Соболек (2.99 т/га).

Таким образом, наибольшее приращение валовой энергии наблюдалось на агрофоне А (40.4-64.2 ГДж/га) минимальное - на опытном поле ИрГСХА. Энергетический коэффициент при выращивании ячменя по паровому предшественнику определялся уровнем продуктивности изучаемых сортов и почвенным плодородием.

### Выводы

1. На технологические качества зерна большее влияние оказывает сорт, а на урожайность условия агроклиматической зоны, доля влияния сроков посева в структуре изменчивости посевных качеств зерна варьирует от 9 до 35 %, что подтверждается многомерным дисперсионным и ковариационным анализом.

2. Длина вегетационного периода ячменя в условиях лесостепной и остепненной зоны Иркутской области определяется условиями теплообеспеченности ( $r = 0.78...0.94 \pm 0.3$ ), в условиях подтаежно-таежной и лесостепной зонах увеличение ГТК в период до цветения способствует удлинению первой половины вегетации, что подтверждается корреляционным анализом ( $r = 0.71...0.81 \pm 0.2$ ). Выявлено сильное влияние условий влагообеспеченности в условиях лесостепной и подтаежно-таежной зонах на продолжительность вегетационного периода ячменя, что подтверждается высокими коэффициентами корреляции ( $r = 0.83...0.91 \pm 0.2$ ).

3. Урожайность сортов Ача, Соболек и Неван в Иркутской области находится в прямой тесной корреляционной зависимости от продолжительности вегетационного периода ( $r = 0.79 \pm 0.1$ ).

4. В условиях подтаежно - таежной зоны по паровому предшественнику урожайность сортов определяется условиями увлажнения в межфазный период молочная – восковая спелость ( $r = - 0.71 \pm 0.2$ ).

В лесостепной зоне урожайность ячменя определялась количеством осадков, выпавших в первой половине вегетации (период посев-цветение), что подтверждается корреляционным анализом ( $r = 0.73 \pm 0.2$ ). В остепненной зоне урожайность всех сортов ячменя определяется запасами влаги в почве в период посев-кущение, что обеспечивается паровым предшественником.

5. В условиях подтаежно-таежной и лесостепной зонах максимальная урожайность обеспечивается ранним сроком посева. В остепненной зоне сроки посева не оказали существенного влияния на урожайность.

6. В подтаежно-таежной и лесостепной зонах увеличение суммы осадков во второй половине вегетационного периода ячменя приводит к снижению посевных качеств.

Недостаточное увлажнение в остепненной зоне в целом не позволяет получить зерно с высокими технологическими качествами, увеличение ГТК в период созревания ячменя снижает посевные качества.

7. Максимальное приращивание валовой энергии наблюдается в условиях подтаежно-таежной зоны на темно - серой лесной почве 40.4-64.2 ГДж/га, минимальное на светло-серой лесной почве лесостепной зоны. Энергетический коэффициент при выращивании ячменя определяется уровнем урожайности сортов.

8. Наибольшая рентабельность производства получена в условиях подтаежно – таежной зоны (354 %) для сорта Ача. В условиях лесостепной зоны более высокая рентабельность 313 и 305 % получена при раннем и поздних сроках посева сорта Ача.

### **Предложения производству**

1. В условиях лесостепной и подтаежно-таежной зон на продовольственные цели рекомендуется использовать сорт Ача при раннем сроке посева, что обеспечивает высокую рентабельность.

2. Для получения солода в спиртовом производстве рекомендуется выращивать сорта Ача, Соболек в лесостепной зоне Иркутской области.

### **Список научных работ, опубликованных по материалам диссертации**

#### Рецензируемом ВАК РФ издании

1. Верхотуров В.В. Оценка технологических показателей качества зерна ячменя в различных экологических условиях Иркутской области/ В.В. Верхотуров, С.О. Панковец, **А.Ю.Пузырева** //Журнал Известия ВУЗов. Пищевые технологии. - 2011.- № 2-3.- С.17-19.

2. **Пузырева А.Ю.** Анализ влияния агроэкологических факторов на урожайность ячменя в Иркутской области/ **А.Ю. Пузырева**, В.Ю. Гребенщиков, Гайда В.К. // Вестник Иркутского государственного технического университета.- 2013.- № 11. - С.35-37.

#### Статьи в других журналах и материалы конференций

3. Гребенщиков В.Ю. Влияние экологических условий на технологические качества зерна сортов ячменя/ В.Ю. Гребенщиков, В.В. Верхотуров, **А.Ю. Пузырева**, // Материалы международной научно-практической конференции «Природа и сельскохозяйственная деятельность человека». – Иркутск, 2011. - С. 42-45.

4. Гребенщиков В.Ю. Влияние лимитирующих факторов при возделывании ячменя на его продуктивность в условиях Иркутского района/ В.Ю. Гребенщиков, **А.Ю. Пузырева** //Материалы научно-практического семинара посвященного 75- летию со дня рождения профессора Хуснидинова Ш.К. «Ресурсосберегающие технологии производства экологически безопасные сельскохозяйственной продукции». - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. - С.125-130.

5. Гребенщиков В.Ю. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность ячменя в Иркутской области / В.Ю. Гребенщиков, Л.В. Будажапов, **А.Ю. Пузырева** // Материалы международной научно-

практической конференции, посвященной 80-летию ФГБУ ВПО БГСХА им. В.Р.Филиппова. «Инновационное развитие агропромышленного комплекса и аграрного образования». - Улан-Удэ, 2011. - С.57-61.

6. Grebenshchikov V.Yu. Soil potential of Irkutsk region in the process of barley producing/ V.Yu. Grebenshchikov, V.V.Verhoturov, **A.Yu. Puzyreva** // Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, 15- 17 May 2012», Cesme-izmir/TURKEY, 2012.- С. 350-353.

7. **Пузырева А.Ю.** Оценка агроэкологических факторов при возделывании ячменя/ **А.Ю. Пузырева**, В.Ю. Гребенщиков //Сборник статей международной научно-практической конференции молодых ученых 19-20 апреля 2012 г.- Иркутск, 2012. - С.138-143.

8. **Пузырева А.Ю.** Влияние почвенного плодородия на продуктивность и качество ячменя/ **А.Ю. Пузырева**, С.О. Панковец // Материалы международной научно- практической конференции, посвященной 60-летию агрономического факультета БГСХА «Рациональное использование почвенных и растительных ресурсов в экстремальных природных условиях». - г. Улан-Удэ, 2012. - С.101-103.

9. **Пузырева А.Ю.** Сортоспецифические реакции районированных сортов ячменя Иркутской области в разных агроэкологических условиях/ **А.Ю. Пузырева**, В.Ю. Гребенщиков, С.О. Панковец, В.В. Верхотуров// Материалы I Всероссийской научной конференции «Современные исследования в биологии». - Владивосток, 2012. - С. 213-217.

10. Гребенщиков В.Ю. Современные аспекты получения зерна ячменя в условиях Прибайкалья в зависимости от его целевого назначения/ В.Ю. Гребенщиков, **Пузырева А.Ю.**, А.М. Аблов, С.О. Панковец // Материалы I Всероссийской научной конференции «Современные исследования в биологии». - Владивосток, 2012. - С. 78-83.

11. **Пузырева А.Ю.** Выращивание пивоваренного ячменя в Иркутской области, как способ привлечения инвестиций в аграрный сектор региона/ **А.Ю. Пузырева**, В.Ю. Гребенщиков, С.О. Панковец // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационно-инвестиционное развитие агропромышленного комплекса». - г. Новосибирск, Изд-во НГАУ, 2012. - С.63-73.

Лицензия на издательскую деятельность  
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.  
Усл.-печ.л. 1.25. Подписано в печать 15.11.2013 г.  
Тираж 100 экз.

Издательство Иркутской государственной  
сельскохозяйственной академии  
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,  
пос. Молодежный