

*На правах рукописи*

ИЕРОНОВА Виктория Викторовна

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И ПОДБОР ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ПЛАСТИЧНЫХ  
ФОРМ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM L.*) ДЛЯ УСЛОВИЙ  
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Специальность 03.00.16 – экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Тюмень -2007

Работа выполнена на кафедре ботаники и биотехнологии растений  
ГОУ ВПО «Тюменского государственного университета»

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор **Боме Нина Анатольевна**

**Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук  
**Лихенко Иван Евгеньевич**  
кандидат биологических наук, доцент  
**Турсумбекова Галина Шалкарровна**

**Ведущая организация:** ГОУ ВПО «Сургутский  
государственный университет»

Защита состоится «\_\_» февраля 2007 г. в \_\_ часов на заседании  
диссертационного совета Д 212.274.08 в Тюменском государственном уни-  
верситете по адресу: 625043, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского го-  
сударственного университета и на сайте <http://utmn.ru>

Автореферат разослан «\_\_» января 2007 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук

**С.Н. Гашев**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) – одна из важнейших зерновых культур России, площадь которой составляет 9 млн. га. В последнее время, помимо пищевых и зернофуражных направлений использования, ячмень рассматривается как источник повышенного содержания жиров и антиоксидантов.

Большая контрастность почвенно-климатических условий Тюменской области и низкий биоклиматический потенциал обуславливают постоянный поиск сортов ячменя с высокой экологической пластичностью. В успешном решении этой проблемы ведущая роль принадлежит научно-обоснованному подбору исходного материала.

Вовлечение в изучение разнообразного, географически отдаленного и местного материала позволяет выявить новые формы и закономерности в формообразовательном процессе ячменя.

Выявление сортов, способных максимально адаптироваться к условиям региона возделывания, предусматривает их комплексное изучение по биологическим свойствам и хозяйственно-ценным признакам на всех этапах онтогенеза с использованием полевых и лабораторных методов.

**Цель исследования** – изучение исходного материала ячменя (*Hordeum* L.) из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова по морфологическим признакам и биологическим свойствам, а также адаптивным реакциям на экологические факторы среды.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие **задачи**:

- изучить особенности роста и развития 80 сортов ячменя различного эколого-географического происхождения;
- выявить корреляционную зависимость между урожайностью и другими признаками;
- определить адаптивные свойства сортов ячменя по норме реакции на дефицит влаги и засоление в раннем онтогенезе;
- выявить по комплексу признаков высокопродуктивные сорта ячменя, обладающие устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды и стрессам.

**Научная новизна.** На основе комплексной оценки получены новые данные по изучению генетического потенциала сортов ячменя отечественной и зарубежной селекции по отношению к факторам среды в сельскохозяйственной зоне Тюмен-

ской области. Выявлены корреляционные зависимости между основными хозяйственно-ценными признаками. Определена сортоспецифическая реакция сортов на дефицит влаги и засоление по изменчивости морфологических признаков проростков. Показана эффективность изучения биологических особенностей, адаптивных и продуктивных свойств ячменя с использованием методов лабораторной диагностики и полевого испытания.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Внутривидовой потенциал рода *Hordeum* L. является источником расширения генетического разнообразия ценных признаков и форм в сложных почвенно-климатических условиях.

2. Комплексная оценка сортов на всех этапах онтогенеза и в разных экологических условиях повышает эффективность подбора форм с высоким адаптивным потенциалом.

**Практическая значимость.** Выделены источники ценных признаков, рекомендуемые для использования в программах экологической селекции ячменя. Данные, полученные в ходе экспериментальных исследований и их научная интерпретация, могут быть использованы при создании модели сорта для условий юга Тюменской области. Материал используется в учебном процессе при чтении лекционного курса «Биологические основы растениеводства» и при проведении большого спецпрактикума «Морфобиологические особенности культивируемых видов растений». Источники отдельных хозяйственно-ценных признаков (высокий потенциал урожайности, крупнозерность, устойчивость к полеганию и др.) и их комплекса, выделенные в результате изучения коллекции ячменя ВНИИР им. Н.И. Вавилова, разосланы в селекцентры страны для использования в качестве исходного материала при создании новых сортов.

**Апробация работы и публикация результатов исследования.** Наиболее полно результаты исследования изложены в научных отчетах (2004-2006 гг.) и представлены на заседаниях кафедры ботаники и биотехнологии растений Тюменского государственного университета. Основные положения диссертации апробированы на XLII Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 2004), Всероссийской конференции молодых ученых «Экология: от генов до экосистем» (Екатеринбург, 2005 г.) и Всероссийской заочной электронной конференции «Природно-ресурсный потенциал Сибири» (2006 г.). По теме диссертации опубликовано 5 научных работ.

**Структура и объем диссертации.** Основной текст диссертации изложен на 160 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы и приложений. Список литературы содержит 187 наименований, в том числе 6 на иностранном языке. Диссертация включает 17 таблиц, 12 рисунков, 50 приложений.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Введение**

Дано обоснование актуальности, новизны и практической значимости работы. Поставлены цель и задачи, сформулированы положения, выносимые на защиту.

### **1. Обзор литературы**

Проведен анализ литературных источников, посвященных изучению генофонда ячменя. Описана классификация рода *Hordeum* L., приведена его ботаническая и биологическая характеристика (Трофимовская, 1972; Машкевич, 1974; Беляков, 1990; Культурная флора ..., 1990; Долгачева, 1991; Шевелуха, 1992; Стрельченко, Ковалева, Окуно, 2002). Рассмотрены проблемы исходного материала, его экологической пластичности и модели сорта (Лукьянова, 1985; 1987; Сурин, Ляхова, 1987; Гончаров, 1987; Михайличенко, 2000; Жученко, 2000; Конарев, 1995; 2001; Конарев, Алексаян, 2005). Дано определение адаптации и нормы реакции, их значение в подборе исходного материала (Дорофеев, 1981; Жученко, 1988; 1990; Мельников, 1990; Жуйкова, 1990; Долотовский, 1998; Озернюк, Нечаев, 2002). Проанализирована проблема устойчивости растений к факторам внешней среды, в частности, к недостатку влаги и засолению (Генкель, 1971; Удовенко, 1977; Удовенко, Гончарова, 1982; Климов, 2001; Чиркова, 1991; 2002; Баташова, Альдеров, 2005; Баранова, Гулевич, 2006).

### **2. Почвенно-климатическая характеристика**

Для юга Тюменского региона характерен резко континентальный климат, проявляющийся в широкой амплитуде колебаний между минимальной температурой воздуха зимой ( $-49^{\circ}\text{C}$ ) и максимальной – летом ( $+49^{\circ}\text{C}$ ). Сумма среднесуточных температур воздуха за период выше  $10^{\circ}\text{C}$  колеблется в пределах 1900-1980<sup>0</sup>, продолжительность периода составляет 121-124 суток. Сумма осадков составляет 310-470 мм, 70-80% которых выпадает в теплый период. Самый дождливый месяц - июль, в то время как весна и начало лета нередко характеризуются засушливыми условиями.

### 3. Условия и методы проведения исследований

**3.1. Метеорологические условия 2004-2006 гг.** Погодные условия в период проведения эксперимента (2004-2006 гг.) различались между собой по увлажнению и температурному режиму.

Развитие растений в 2004 г. проходило на фоне дефицита влаги с третьей декады мая по вторую декаду июля, когда количество осадков составило 48,1 мм при среднемноголетнем значении 130,0 мм. В третьей декаде июля выпало почти две месячных нормы (156,7 мм), а в остальное время - от 4,2 мм до 28,5 мм. Средняя температура воздуха с третьей декады мая до конца июля превышала норму в среднем на 2,5<sup>0</sup>С, август был теплее на 0,2<sup>0</sup>С, а начало сентября холоднее на 2,1<sup>0</sup>С.

Вегетационный период 2005 г. характеризовался более равномерным распределением осадков. В конце мая и в течение июня их выпало на 6,4-11,0 мм больше нормы. За июль и август количество влаги (в сумме за месяц) было ниже среднемноголетних значений на 25,7 мм и 2,1 мм, соответственно. Третья декада мая по среднесуточной температуре воздуха превышала норму (12,2<sup>0</sup>С) на 0,7<sup>0</sup>С; летние месяцы также были теплее на 0,1-1,3<sup>0</sup>С.

В июне и июле 2006 г. наблюдался сильный избыток осадков (122,1-134,1 мм), в остальное время их количество находилось в пределах нормы. Среднемесячные температуры воздуха, в основном, были на уровне среднемноголетних показателей (11,8-19,2<sup>0</sup>С).

**3.2. Материалы и методы.** В качестве объекта исследования были взяты 80 образцов ярового ячменя из мировой коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. В эксперименте участвовали сорта различного эколого-географического происхождения (Россия, Беларусь, Украина, Литва, Латвия, Казахстан, Эстония, Норвегия, Швеция, Дания, Финляндия, Великобритания, Франция, Бельгия, Нидерланды, Германия, Чехия, Польша, Канада, США); доля образцов зарубежной селекции составила 66,5%. Изучаемая коллекция представлена двумя подвидами ячменя: двурядным (*Hordeum distichon* L.) (68 сортов) и многорядным (*Hordeum vulgare* L.) (12 сортов); насчитывается семь ботанических разновидностей: *pallidum*, *sabmedicum*, *medicum*, *glabrideficiens*, *erectum*, *ricotense*, *nutans*. Стандарты – районированные сорта: Ача (оригинатор СибНИИРС; родословная – (Парагон × Кристина) × [(Джет × Обской) × (Новосибирский 1 × Винер)]) и Кедр (оригинатор Красноярский селекцентр; родословная – Винер × Бригитта [Швеция]).

В 2004-2005 гг. изучение сортов ячменя проведено на экспериментальном участке и в лаборатории биологического факультета ТюмГУ.

В течение вегетационного периода и после уборки урожая выделены 20 наиболее продуктивных сортов, для дальнейшего испытания. В 2006 г. эти сорта были высеяны на экспериментальных участках биологического факультета и биостанции «оз. Кучак» ТюмГУ, находящихся в зоне северной лесостепи и на границе с зоной подтайги на серых лесных почвах и на расстоянии 54 км друг от друга.

В обоих пунктах посев проводился в оптимальные сроки по физически спелой почве, сеялкой РС-1 на делянках площадью 1 м<sup>2</sup>. Уборка растений на всех участках велась вручную.

Закладка полевого опыта, фенологические наблюдения и учеты проводились согласно методическим указаниям ВИР по изучению мировой коллекции ячменя (1973) и методике Б.А. Доспехова (1979). Описание морфологических признаков, биологических свойств, урожайности и структуры урожая изученных образцов проведено в соответствии с Международным классификатором СЭВ рода *Hordeum* L. (1983).

В лабораторных условиях на провокационном фоне по методикам В.В. Полевого и Т.В. Чирковой (2001) определялась засухо- и солеустойчивость сортов ячменя. Семена помещали в чашки Петри и проращивали в термостате при температуре 21-22<sup>0</sup>С, объем выборки составил 25 проростков, повторность опыта трехкратная. В качестве селективных агентов использовали 16%-ный раствор сахарозы (для создания дефицита влаги) и хлористого натрия (0,7 МПа).

Статистическая обработка проводилась по методикам Г.Ф. Лакина (1988) и Б.А. Доспехова (1979). Рассчитаны средние значения, ошибки средних значений, достоверность различий на уровне  $P < 0,05$ , коэффициенты корреляции и вариации.

## **4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **4.1. Изучение мировой коллекции ячменя в условиях юга**

#### **Тюменской области**

##### **4.1.1. Полевая всхожесть семян и биологическая устойчивость растений.**

К числу причин, ведущих к снижению урожайности ячменя на юге Тюменской области, следует отнести низкую полевую всхожесть семян (на 20-30% ниже лабораторной), а также гибель и изреживание посевов в течение вегетационного периода под действием неблагоприятных факторов среды. В нашем эксперименте полевая всхожесть семян и биологическая устойчивость растений варьировали по годам и

по сортам. Количество взошедших растений изменялось от 66,0% (2004 г.) до 78,6% (2005 г.). По усредненным данным за 2004-2005 гг. этот показатель по сортам колебался от 29,7% Chad (к-30027, Великобритания) до 89,6% Волгарь (к-29831, Куйбышевская обл.). Число растений, достигших плодоношения, составило 86,9% в 2004 г. и 78,4% - в 2005 г. За период 2004-2005 гг. наименьшей биологической устойчивостью растений (63,9%) характеризовался сорт Омский 85 (к-27927, Омская обл.), а наибольшей (97,4%) – Московский 121 (к-19417, Московская обл.).

Условное распределение сортов по полевой всхожести и биологической устойчивости позволило выделить 5 групп (с очень низкими, низкими, средними, высокими и очень высокими показателями признаков) (рис. 1).

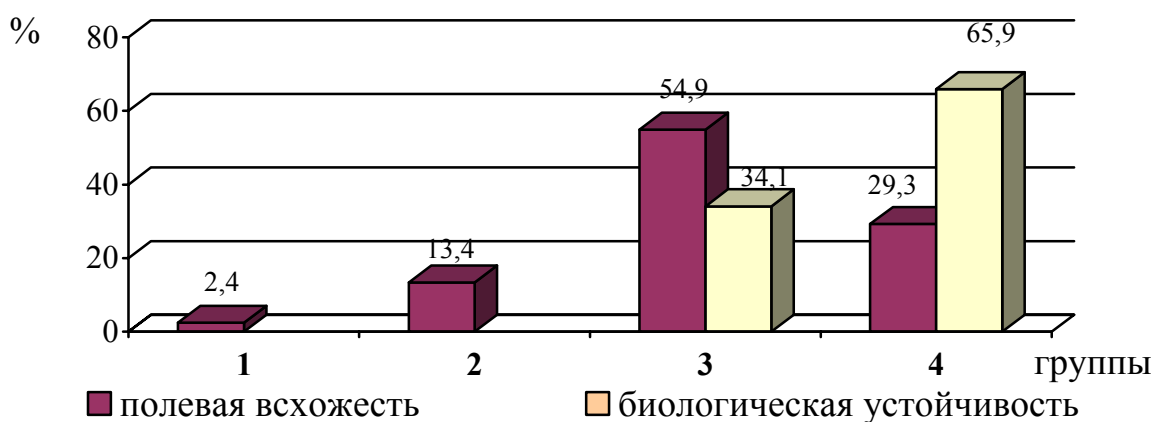


Рис. 1. Распределение образцов ячменя по полевой всхожести семян и биологической устойчивости растений (Тюмень, 2004-2005 гг.)

Примечание: 1 – низкая (20,1-40 %); 2 – средняя (40,1-60 %); 3 – высокая (60,1-80 %); 4 – очень высокая (>80,1 %)

По полевой всхожести семян основная часть образцов (2004-2005 гг.) вошла в группы с высокими (34,1%) и очень высокими (65,9%) значениями признака. К моменту уборки у 54 образцов (65% от общего количества) зарегистрирована очень высокая выживаемость растений (более 80%), у остальных сортов данный показатель находился в пределах от 60 до 80 %.

**4.1.2. Вегетационный период.** Продолжительность вегетационного периода – важнейшее биологическое свойство, отражающее взаимодействие генотипа сорта и окружающей среды (Беленкевич, 2003). Данное свойство приобретает особое значение в Сибири, где поздневесенние и раннеосенние заморозки, а также дефицит тепла в период созревания ограничивают время роста и развития культуры (Руденко, Воронцова, 1975).

Все образцы изученной коллекции по продолжительности вегетационного периода разделены на 4 группы: среднеранние (62-68 суток), среднеспелые (69-75



суток), среднепоздние (76-82 суток) и позднеспелые (83-89 суток). Наиболее многочисленной была среднеспелая группа, включавшая от 64,2 % (2004 г.) до 73,2 % (2005 г.) сортов. В этой же группе находились и стандартные сорта Ача (72 суток) и Кедр (74 суток). Вегетационный период, в целом, в большей степени зависел от продолжительности периода колошение-полная спелость ( $r=0,59-0,80$ ), чем всходы-колошение ( $r=0,42-0,48$ ).

Было выделено 17 сортов, характеризовавшихся высокой стабильностью продолжительности вегетационного периода независимо от условий выращивания. Из них, у сортов Зерноградец 7 (к-30451), Задонский 8 (к-30452), Sjak (к-30049), Rolf (к-27953), Adur (к-30563) и Sigma (к-29383) в среднем по годам период от всходов до полной спелости был короче, чем у стандартных сортов на 3-5 суток (табл.1).

Таблица 1

Сорта ячменя, характеризовавшиеся стабильной продолжительностью вегетационного периода в разные годы выращивания, сутки (Тюмень)

| Группа спелости | № по каталогу ВИР | Образец          | Происхождение     | 2004 г. | 2005 г. | Среднее |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| Средне-поздние  | 27038             | Московский 2     | Московская обл.   | 78      | 78      | 78      |
|                 | 27594             | Московский 3     | Московская обл.   | 78      | 78      | 78      |
|                 | 29977             | Московский 3/125 | Московская обл.   | 78      | 79      | 79      |
| Средне-спелые   | 30155             | Славянский 93    | Воронежская обл.  | 72      | 73      | 73      |
|                 | 30451             | Зерноградец 7    | Ростовская обл.   | 69      | 69      | 69      |
|                 | 29834             | Вереск           | Свердловская обл. | 72      | 73      | 73      |
|                 | 30452             | Задонский 8      | Ростовская обл.   | 69      | 69      | 69      |
|                 | 28119             | Кедр             | Красноярский край | 73      | 73      | 73      |
|                 | 30245             | Соболек          | Красноярский край | 72      | 73      | 73      |
|                 | 29341             | Карабалыкский 1  | Казахстан         | 70      | 70      | 70      |
|                 | 30049             | Sjak             | Норвегия          | 69      | 69      | 69      |
|                 | 27953             | Rolf             | Великобритания    | 69      | 69      | 69      |
|                 | 29421             | Patrik           | Швеция            | 69      | 70      | 70      |
|                 | 30563             | Adur             | Франция           | 69      | 69      | 69      |
|                 | 29383             | Sigma            | Бельгия           | 69      | 69      | 69      |
|                 | 30409             | Colter           | США               | 72      | 73      | 73      |
|                 | 30411             | Crest            | США               | 72      | 73      | 73      |
| st1             | Ача               | Тюменская обл.   | 68                | 72      | 72      |         |
| st2             | Кедр              | Тюменская обл.   | 72                | 75      | 74      |         |

**4.1.3. Устойчивость к полеганию.** Одним из лимитирующих факторов роста и развития ячменя является повышенное увлажнение во второй половине вегетационного периода, ведущее к полеганию растений. Решение этой проблемы в Сибири возможно через создание короткостебельных сортов (Сусяков, 1981).

Сравнение данных разных лет показало, что в условиях 2005 г., в среднем по образцам, растения в фазу полной спелости имели более длинную соломинку (69,8 см) по сравнению с 2004 г. (61,1 см).

Анализ средних данных за два года (2004-2005) показал, что доля очень низких (41-60 см), низкорослых (61-70 см), средненизких (71-80 см) и среднерослых (81-95 см) растений составила 28,1; 42,7; 26,8 и 2,4%, соответственно. В последнюю группу вошли сорта Sjak (к-30049) (82,3 см) и Loubi (к-30251) (82,1 см). Минимальные значения признака отмечены у образцов Rolf (к-27953, Великобритания) (49,2 см) и Fogum (к-30455, Чехословакия) (49,1 см).

Устойчивость растений к полеганию связывают с особенностями строения нижних междоузлий стебля (Культурная флора..., 1990). По нашим данным, между длиной второго междоузлия и высотой растений выявлена высокая ( $r=0,73$ ) положительная связь в 2005 г. и слабая ( $r=0,25$ ) - в 2004 г. Эти различия мы связываем с особенностями погодных условий первого года исследований, когда острый дефицит влаги на фоне повышенных температур в период роста первых междоузлий, возможно, определил преимущественное влияние верхних междоузлий на длину стебля.

Было выделено 19 образцов, сочетавших короткостебельность (49,1-67,8 см) и высокую устойчивость к полеганию (7-9 баллов), среди которых преобладали сорта из Франции (к-30159; к-30563; к-30564; к-30565), Чехии (к-27364; к-29890; к-30455) и Московской области (к-29977; к-30803; к-30593).

**4.1.4. Фотосинтезирующая поверхность листьев.** Площадь ассимилирующей поверхности растений в значительной степени определяет формирование урожая и будущую продуктивность ценоза. Наблюдения за ростом и развитием второго листа показали, что в среднем по сортам ширина листовой пластинки оставалась одинаковой (1,2 см) независимо от меняющихся погодных условий вегетационных периодов 2004 и 2005 гг. Длина листа составила 20,6 см (2004 г.) и 22,3 см (2005 г.). Площадь листа варьировала от 8,9 см<sup>2</sup> (2005 г.) до 11,6 см<sup>2</sup> (2004 г.).

Количество листьев, сформировавшихся на одном растении, было больше в 2004 г. (11,6 шт.) по сравнению с 2005 г. (8,9 шт.), что указывает на зависимость признака от условий выращивания.

Выявлена значительная связь между листовой поверхностью побега и площадью второго листа ( $r=0,83-0,90$ ), в большей степени зависящей от длины листо-

вой пластинки ( $r=0,78$ ). Площадь листьев с растения сильно коррелировала с их количеством ( $r=0,69-0,74$ ).

Фотосинтетический процесс зависит от ассимилирующей поверхности, как отдельного растения, так и в целом на единице площади. Более мощное развитие листового аппарата наблюдалось в 2005 г. ( $47837,2 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ), что достоверно выше по сравнению с 2004 г. ( $31902,2 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ). Максимальная листовая поверхность на  $1 \text{ м}^2$  формировалась у сортов Московский 3/125 (к-29977, Московская обл.;  $72807,1 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ) в 2004 г. и Efton (к-29274, Нидерланды;  $77514,6 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ) в 2005 г., а минимальная, соответственно, у Beaulx (к-29166, Великобритания;  $5422,5 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ) и Dvoran (к-19913, Чехословакия;  $11639,4 \text{ см}^2/\text{м}^2$ ). По площади листовой поверхности выделились 10 сортов в 2004 г. и 6 сортов - в 2005 г., среди которых были представители отечественной (Московская, Челябинская, Самарская, Белгородская, Воронежская области, Краснодарский край и Еврейская АО) и зарубежной (Швеция, Норвегия, Чехословакия, Нидерланды, Казахстан, Беларусь и Украина) селекции. Площадь листовой поверхности положительно коррелировала с урожайностью как в 2004 г. ( $r=0,73$ ), так и в 2005 г. ( $r=0,78$ ).

**4.1.5. Устойчивость к болезням.** Полная реализация продуктивности сорта возможна в том случае, если он обладает высокой устойчивостью к болезням (Шиндин и др., 1982). На растениях сортов изучаемой коллекции в 2004-2005 гг. отмечено поражение двумя видами пятнистости листьев: темно-бурой (*Bipolaris sorokiniana* [Sacc.] Shomaker) и сетчатой (*Pyrenophora teres* Drechsler).

Оценка заболеваемости растений ячменя гельминтоспориозами показала, что наиболее многочисленной была группа среднеустойчивых образцов со степенью поражения 3 балла (58,0% в 2004 г. и 54,9% в 2005 г.). В разные годы исследования, сильная степень поражения листовой поверхности пятнистостями (4 балла) зарегистрирована у 22,2-26,8% сортов. Особый интерес представляют образцы из Московской области (Московский 3, к-27594 и Московский 3/125, к-29977), Свердловской области (Сонет, к-30448), Еврейской АО (Ерофей, к-29221), Эстонии (Poligena, к-30402 и Texan, к-30404), Нидерландов (Grosso, к-29618), Германии (Korina, к-30069 и Larissa, к-30295), Чехословакии (Dvoran, к-19913; Rubin (He-902), к-27346; KM-150, к-29138 и Jubilant, к-29889), Канады (Vanley, к-30170) и США (Colter, к-30409), обладавшие высокой устойчивостью (поражение до 2 баллов) к данным заболеваниям.

Кроме этого наблюдались случаи единичного поражения растений (1-3 колоса с сорта) пыльной головней (*Ustilago nuda* Kell. Et Sw.) у образцов Донецкий 8 (к-23682, Донецкая обл.), Каскад (26861, Краснодарский край), Mischka (к-30159, Франция), Egmont (27963, Бельгия).

**4.1.6. Признаки продуктивности.** Элементы структуры урожая до настоящего времени остаются основными признаками при оценке исходного материала (Амелин и др., 1991).

Продуктивная кустистость – один из признаков, характеризующих биологическую стойкость сорта (Кобылянский, Катерова, Лапиков, 1975). Наименьшим числом продуктивных стеблей на одном растении (1,0 шт.) в годы исследований характеризовался образец из Финляндии (Jo-1465, к-29425). Максимальные значения отмечены у сортов Донецкий 8 (к-23682, Донецкая обл., 5,4 шт.) в 2004 г. и Grosso (к-29618, Нидерланды, 2,5 шт.) - в 2005 г. В среднем за два года изучения коллекции более половины образцов (75,6%) характеризовались слабой (1,3-2,1 шт.) продуктивной кустистостью. Очень слабая продуктивная кустистость (<1,2 шт.) отмечена у 7,3% сортов, а сильная (3,1 шт.) только у одного образца – Sebесо 7722 (к-29235, Нидерланды). Число генеративных стеблей у двурядных сортов ячменя (2,2 шт.) было достоверно выше, чем у многорядных (1,7 шт.).

Число продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> в 2004 г. изменялось от 45 шт. (Beaulu, к-29166, Великобритания) до 622 шт. (Abed Anna, к-29879, Дания) (среднее – 324,2 шт., лучший стандарт Ача – 420 шт.), в 2005 г. - от 125 шт. до 743 шт. (Sigma, к-29383, Бельгия) (среднее – 480 шт., лучший стандарт Ача – 566 шт.). Сорта двурядного ячменя, в течение двух лет исследований формировали более густой стеблестой на момент уборки по сравнению с сортами многорядного ячменя.

Отмечено неравномерное созревание зерна ячменя в пределах делянки, о чем свидетельствует соотношение числа стеблей с полноценными и незрелыми колосьями (79% - 2004 г. и 92% - 2005 г.). Образование подгона (до 66% у сорта Deuse, к-30168, Канада) обусловлено неравномерным распределением осадков по межфазным периодам вегетации.

Длина колоса и плотность расположения в нем зерен определяют потенциальные возможности продуктивности растений (Кобылянский, Катерова, Лапиков, 1975). И хотя в среднем по сортам в разные годы исследований этот признак оставался на одном уровне – 6,5 см, выявлены существенные межсортовые различия. Согласно международному классификатору СЭВ (1983), в целом, за 2004-2005 гг.

большинство образцов (59,8%) формировали короткий колос (5,1-7,0 см). На долю сортов с очень короткими (<5,0 см) и длинными (10,1-12,0 см) колосьями пришлось 7,3% и 32,9%, соответственно.

Число зерен в главном колосе и на растении в значительной степени изменялось в зависимости от факторов среды и от генотипических особенностей сорта. Размах варьирования озерненности у сортов двурядного ячменя был значительно меньше (11,2-21,5 шт.) по сравнению с сортами многорядного ячменя (15,2-39,6 шт.).

Многорядные ячмени имели преимущество над двурядными и по озерненности одного растения (35,1 и 30,2 зерен, соответственно), при среднем значении по всему набору сортов – 30,9 шт., по стандартным сортам – 31,1 шт. Выделились сорта из Красноярского края (к-30245), Одесской области (к-28936), Беларуси (к-29914, к-30212), Нидерландов (к-29235), Норвегии (к-30048), Швеции (к-30251) и Чехословакии (к-19913).

Масса зерна с главного колоса (в среднем по образцам) в 2004 г. (0,85 г) была существенно выше, чем в 2005 г. (0,69 г), что указывает на значительную изменчивость признака в различных условиях выращивания. По средним значениям двух лет (2004-2005 гг.), рассматриваемый признак варьировал от 0,69 г (Beaulu, к-29166, Великобритания) до 1,22 г (Соболек, к-30245, Красноярский край) у многорядных сортов и от 0,97 г (Сонет, к-30448, Свердловская обл.) до 0,48 г (Каскад, к-26861, Краснодарский край) – у двурядных. Среднее значение по сортам составило 0,77 г, у стандартов (Ача и Кедр) – 0,74 г.

Масса зерна с одного растения является комплексным выражением многих других элементов продуктивности. В связи с тем, что этот признак проявил высокую изменчивость, сорта были разделены на 5 групп, различающихся по массе зерна (% к стандарту): 1 - очень низкая (<65,1-75,0%, n=14); 2 - низкая (75,1-95,0 %, n=36); 3 - средняя (95,1-115,0 %, n=20); 4 - высокая (115,1-135,0 %, n=10) и 5 - очень высокая (>135,0 %, n=2). Наибольшей продуктивностью растений отличались 4 сорта из Чехословакии (к-19913, к-29890, к-29138, к-30399), по 2 сорта из Белоруссии (к-29914, к-27605) и Нидерландов (к-29235, к-29618) и по одному сорту из Свердловской (к-30448), Челябинской (к-30450), Московской (к-29977) областей и Швеции (к-30251). Сорта двурядного и многорядного ячменя по продуктивности растений различались незначительно (1,19 г и 1,12 г).

Масса 1000 зерен во многом определяет урожайность ячменя, и, довольно часто, высокопродуктивные сорта выделяются и по тяжеловесности зерновок. У большей части сортов (56,1%) масса 1000 зерен была низкой и средней. Известно, что этот признак имеет высокую наследуемость и отбор по нему эффективен, поэтому особую ценность представляют сорта с массой 1000 зерен более 45 г. В изучаемом наборе ячменя высокими показателями обладали 15 сортов из Краснодарского края (к-30301), Московской (к-27038), Свердловской (к-30448), Новосибирской (к-29040), Белгородской (к-30623) и Челябинской (к-30450) областей, Еврейской АО (к-29221), Беларуси (к-29914), Казахстана (к-29341), Нидерландов (к-29618), Франции (к-30565), Чехословакии (к-29890, к-199913), Великобритании (к-29166) и стандарт (Ача). Следует отметить, что в данной группе преимущество оставалось за двурядными формами разновидности *nutans*.

Урожайность – основной критерий оценки сорта, процесс формирования которой зависит как от сортовых особенностей, так и от условий возделывания (Кубайли, 1989).

В среднем по образцам урожайность изменялась от 235,9 г/м<sup>2</sup> (2004 г.) до 278,4 г/м<sup>2</sup> (2005 г.). Все образцы по данному признаку распределены по группам (урожай зерна в процентах по отношению к стандарту): 1 - очень низкий (<65,1-75,0%); 2 - низкий (75,1-95,0 %); 3 - средний (95,1-115,0 %); 4 - высокий (115,1-135,0 %) и 5 - очень высокий (>135,0 %). В первый год исследований основная часть сортов находилась в первой (41,2%) и второй (30,0%) группах. На долю третьей и четвертой групп отнесено 17,5% и 10,0% образцов, соответственно. В 2005 г. большинство сортов изучаемой коллекции достаточно равномерно распределилось по первым трем группам (25,6; 28,0 и 29,2%, соответственно). Высокая урожайность зарегистрирована у 15,9% сортов. Очень высоким урожаем зерна на единице площади характеризовалось по одному сорту в разные годы проведения эксперимента: *Abed Anna* (к-29879, Дания – 446,2 г/м<sup>2</sup>) в 2004 г. и *Magda* (к-29761, Швеция – 422,9 г/м<sup>2</sup>) в 2005 г. При этом следует отметить, что в 2004 г. двурядные и многорядные сорта (в среднем по образцам) не имели достоверных различий по урожайности (276,0 г/м<sup>2</sup> и 292,3 г/м<sup>2</sup>, соответственно). Однако, в 2005 г. сорта двурядного ячменя по продуктивности на 1 м<sup>2</sup> (247,1 г/м<sup>2</sup>) существенно превосходили многорядные (172,3 г/м<sup>2</sup>). В результате анализа данных за два года по урожайности зерна было выделено 9 сортов (табл. 2).

Таблица 2

## Сорта ячменя, перспективные по урожайности зерна

| № по каталогу ВИР | Сорт             | Происхождение     | Разновидность    | 2004 г.          |               | 2005 г.          |               |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
|                   |                  |                   |                  | г/м <sup>2</sup> | % к стандарту | г/м <sup>2</sup> | % к стандарту |
| 26965             | Зазерский 85     | Беларусь          | <i>nutans</i>    | 368,7            | 125,4         | 379,4            | 123,2         |
| 28117             | Ауксиняй 3       | Литва             | <i>nutans</i>    | 297,8            | 101,3         | 367,6            | 119,2         |
| 29274             | Efron            | Нидерланды        | <i>nutans</i>    | 338,2            | 115,0         | 367,2            | 119,2         |
| 29383             | Sigma            | Бельгия           | <i>nutans</i>    | 288,0            | 98,0          | 410,2            | 133,2         |
| 29914             | Гонар (Честь)    | Беларусь          | <i>nutans</i>    | 389,6            | 132,5         | 343,0            | 111,4         |
| 29977             | Московский 3/125 | Московская обл.   | <i>nutans</i>    | 344,0            | 117,0         | 387,5            | 125,8         |
| 30245             | Соболек          | Красноярский край | <i>rikotense</i> | 315,6            | 107,3         | 317,7            | 103,5         |
| 30450             | Челябинский 95   | Челябинская обл.  | <i>nutans</i>    | 305,8            | 104,0         | 383,4            | 124,5         |
| 30593             | Мик-1            | Московская обл.   | <i>nutans</i>    | 349,5            | 118,9         | 308,2            | 100,1         |

При проведении корреляционного анализа установлено, что ведущими признаками в формировании урожая в 2004-2005 гг. были число продуктивных стеблей ( $r=0,76-0,82$ ) и площадь листовой поверхности ( $r=0,73-0,78$ ) на 1 м<sup>2</sup>. Помимо этого, в 2005 г. установлена высокая сопряженность урожайности с общим количеством стеблей на единице площади ( $r=0,71$ ) (рис. 2).

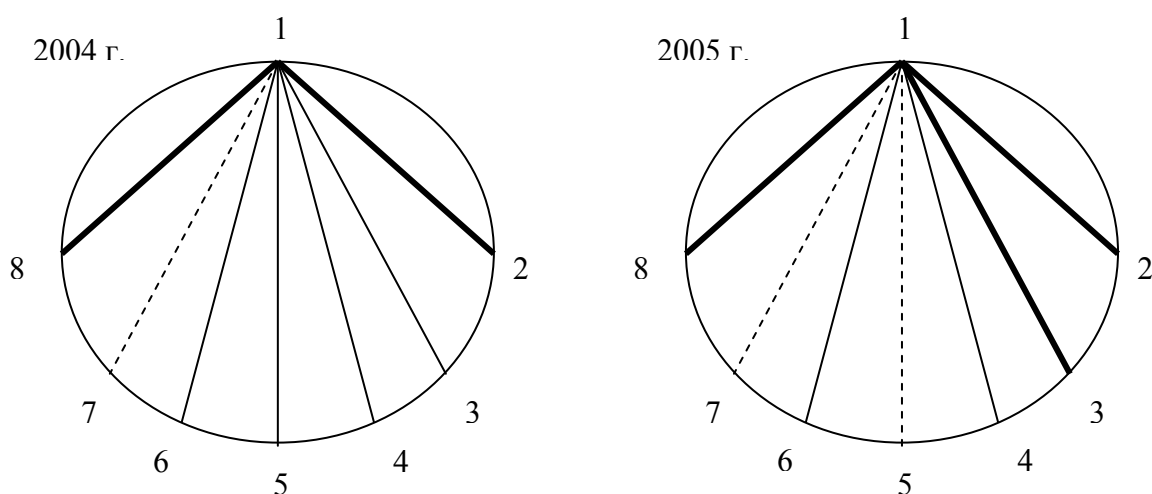


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности с рядом количественных признаков в разные годы исследования

----- Слабая (<0,30)    ——— Средняя (0,30-0,70)    ——— Сильная (>0,70)

Примечание: 1 - урожайность; 2 - продуктивная кустиность на 1 м<sup>2</sup>; 3 - общая кустиность на 1 м<sup>2</sup>; 4 - масса зерен с главного колоса; 5 - количество зерен с растения; 6 - масса зерен с растения; 7 - масса 1000 зерен; 8 - площадь листьев на 1 м<sup>2</sup>

Из общего количества образцов, по результатам баллового ранжирования, по основным признакам продуктивности выделено 20 лучших для более глубокого изучения.

#### 4.2. Экологическое испытание ячменя в двух географических пунктах

При изучении генофонда имеет значение выбор правильных критериев отбора с учетом условий внешней среды. Для этого испытание сортов рекомендуется вести на разных фонах и в разных экологических условиях (Дорофеев, 1985).

В проведенном нами эксперименте в двух географических пунктах Тюменской области выявлены различия в фенотипическом проявлении признаков ячменя.

Условия для прорастания семян и дружности появления всходов более благоприятно складывались на экспериментальном участке биологического факультета (пункт 1, г. Тюмень). Полевая всхожесть семян в среднем по сортам составила в этом пункте 64,6%, в то время как на участке биостанции «оз. Кучак» (пункт 2, Нижне-Тавдинский район Тюменской области) она была достоверно ниже (53,8%). По биологической устойчивости растений, в пунктах исследований, в течение вегетационного периода существенных различий не наблюдалось (70,3 и 75,2% растений, сохранившихся к фазе полной спелости).

Устойчивость растений к полеганию изменялась от средней (5 баллов) до очень сильной (9 баллов). Растения неустойчивых к полеганию сортов были на 8,1-10,3 см выше растений неполегающих сортов.

При изучении признаков стебля в разных пунктах не выявлено достоверных различий по количеству междоузлий, длине и массе первого и второго междоузлий. Диаметр второго междоузлия был достоверно меньше в пункте 1 (2,7 мм) по сравнению с пунктом 2 (3,1 мм). Сорта Polar (к-30048, Норвегия), Loubi (к-30251, Швеция) Омский 85 (к-27927, Омская обл.) и Кедр (стандарт) характеризовались разной степенью полегания в зависимости от пункта, что говорит о их чувствительности к меняющимся условиям среды.

Наибольшую площадь листьев на 1 м<sup>2</sup> имели сорта КМ-150 (к-29138, Чехословакия) – 84134,0 см<sup>2</sup> (пункт 1) и Омский 85 (к-27927, Омская обл.) – 96779,7 см<sup>2</sup> (пункт 2), среднее значение по образцам – 59969,0 см<sup>2</sup> и 49491,0 см<sup>2</sup>, соответственно. При рассмотрении корреляционных зависимостей листовой поверхности и урожайности обнаружена высокая сила связи в пункте 2 ( $r=0,70$ ) и средняя в пункте 1 ( $r=0,43$ ). В пункте 1 наблюдалась высокая степень поражения пятнистостями (*Biopolaris sorokiniana* [Sacc.] Shomaker, *Pyrenophora teres* Drechsler) – до 50% площади листа, что, на наш взгляд, может оказывать влияние на признаки продуктивности растений.



Слабая степень изменчивости (CV=9,52-10,66%) наблюдалась по линейным размерам второго листа; средняя (CV=10,34-18,52%) – по площади второго листа, количеству листьев на стебле, линейным размерам флагового листа; сильная (CV=24,06-39,42%) – по площади флагового листа и количеству листьев на растении.

Средняя урожайность по образцам составила 363,7 г/м<sup>2</sup> (пункт 1) и 324,6 г/м<sup>2</sup> (пункт 2). Выявлена большая степень влияния генотипических особенностей сорта на зерновую продуктивность сортов ячменя. В пункте 1 показатель урожайности варьировал от 217,1 г/м<sup>2</sup> (Sjak, к-30049, Норвегия) до 573,5 г/м<sup>2</sup> (Colter, к-30409, США), в пункте 2 - от 162,0 г/м<sup>2</sup> (Loubi, к-30251, Швеция) до 576,8 г/м<sup>2</sup> (Омский 85, к-27927, Омская обл.). По результатам комплексного изучения в двух пунктах, представляют интерес четыре сорта ячменя, сочетающие высокую продуктивность с другими селекционно-ценными признаками (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика сортов ячменя по основным признакам продуктивности

| Признак                                |                       | Соболек,<br>к-30245 | Korina,<br>к-30069  | Colter,<br>к-30409 | Ача,<br>стандарт      |
|--|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Происхождение                          |                       | Краснодарский край  | Германия            | США                | Новосибирская область |
| Подвид                                 |                       | <i>rikotense</i>    | <i>nutans</i>       | <i>nutans</i>      | <i>nutans</i>         |
| Разновидность                          |                       | <i>vulgare</i> L.   | <i>distichon</i> L. | <i>vulgare</i> L.  | <i>distichon</i> L.   |
| Полевая всхожесть семян, %             |                       | 65,8-50,0           | 69,0-78,0           | 54,5-78,8          | 75,5-78,1             |
| Биологическая устойчивость растений, % |                       | 81,5-84,4           | 68,7-73,4           | 73,5-76,1          | 70,9-72,0             |
| Вегетационный период, сутки            |                       | 82-84               | 84                  | 85-87              | 74-75                 |
| Устойчивость к полеганию               |                       | очень высокая       | высокая             | очень высокая      | очень высокая         |
| Продуктивная кустистость               | lim, шт.              | 1,6-1,7             | 1,8-2,6             | 1,8-1,9            | 2,8-2,9               |
|  | CV, %                 | 39,41-48,24         | 43,3-51,92          | 30,0-38,95         | 30,00-46,55           |
| Длина колоса                           | lim, см               | 6,8-7,7             | 6,4-7,5             | 4,9-5,1            | 6,2-6,6               |
|  | CV, %                 | 11,03-11,69         | 11,47-14,89         | 14,23-19,39        | 8,28-11,60            |
| Количество зерен в колосе              | lim, шт.              | 38,2-42,4           | 16,5-20,7           | 28,1-31,0          | 16,9-17,5             |
|  | CV, %                 | 15,8-23,58          | 10,63-16,24         | 20,97-21,64        | 11,69-11,92           |
| Масса зерен в колосе                   | lim, г                | 1,58-1,61           | 0,83-0,95           | 1,18-1,35          | 0,73-0,79             |
|  | CV, %                 | 24,05-24,84         | 11,58-15,66         | 22,88-23,70        | 17,24-18,72           |
| Масса зерна с растения                 | lim, г                | 2,12-2,38           | 1,51-1,68           | 1,88-1,91          | 1,62-1,68             |
|  | CV, %                 | 34,91-40,34         | 37,75-52,38         | 42,02-48,69        | 35,81-44,52           |
| Масса 1000 зерен, г                    |                       | 39,7-37,8           | 45,4-46,4           | 41,7-41,8          | 43,4-47,6             |
| Урожайность                            | lim, г/м <sup>2</sup> | 450,3-383,5         | 450,3-383,5         | 376,0-573,0        | 440,6-544,3           |
|  | % к st                | 104,4-114,0         | 82,7-87,0           | 78,9-84,1          | 100                   |

Выявлена положительная корреляция урожайности с признаками продуктивности: массой зерен с главного колоса ( $r=0,40-0,37$ ), количеством зерен с растения ( $r=0,26-0,64$ ), массой зерен с растения ( $r=0,57-0,72$ ) и продуктивным стеблестоем на  $1 \text{ м}^2$  ( $r=0,42-0,51$ ).

Сильной изменчивостью в сложившихся условиях характеризовались признаки: продуктивная кустистость ( $CV=36,92-43,16\%$ ), масса зерен с растения ( $CV=39,67-44,07\%$ ) и озерненность растения ( $CV=38,12-42,01\%$ ); средней – длина главного колоса ( $CV=15,74-16,16\%$ ) и масса зерен с главного колоса ( $CV=12,19-14,45\%$ ).

### **4.3. Оценка сортов ячменя на устойчивость к стрессовым факторам**

Для выявления сортов ячменя с высоким адаптивным потенциалом в условиях сельскохозяйственной зоны Тюменской области, наряду с полевыми методами, использована лабораторная оценка коллекционного материала на провокационных фонах. Изучена сортоспецифическая реакция ячменя на дефицит влаги и засоление.

**4.3.1. Засухоустойчивость.** Дефицит влаги в первой половине вегетации растений (особенно в лесостепной агроклиматической зоне Тюменской области) относят к числу основных факторов, ограничивающих продуктивность культурных растений (Зональная система Тюменской области, 1989). Следовательно, сорта в местных условиях должны сочетать устойчивость к весенне-летней засухе с дружностью всходов и оптимальным ростом корневой системы и надземных органов.

При оценке ячменя в стандартных лабораторных условиях обнаружены различия коллекционных сортов по формированию биомассы проростков в раннем онтогенезе. По комплексу признаков, характеризующих развитие первичной корневой системы и побегов, выделились три сорта: Московский 3/125 (к-29977, Московская обл.), Сонет (к-30448, Свердловская обл.) и Sjak (к-30049, Норвегия). У проростков этих сортов наблюдалось равномерное развитие корней и побегов, о чем свидетельствует индекс соотношения их длины (0,99-1,02). Однако в структуре биомассы преобладали побеги, доля которых составила 57,3-60,9%.

О реакции растений на дефицит влаги можно судить по степени снижения признака в условиях стресса. В числе факторов, определяющих засухоустойчивость ячменя, немалую роль играет первичная корневая система. Вклад зародышевых корней особенно возрастает в засушливые годы.

Таблица 4

## Влияние дефицита влаги на морфометрические параметры проростков ячменя различных сортов

| № по каталогу ВИР | Сорт                | Количество корней |              | Длина корней     |              | Масса корней    |              | Длина побегов    |              | Масса побегов   |              |
|-------------------|---------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|
|                   |                     | $x \pm m_x$ , шт. | % к контролю | $x \pm m_x$ , мм | % к контролю | $x \pm m_x$ , г | % к контролю | $x \pm m_x$ , мм | % к контролю | $x \pm m_x$ , г | % к контролю |
| 29977             | Московский 3/125    | 6,0±0,14*●■       | -4,8         | 44,1±1,60*●■     | -57,9        | 0,57±0,14       | -70,92       | 67,7±2,27*●■     | -40,2        | 1,94±0,12■      | -26,24       |
| 30593             | Мик-1               | 5,5±0,15*●■       | -15,4        | 43,3±1,19*●■     | -45,4        | 0,64±0,03*●     | -52,94       | 64,7±1,47*●■     | -36,2        | 1,58±0,08*      | -36,03       |
| 30448             | Сонет               | 5,7±0,14*●■       | -13,6        | 61,0±1,77■       | -45,9        | 0,90±0,02*●■    | -53,85       | 103,4±2,51*●■    | -7,3         | 2,26±0,02*●■    | -18,41       |
| 30450             | Челябинский 95      | 4,9±0,16          | -19,7        | 57,2±1,58●       | -12,1        | 0,51±0,01*●■    | -17,74       | 82,7±2,85        | -17,1        | 1,26±0,12*●     | -21,74       |
| 30245             | Соболек             | 4,7±0,12          | -6,0         | 68,0±1,48*■      | -36,6        | 0,70±0,06       | -38,05       | 104,6±2,32*●■    | -11,0        | 1,13±0,20*●     | -38,59       |
| 27927             | Омский 85           | 4,5±0,20●         | -10,0        | 63,4±2,69■       | -2,0         | 0,52±0,03*●■    | -18,75       | 90,1±3,79■       | -1,7         | 1,24±0,03*●■    | -0,80        |
| 27605             | Криничный           | 4,1±0,19*●■       | -21,2        | 50,3±2,60*●      | -17,7        | 0,39±0,03*●■    | -47,30       | 50,0±2,95*●■     | -4,2         | 1,28±0,05*●■    | -3,03        |
| 29914             | Гонар (Честь)       | 4,6±0,21●         | -19,3        | 42,2±1,60*●■     | -53,7        | 0,59±0,03*●     | -55,97       | 75,3±2,66*●      | -30,3        | 1,41±0,09*●     | -40,76       |
| 30212             | Сталы               | 4,3±0,26*●■       | -20,4        | 45,5±2,55*●■     | -37,5        | 0,46±0,04*●■    | -55,34       | 63,4±2,81*●■     | -6,1         | 1,35±0,07*●     | -11,18       |
| 28936             | Гелиос              | 2,8±0,24*●■       | -30,0        | 47,0±2,88*●■     | -48,6        | 0,38±0,03*●■    | -62,38       | 80,8±5,09        | -34,5        | 1,20±0,05*●■    | -38,78       |
| 30048             | Polar               | 5,8±0,09*●■       | -4,9         | 57,8±1,85●       | -28,7        | 0,73±0,09       | -28,43       | 85,3±2,64        | -27,8        | 1,80±0,13       | -15,09       |
| 30049             | Sjak                | 4,8±0,22          | -4,0         | 70,1±1,97*■      | -40,7        | 0,52±0,02*●■    | -60,90       | 94,3±4,49■       | -21,8        | 1,51±0,01*●     | -27,05       |
| 30251             | Loubi               | 5,1±0,13          | -3,8         | 57,0±2,00●       | -35,4        | 0,75±0,04       | -27,88       | 71,9±2,11*●      | -22,5        | 1,39±0,06*●     | -18,24       |
| 29235             | Cebeco 7722         | 5,9±0,13*●■       | +3,5         | 50,5±1,20*●      | -37,1        | 0,89±0,05*●■    | -21,24       | 59,6±2,16*●      | -48,4        | 1,71±0,09*      | -20,09       |
| 30069             | Korina              | 6,3±0,11*●■       | +6,8         | 64,3±2,36■       | -48,5        | 0,90±0,01*●■    | -23,08       | 79,5±3,09*■      | -4,6         | 1,16±0,07*●■    | -3,33        |
| 19913             | Dvoran              | 5,5±0,12*●■       | -3,5         | 55,4±2,32●       | -33,1        | 0,85±0,08■      | -39,72       | 66,1±2,29*●■     | -27,6        | 1,72±0,11       | -15,69       |
| 29138             | КМ-150              | 5,3±0,10          | 0,0          | 59,3±1,86●       | -39,9        | 0,58±0,07*●     | -48,67       | 54,9±2,21*●■     | -47,4        | 1,61±0,16       | -21,08       |
| 29889             | Jubilant            | 4,7±0,20          | -19,0        | 40,1±2,01*●■     | -37,5        | 0,46±0,05*●■    | -41,03       | 62,9±3,21*●■     | -13,6        | 1,11±0,08*●■    | -36,67       |
| 29188             | Hartland            | 4,8±0,17          | -7,7         | 60,2±1,90●       | -39,3        | 0,75±0,03       | -42,75       | 68,5±3,15●■      | -26,7        | 1,45±0,01*●     | -28,57       |
| 30409             | Colter              | 4,3±0,19*●■       | -14,0        | 50,9±2,99*●      | -52,0        | 0,58±0,01*●     | -71,71       | 56,2±3,43●■      | -32,9        | 1,13±0,02*●■    | -22,60       |
|                   | Ача (st1)           | 5,0±0,17          | -15,3        | 61,3±1,82■       | -30,9        | 0,74±0,01       | -31,48       | 90,4±2,44■       | -23,1        | 2,01±0,02●■     | -19,92       |
|                   | Кедр (st2)          | 5,1±0,11          | -13,6        | 65,6±1,65■       | -2,4         | 0,77±0,03■      | -19,79       | 85,9±2,20■       | -31,2        | 1,77±0,06*      | -33,95       |
|                   | Среднее по образцам | 5,0±0,16          | -10,7        | 55,2±1,99        | -37,7        | 0,64±0,05       | -46,22       | 75,4±2,82        | -24,8        | 1,53±0,09       | -24,24       |

Примечание: статистически достоверные различия при  $P < 0,05$ : \* со стандартом Ача; ● со стандартом Кедр; ■ со средним по образцам

На провокационном фоне (16% раствор сахарозы) наблюдалось снижение всех количественных признаков, характеризующих корневую систему. При этом наибольшее угнетение отмечено по массе и длине корней (на 37,7% и 46,2%, соответственно, по отношению к контролю). Наименьшая степень снижения рассматриваемых признаков, по сравнению с другими сортами, отмечена у образцов: Омский 85 (к-27927, Омская обл.), Челябинский 95 (к-30450, Челябинская обл.), Себесо 7722 (к-29235, Нидерланды) и у стандартного сорта Кедр. Высокие абсолютные значения параметров корневой системы в опытном варианте зарегистрированы у сортов Сонет (к-30448, Свердловская обл.), Соболек (к-30245, Красноярский край) и Kogina (к-30069, Германия) (табл. 4).

Угнетение надземной части в среднем по образцам проявлялось в меньшей степени (ниже контроля: длина побегов на 24,8%, масса – 24,2%). При этой общей закономерности выявлены значительные различия в развитии побегов среди сортов. Слабая реакция на воздействие неблагоприятного фактора по развитию побегов отмечена у сортов Омский 85 (к-27927), Криничный (к-27605), Kogina (к-30069, Германия), Сталы (к-30212).

В целом, по всему комплексу рассмотренных признаков проростков ячменя, к числу лучших при выращивании на растворе сахарозы отнесены сорта: Соболек (к-30245, Краснодарский край), Kogina (к-30069, Германия), Сонет (к-30448, Свердловская обл.), Dvojan (к-19913, Чехословакия), Себесо 7722 (к-29235, Нидерланды).

**4.3.2. Солеустойчивость.** Необходимость исследований по поиску источников солеустойчивости связана с тем, что в Тюменской области солонцовые почвы занимают 43,3 тыс. га и расположены, в основном, в северной и южной лесостепи. Засоление различной степени отрицательно сказывается на плодородии почв и предъявляет особые требования к культивируемым видам растений, в том числе и к ячменю (Зональная система земледелия Тюменской области, 1989).

Лабораторная всхожесть семян значительно снижалась при проращивании их на растворе хлористого натрия (NaCl) и составила 38,3%. Наибольшей чувствительностью к воздействию неблагоприятного фактора характеризовался сорт Московский 3/125, у которого снижение лабораторной всхожести в опытном варианте было максимальным – 68,9%. Высокий процент проросших семян зарегистрирован у шведского сорта Loubi (к-30251), у которого снижение лабораторной всхожести по отношению к контролю было наименьшим – 25,0%. Проростки на засоленном субстрате значительно отставали в росте от контрольных. К числу стабильных признаков можно отнести число зародышевых корней, которое в ряде случаев оставалось на уровне или было выше контроля (табл. 5).

Таблица 5

## Влияние засоления на морфометрические параметры проростков ячменя различных сортов

| № по каталогу ВИР | Сорт                | Количество корней |              | Длина корней     |              | Масса корней    |              | Длина побегов    |              | Масса побегов   |              |
|-------------------|---------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|
|                   |                     | $x \pm m_x$ , шт. | % к контролю | $x \pm m_x$ , мм | % к контролю | $x \pm m_x$ , г | % к контролю | $x \pm m_x$ , мм | % к контролю | $x \pm m_x$ , г | % к контролю |
| 29977             | Московский 3/125    | 5,4±0,21          | -14,3        | 35,2±1,55*●■     | -66,4        | 0,60±0,06       | -70,92       | 27,9±1,91*●■     | -75,4        | 0,67±0,03*●■    | -74,52       |
| 30593             | Мик-1               | 5,7±0,21*         | -12,3        | 35,5±1,51*●■     | -55,2        | 0,61±0,03       | -52,94       | 40,3±1,96*■      | -60,3        | 0,95±0,08       | -61,54       |
| 30448             | Сонет               | 6,0±0,12*●■       | -9,1         | 58,8±1,29*●■     | -47,9        | 1,01±0,02*●■    | -53,85       | 49,1±1,63●       | -56,0        | 1,72±0,06*●■    | -37,91       |
| 30450             | Челябинский 95      | 6,1±0,20*●■       | -0,0         | 43,2±1,56        | -33,6        | 0,57±0,02       | -17,74       | 47,2±1,87        | -52,7        | 0,94±0,02       | -41,61       |
| 30245             | Соболек             | 5,3±0,16          | +6,0         | 60,8±2,33*●■     | -43,3        | 0,79±0,06●■     | -38,05       | 58,4±2,22*●■     | -50,3        | 1,21±0,03*      | -34,24       |
| 27927             | Омский 85           | 4,7±0,21●■        | -6,0         | 45,2±3,11        | -30,1        | 0,40±0,08*      | -18,75       | 57,1±2,44*●■     | -37,7        | 1,02±0,19       | -18,40       |
| 27605             | Криничный           | 5,5±0,17          | +5,7         | 33,9±1,05*●■     | -44,5        | 0,44±0,04*■     | -47,30       | 29,9±1,72*●■     | -42,7        | 0,63±0,03*●■    | -52,27       |
| 29914             | Гонар (Честь)       | 5,3±0,14          | -7,0         | 48,2±2,27*       | -47,2        | 0,50±0,02       | -55,97       | 44,0±2,85        | -59,3        | 1,26±0,02*●■    | -47,06       |
| 30212             | Сталы               | 4,7±0,16●■        | -13,0        | 31,8±1,60*●■     | -56,3        | 0,43±0,02*■     | -55,34       | 26,8±1,39*●■     | -60,3        | 0,54±0,02*●■    | -64,47       |
| 28936             | Гелиос              | 4,0±0,10*●■       | -0,0         | 46,9±1,14*       | -48,7        | 0,53±0,03       | -62,38       | 59,9±1,41*●■     | -51,4        | 1,16±0,07*      | -40,82       |
| 30048             | Polar               | 5,9±0,18*■        | -3,3         | 38,3±1,88■       | -52,8        | 0,40±0,01*■     | -28,43       | 53,0±2,14*●      | -55,2        | 1,15±0,11       | -45,75       |
| 30049             | Sjak                | 5,3±0,17          | +6,0         | 71,1±2,02*●■     | -39,8        | 0,62±0,03       | -60,90       | 62,2±2,06*●■     | -48,3        | 1,50±0,11*●■    | -27,54       |
| 30251             | Loubi               | 5,4±0,10          | +1,9         | 56,4±1,63*●■     | -36,1        | 0,67±0,01●      | -27,88       | 59,7±1,65*●■     | -35,7        | 1,17±0,08*      | -31,18       |
| 29235             | Cebeco 7722         | 5,6±0,16*         | -1,8         | 44,7±1,80        | -44,3        | 0,50±0,04       | -21,24       | 47,4±2,35        | -58,9        | 1,08±0,08       | -49,53       |
| 30069             | Korina              | 5,8±0,16*■        | -1,7         | 61,8±2,10*●■     | -50,5        | 0,45±0,03*■     | -23,08       | 45,5±2,10        | -45,4        | 0,62±0,08*●■    | -48,33       |
| 19913             | Dvoran              | 5,8±0,13*■        | +1,8         | 49,1±1,22*●      | -40,7        | 0,75±0,04●■     | -39,72       | 58,0±1,79*●■     | -36,5        | 1,52±0,13*      | -25,49       |
| 29138             | КМ-150              | 5,8±0,19*         | +9,4         | 42,3±2,35        | -57,1        | 0,54±0,06       | -48,67       | 45,7±2,30        | -56,2        | 0,93±0,10       | -54,41       |
| 29889             | Jubilant            | 4,6±0,52          | -20,7        | 29,2±2,87*●■     | -53,6        | 0,38±0,03*■     | -41,03       | 42,6±2,44■       | -41,5        | 0,53±0,03*●■    | -71,20       |
| 29188             | Hartland            | 5,0±0,14●         | -3,8         | 70,8±2,16*●■     | -28,6        | 0,67±0,04●      | -42,75       | 52,3±1,72*●      | -44,1        | 1,09±0,13       | -46,31       |
| 30409             | Colter              | 4,5±0,16*●■       | -10,0        | 60,6±3,21*●■     | -42,9        | 0,65±0,05       | -71,71       | 45,7±1,90        | -45,4        | 1,17±0,01*      | -19,86       |
|                   | Ача (st1)           | 5,1±0,19          | -13,6        | 40,6±1,58■       | -54,2        | 0,65±0,09       | -31,48       | 47,5±1,31        | -59,6        | 0,95±0,01       | -62,15       |
|                   | Кедр (st2)          | 5,5±0,19          | -6,8         | 43,0±2,31        | -36,0        | 0,49±0,08       | -19,80       | 41,6±2,59■       | -66,7        | 1,07±0,08       | -60,07       |
|                   | Среднее по образцам | 5,3±0,18          | -5,4         | 47,6±1,93        | -46,3        | 0,58±0,04       | -46,22       | 49,2±2,05        | -50,9        | 1,08±0,08       | -45,45       |

Примечание: статистически достоверные различия при  $P < 0,05$ : \* со стандартом Ача; ● со стандартом Кедр; ■ со средним по образцам

Отрицательное влияние засоления проявилось в значительном снижении таких признаков, как длина корней (до 56%) и побегов (до 66,7%), масса корней (до 62,38%) и побегов (до 71,20%).

По абсолютным значениям параметров корневой системы выделились сорта Сонет (к-30448, Свердловская обл.) и Соболек (к-30245, Красноярский край). Образцы Челябинский 95 (к-30450, Челябинская обл.) и Омский 85 (к-27927, Омская обл.) были лучшими по признакам наземной части проростка (табл. 5).

Хорошо развитой надземной частью, по сравнению с другими сортами, характеризовались: Омский 85 (к-27927, Омская обл.), Соболек (к-30245, Красноярский край), Sjak (к-30049, Норвегия), Loubi (к-30251, Швеция) и Dvoran (к-19913, Чехословакия). Рост побегов и корней в длину проходил достаточно равномерно на провокационном фоне (индекс, в среднем по сортам, равен 1,03). Однако в структуре биомассы преобладали побеги, на долю которых приходилось 65,1%, что свидетельствует о большем угнетении корневой системы.

На основании полученных результатов к числу солеустойчивых сортов отнесены образцы: Сонет (к-30448, Свердловская обл.), Челябинский 95 (к-30450, Челябинская обл.), Соболек (к-30245, Красноярский край) и Loubi (к-30251, Швеция).

Сравнивая соотношение длины и массы побегов и корней на разных провокационных фонах, можно говорить о более успешной адаптации изучаемого набора сортов ячменя к засолению, чем к дефициту влаги, что выразилось в меньшей депрессии ростовых процессов в раннем онтогенезе.

### **Выводы**

1. На основе комплексного изучения 80 сортов ячменя из различных природно-климатических зон выявлены особенности их роста, развития, формирования продуктивности и определена возможность использования лучших в качестве источников ценных признаков (скороспелость, биологическая устойчивость, устойчивость к полеганию, продуктивность колоса и др.) в сельскохозяйственной зоне Тюменской области.

2. Продолжительность вегетационного периода изученных сортов в условиях северной лесостепи в большей степени определялась скоростью прохождения периода от колошения до полной спелости ( $r=0,59-0,80$ ), чем от всходов до колошения ( $r=0,42-0,48$ ).

3. Сорта ячменя отнесены к четырем группам спелости: среднеранние (62-68 суток); среднеспелые (69-75 суток); среднепоздние (76-82 суток); позднеспелые

(83-89 суток). Выделено семнадцать сортов среднепозднего и среднеспелого типов, характеризующихся слабой реакцией на метеорологические условия и стабильным вегетационным периодом.

4. Наибольшее количество устойчивых к полеганию сортов обнаружено в группах очень низких (41-60 см) и низкорослых (61-70 см) растений. Выделены сорта, сочетавшие короткостебельность и высокую устойчивость к полеганию (7-9 баллов): 3 – из Московской обл. (к-30593; к-29977; к-30803); 4 – из Франции (к-30563; к-30564; к-30159, к-30565); 3 – из Чехословакии (к-29890; к-30455; к-27346); по одному сорту - из Кировской обл. (к-29215); Ростовской обл. (к-30594); Краснодарского края (к-26861); Еврейской АО (к-29221); Эстонии (к-30404); Великобритании (к-27953); Польши (к-30255); США (к-30409) и Нидерландов (к-29235).

5. Выявлены сильные корреляции урожайности ячменя с признаками, определяющими продуктивность: количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> ( $r=0,76-0,80$ ) и площадь листьев с 1 м<sup>2</sup> ( $r=0,70-0,78$ ). Средняя сила связи отмечена для признаков: масса зерен с главного колоса ( $r=0,33-0,41$ ), масса зерен с растения ( $r=0,36-0,47$ ), полевая всхожесть семян ( $r=0,50-0,56$ ) и количество сохранившихся к уборке растений ( $r=0,58-0,67$ ).

6. Вариабельность количественных признаков сортов различного происхождения при выращивании в двух географических пунктах носит сходный характер. Сильная степень изменчивости ( $CV=24,06-43,16\%$ ) характерна для площади флагового листа, количества листьев с растения, продуктивной кустистости, массы и количества зерен с растения; средняя ( $CV=10,34-18,52\%$ ) – линейных размеров флагового листа, площади второго листа, количества листьев на стебле, длины главного колоса и массы зерен с главного колоса; слабая ( $CV=9,52-10,66\%$ ) – линейных размеров второго листа.

7. При оценке морфометрических параметров проростков, выращенных на провокационных фонах, выявлена общая закономерность для всех сортов, проявившаяся в угнетении роста корней и побегов. В целом ячмень характеризовался большей устойчивостью к дефициту влаги, чем к засолению.

8. Высокой устойчивостью характеризовались сорта:

- к дефициту влаги – Сонет (к-30448, Свердловская обл.), Соболек (к-30245, Краснодарский край), Korina (к-30069, Германия), Dvoran (к-19913, Чехословакия), Sebесо 7722 (к-29235, Нидерланды).

- к засолению – Сонет (к-30448, Свердловская обл.), Соболек (к-30245, Красноярский край), Челябинский 95 (к-30450, Челябинская обл.) и Loubi (к-30251, Швеция).

9. По комплексу признаков выделились сорта: Соболек (к-30245, Красноярский край), Челябинский 95 (к-30450, Челябинская обл.), Korina (к-30069, Германия), Себесо 7322 (к-29235, Нидерланды) и Гонар (Честь) (к-29914, Беларусь) которые можно использовать в программах на адаптивную селекцию в Северном Зауралье.

### СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Иеронова В.В. Особенности роста и развития растений ячменя из мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова / В.В. Иеронова // Актуальные проблемы биологии и экологии: Тезисы докладов XII молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН - Сыктывкар, 2005. – С. 95-96.

2. Иеронова В.В. Изучение внутривидового разнообразия растений ячменя различного эколого-географического происхождения / В.В. Иеронова // Экология: от генов до экосистем: Материалы конф. Молодых ученых, 25-29 апреля 2005 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. – Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2005. – С. 115-116.

3. Боме Н.А. Оценка сортов различного эколого-географического происхождения на устойчивость к стрессовым факторам: отчет по НИР / Н.А. Боме, Н.Н. Колоколова, А.Я. Боме, А.А. Белозерова, Н. С. Воронова, В.В. Иеронова, Ю.Б. Трофимова. – ТюмГУ, 2006. – 80с. – № ГР 0120. 0600 196; Инв. № 0220. 0602 153.

4. Боме Н.А. Устойчивость сортов зерновых культур к стрессовым факторам / Н.А. Боме, Н.Н. Колоколова, А.А. Белозерова, Н.С. Воронова, А.Я. Боме, В.В. Иеронова // Успехи современного естествознания. – 2006. - №4. – С. 28-29.

5. Иеронова В. В. Внутривидовое разнообразие ячменя (*Hordeum L.*) по ряду признаков, ценных для адаптивной селекции / В.В. Иеронова // Вестник Тюменского государственного университета. – 2006. - №6. – С. 208-214.