

*На правах рукописи*

**ХУАЗ Светлана Хазретовна**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛАВНОГО И  
БОКОВЫХ ПОБЕГОВ У СОРТОВ ДВУРЯДНОГО ЯЧМЕНЯ В СВЯЗИ С  
ПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

03.00.12 – физиология и биохимия растений

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

Санкт-Петербург  
2005

Работа выполнена на кафедре ботаники  
Российского государственного педагогического  
университета им. А.И. Герцена.

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
***Воробейков Геннадий Александрович***

Официальные оппоненты: доктор биологических наук

***Кошкин Владимир Александрович***

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

***Царенко Василий Павлович***

Ведущая организация: Агрофизический институт РАСХН

Защита состоится «23» декабря 2005г в 14<sup>00</sup> часов на заседании  
Диссертационного совета Д 006.041.01 при Государственном научном центре  
РФ – Всероссийском научно-исследовательском институте растениеводства им.  
Н.И. Вавилова по адресу: 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая  
Морская, 44.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского  
научно-исследовательского института им. Н.И. Вавилова

Автореферат разослан «16» ноября 2005 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета  
доктор биологических наук,  
профессор

***Э.А. Гончарова***

2006-4  
25386

2241586

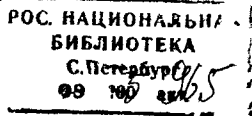
## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Растение хлебного злака – это морфологически и физиологически целостный организм, где главные и боковые побеги являются его частями, принимающими участие в формировании суммарного урожая растения. Побеги различаются возрастом, развитием и имеют, в связи с этим, разную интенсивность физиологических процессов и по-разному реагируют на действие внешних факторов и на применение агротехнических приемов (Воробейков, 1970; Муравьев, 1973; Удовенко, Гончарова, 1982; Кумаков, 1985). Одним из проявлений разной реакции побегов на внешние условия является более высокая устойчивость главного стебля и, обычно, отмирание значительного количества побегов кущения. Несмотря на широко известный факт гибели некоторой части побегов кущения, а в ряде случаев их полного отмирания, причины его изучены слабо. Разобраться в этом явлении можно на основании сравнительного изучения физиологических процессов не только главного, но и боковых побегов. Дифференцированный анализ физиологических свойств всех побегов растения позволит не только глубже понять причины их разной устойчивости к внешним воздействиям, но и объективно оценить отзывчивость на агротехнические приемы и определить вклад каждого побега в формирование общего урожая растений. Важным с практической точки зрения является и анализ реакции современных сортов на применение азотных удобрений, как одного из мощных средств воздействия на продуктивность растений, а также выявление вклада побегов кущения и других элементов продуктивности в формирование общего урожая. Решению этих вопросов посвящена данная работа, выполненная на сортах двурядного ячменя.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – изучить физиологические особенности главного и боковых побегов у сортов двурядного ячменя и оценить вклад элементов продуктивности в формирование общей урожайности растений.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- выявить способность сортов ячменя к кущению и сохранению боковых побегов;
- исследовать особенности роста, развития, водного режима и некоторых других физиологических и анатомических характеристик главного и боковых побегов ячменя;
- вскрыть причины отмирания побегов кущения у разных сортов двурядного ячменя;
- определить отзывчивость исследуемых сортов двурядного ячменя на возрастающие дозы минерального азота;
- изучить вклад элементов продуктивности в формировании урожая у растений разных сортов двурядного ячменя.



**Научная новизна.** Впервые выполнены широкие сравнительные исследования физиологических свойств (развития, ростовых процессов, водного режима, содержания хлорофилла, общего азота) главного и боковых побегов у сортов двурядного ячменя, что позволило глубже понять причины такого широко распространенного явления среди хлебных злаков, как отмирание побегов кушения. Выявлено, что физиологическая разнокачественность побегов отразилась на изменении анатомического строения листьев, проявившись, в частности, в формировании большего количества устьиц на единицу поверхности листа и их меньших абсолютных размерах, в сравнении с листьями главного побега.

**Практическая значимость.** Полученные в исследованиях данные являются основанием для рационального применения минеральных удобрений при возделывании двурядного ячменя в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны России. Для исследуемых сортов ячменя, выращиваемых на средне окультуренных дерново-подзолистых почвах, определены дозы минерального азота, позволяющие сформировать высокий урожай зерна. Исследование структуры урожая сортов ячменя позволило выявить у них элементы продуктивности, которые в большей степени влияют на формирование урожая зерна каждого конкретного сорта. Определен вклад побегов кушения в формирование суммарного урожая растений каждого сорта. Выявленные продукционные признаки сортов перспективны для использования в селекционной работе.

**Основные положения выносимые на защиту.**

1. Главный и боковые побеги имеют различные характеристики ростовых процессов, водного режима и других физиологических процессов;
2. Главные побеги более устойчивы к отмиранию, чем побеги кушения, особенно младшего порядка, благодаря наличию физиологических свойств, определяющих сохранение их оводненности;
3. Физиологическая разнокачественность главного и боковых побегов отражается на анатомическом строении их органов;
4. Сорта двурядного ячменя характеризуются различным вкладом элементов продуктивности в формирование суммарного урожая растений;
5. Дозы азота, выше оптимальных, усиливают вегетативный рост, непродуктивное кушение, не увеличивают урожай зерна и задерживают его созревание;
6. Интенсивные сорта двурядного ячменя имеют более высокую устойчивость к высоким дозам азота, чем стародавний сорт.

**Апробация работы.** Результаты исследований докладывались на межвузовских конференциях молодых ученых (Герценовские чтения, 2002-2005 гг, Санкт-Петербург), на Международной конференции по анатомии и морфологии растений (Санкт-Петербург, 2002), на межвузовской научно-практической конференции «Проблемы методики обучения биологии и экологии в условиях модернизации образования» (Санкт-Петербург, 2004),

на V съезде общества физиологов растений России и Международной конференции «Физиология растений – основа фитобиотехнологии» (Пенза, 2003), на научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы естествознания – 2004. Агробиотехнологии» (Владимир, 2004).

**Публикации.** По материалам исследований опубликовано 8 научных работ.

#### **Структура и объем работы.**

Диссертация изложена на 190 страницах стандартного компьютерного текста, включает 34 таблицы, 8 рисунков и 43 приложения. Работа состоит из введения, обзора литературы, главы «Объекты и методы исследований», пяти глав, содержащих результаты исследований и их обсуждение. Диссертация завершается заключением, выводами, рекомендациями и списком литературы. Список литературы состоит из 235 работ, из них 30 зарубежных.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1. Литературный обзор**

В главе изложены и проанализированы данные литературных источников о биологических особенностях ячменя и вкладе различных элементов продуктивности в формирование урожая зерна. Далее в обзоре анализируется роль минерального азота в формировании продуктивности зерновых злаков. Показано, что азот регулирует число закладывающихся элементов продуктивности (побегов, колосков, зерен), влияя тем самым на величину урожая. Отмечается важность определения оптимальной дозы минерального азота в зависимости от требований сорта и конкретных почвенно-климатических условий. Приведены данные по использованию анатомо-морфологических показателей для выявления продуктивности сортов. Делается вывод о слабой изученности физиологических показателей побегов кущения и причин их меньшей устойчивости к отмиранию в ходе вегетации в сравнении с главным побегом.

### **2. Объекты и методы исследования**

Объектом исследования были семь сортов двурядного ячменя (*Hordeum disichon* L.) разновидности нутанс. В качестве стандарта для сравнения был использован экстенсивный, старой селекции сорт Винер (к-8514). Другие исследуемые сорта относятся к интенсивным и выбраны нами как заслуживающие, по оценкам специалистов, наибольшего внимания по продуктивности («Генетические ресурсы культурных растений», ВИР, 2001): Криничный (к-27605), Балтика (к-30589); Дина (к-29216); Биос 1 (к-29634), Суздалец (к-30314), Волгарь (к-29831). Некоторые из них районированы и выращиваются в Ленинградской области.

### Методика проведения вегетационных и полевых опытов.

Вегетационные и полевые опыты были заложены на базе биостанции Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена в пос. Вырица (Ленинградская область) в 2002-2004 гг.

Вегетационные и полевые опыты проводились по общепринятой методике (Журбицкий, 1968; Ефимов и др., 1988). В вегетационных опытах минеральные удобрения вносились из расчета  $N_{0,1}P_{0,1}K_{0,1}$  г. д. в. на 1 кг почвы в сосуде. Возрастающие дозы азота составили в опытах от 0 до 6,0 доз.

В полевых мелкоделяночных опытах по сравнению продуктивности сортов удобрения вносились из расчета NPK по 60 кг д. в. на гектар. В опытах с возрастающими дозами азота удобрения вносились (из расчета на гектар) от 0 до 240 кг N.

Физиологические, биохимические и анатомические исследования проводились общепринятыми методами. Развитие растений определяли по этапам органогенеза (Куперман и др., 1982), интенсивность транспирации – на торсионных весах, концентрацию клеточного сока – рефрактометрическим методом, водоудерживающую способность – методом завядания (Удовенко, 1988; Третьяков, 1990), репарационную способность – по водонасыщению побегов после их обезвоживания (Кожушко, 1988), свободную и связанную воду – с применением различных водоотнимающих сил (Гусев, 1974), содержание хлорофилла и прочность связи его с белково-липидным комплексом – фотометрически (Кушниренко, 1975), содержание общего азота в листьях – после мокрого озоления с использованием реактива Несслера (Ермаков, 1987). Изучение анатомического строения стеблей проводили на поперечных срезах верхнего междоузлия, взятых на половине его длины. Срезы постоянных препаратов окрашивались флороглюцином и заключались в глицерин-желатин (Пыльнев, Батоев, 1993). Математическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985).

### **3. Способность сортов ячменя к кушению и сохранению боковых побегов**

Суммарный урожай растений ячменя формируется как главными, так и боковыми побегами. Между побегами существуют сложные взаимоотношения, основанные на перемещении между ними продуктов ассимиляции, поглощенных минеральных элементов и воды, влияющих на жизнеспособность и продуктивность каждого побега. Урожай сохранившихся побегов отражает лишь конечный итог сложных физиологических взаимоотношений между побегами в растении.

В наших вегетационных и полевых опытах выявлено, что у исследуемых сортов ячменя проявляется разная способность к кушению, отмиранию и сохранению продуктивных побегов. Результаты вегетационных опытов говорят об отмирании значительной части побегов кушения при нормальном увлажнении почвы (табл.1). Наименьший процент отмирания побегов кушения выявляется у сорта Криничный (27,7%), наибольший у сорта Суздалец (50%). Сброс побегов кушения особенно усиливается при действии неблагоприятных

условий среды. Таким образом, в условиях вегетационного опыта продуктивное кушение составляет в среднем около 60%, с колебаниями от 50% (Суздалец) до 72% (Криничный).

Таблица 1  
**Соотношение общего и продуктивного кушения у сортов ячменя**  
 (вегетационный опыт, фон NPK, среднее на сосуд)

| Сорт              | Общее кушение, шт. | Продуктивное кушение, шт. | Отмершие побеги кушения, % |
|-------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| Винер             | 1,5                | 1,0                       | 33,3                       |
| Балтика           | 2,2                | 1,4                       | 36,4                       |
| Биос              | 1,3                | 0,8                       | 38,5                       |
| Волгарь           | 1,5                | 0,9                       | 40,0                       |
| Дина              | 1,8                | 1,1                       | 38,9                       |
| Криничный         | 1,8                | 1,3                       | 27,7                       |
| Суздалец          | 2,4                | 1,2                       | 50,0                       |
| НСР <sub>05</sub> | 0,2                | 0,1                       |                            |

Известно, что способность к сохранению продуктивного кушения определяется как биологическими особенностями сортов, так и условиями произрастания, особенно в зависимости от минерального питания и водообеспечения. Для дерново-подзолистых почв Северо-Запада Российской Федерации наиболее важным фактором для поддержания нормального роста и формирования хорошего урожая является обеспеченность азотным питанием. Нехватка минерального азота для данных почв нередко является лимитирующим фактором урожая.

Нами проанализирована способность двух сортов ячменя - Винер и Дина, различающихся требовательностью к минеральному питанию, к сохранению продуктивного кушения в зависимости от внесенных доз минерального азота. Сорт Винер является экстенсивным сортом и не столь отзывчив на внесение минерального азота, как интенсивный сорт Дина.

Анализ таблицы показывает (табл. 2), что при нехватке минерального азота у обоих сортов формируется меньше побегов кушения и возрастает процент их отмирания. В результате количество сохранившихся (колосоносных) побегов кушения в этих вариантах самое низкое. По мере возрастания доз минерального азота происходит увеличение количества как появившихся побегов кушения, так и сохранившихся. Однако, когда вносятся высокие дозы азота, количество сохранившихся побегов не только не увеличивается, но начинает уменьшаться. Кроме того, у некоторых растений сохранившиеся побеги кушения содержали небольшое количество мелкого зерна, а в некоторых случаях зерно в колосках вообще отсутствовало. Общий

диапазон отмирания побегов кушения составил в этих опытах от 20 до 80%. Сорт Дина проявил более высокую способность к сохранению побегов кушения, чем сорт Винер.

Таблица 2

**Соотношение общего и продуктивного кушения при внесении возрастающих доз минерального азота у сортов Винер (1) и Дина (2) (вегетационный опыт, среднее на сосуд)**

| Вариант              | Общее кушение, шт. |     | Продуктивное кушение, шт |     | Отмершие побеги кушения, % |      |
|----------------------|--------------------|-----|--------------------------|-----|----------------------------|------|
|                      | 1                  | 2   | 1                        | 2   | 1                          | 2    |
| Контроль             | Нет                | Нет | Нет                      | Нет | Нет                        | Нет  |
| PK (фон)             | 2,5                | 1,8 | 0,5                      | 0,4 | 80,0                       | 77,7 |
| N <sub>0,25</sub> PK | 2,8                | 2,5 | 1,3                      | 1,3 | 53,6                       | 48,0 |
| N <sub>0,5</sub> PK  | 3,0                | 3,0 | 1,7                      | 2,3 | 43,3                       | 23,3 |
| NPK                  | 4,0                | 4,0 | 2,9                      | 3,2 | 27,5                       | 20,0 |
| N <sub>2</sub> PK    | 5,5                | 6,6 | 3,9                      | 4,5 | 29,1                       | 31,8 |
| N <sub>4</sub> PK    | 7,3                | 6,9 | 4,2                      | 4,5 | 42,5                       | 34,8 |
| N <sub>6</sub> PK    | 8,0                | 4,4 | 4,5                      | 4,4 | 43,8                       | 36,2 |
| HCP <sub>05</sub>    | 0,4                | 0,2 | 0,2                      | 0,2 |                            |      |

Таким образом, данные как вегетационных, так и полевых опытов свидетельствуют о разной способности сортов к кушению и формированию продуктивных побегов. Создание благоприятных условий минерального питания повышает процент сохранившихся побегов кушения. Это говорит о том, что с помощью агротехнических мероприятий можно уменьшить отмирание побегов кушения и тем самым повлиять на формирование урожая.

**4. Физиологические особенности побегов кушения и некоторые причины их отмирания**

Поскольку уменьшение количества побегов кушения за счет их отмирания отражается на урожае зерна, то исследование причин этого явления очень важно, в конечном итоге, для управления этим процессом. Несмотря на важную роль побегов кушения в формировании урожая, их физиология, в сравнении с главным побегом, изучена слабо. Большинство работ по физиологии зерновых злаков выполнены без индивидуального учета свойств главного и боковых побегов. Как правило, уровень тех или иных физиологических процессов растений обсуждается на основе анализа их у главных побегов. Дифференцированный анализ физиологических свойств всех побегов растения позволит более объективно оценить вклад каждого из них в формирование общего урожая растения, а также глубже разобраться в причинах их разной устойчивости к неблагоприятным факторам, что обосновывает

возможность целенаправленного регулирования побегообразования путем своевременного применения нужных агротехнических приемов.

Для более полного представления о физиологических особенностях главного и боковых побегов, нами проанализированы некоторые стороны их водного режима и других физиологических процессов.

Содержание воды в растении является важным физиологическим показателем его состояния, а разнозначность побегов по возрасту и развитию предполагает несовпадение показателей их водного режима, так как каждый этап развития любого побега характеризуется своими особенностями обменных процессов.

Результатами наших исследований выявлено (табл. 3), что содержание воды ниже у главного побега (68,5%) и увеличивается в сторону младших побегов кущения (77-81%). Для более полного представления об интенсивности процессов, протекающих в тканях, важно знать не только общее содержание воды в них, но и ее формы. Анализ содержания форм воды в листьях главного и боковых побегов показывает, что листья главного побега содержат связанной воды больше, а свободной и общей меньше, чем листья побегов кущения. Концентрация клеточного сока и осмотическое давление (табл. 4) имеют более высокие показатели у главного стебля. Боковые побеги позднего появления имеют наиболее низкие их величины.

Таблица 3.

**Масса побегов и их оводненность**  
(на сосуд/10 растений, вариант N<sub>2</sub>PK; сорт Криничный)

| Побеги и этапы их органогенеза | Сырая масса побегов, г | Сухая масса побегов, г | Оводненность, % |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| Главный – VIII                 | 30,2                   | 9,5                    | 68,5            |
| 1 боковой- VII-VIII            | 22,5                   | 6,2                    | 72,4            |
| 2 боковой- VI-VII              | 15,0                   | 3,6                    | 76,0            |
| 3 боковой-VI                   | 6,3                    | 1,4                    | 77,7            |
| 4 боковой-V                    | 1,9                    | 0,35                   | 81,5            |

Таблица 4.

**Концентрация и осмотическое давление клеточного сока в листьях ячменя (сорт Криничный)**

| Побеги    | Этапы органогенеза | Концентрация клеточного сока, % | Осмотическое давление, атм. |
|-----------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Главный   | VII                | 8,10 ± 0,23                     | 6,51 ± 0,19                 |
| 1 боковой | VII                | 7,08 ± 0,37                     | 5,60 ± 0,31                 |
| 2 боковой | VII-VI             | 6,67 ± 0,22                     | 5,27 ± 0,18                 |
| 3 боковой | VI                 | 6,02 ± 0,10                     | 4,76 ± 0,08                 |
| 4 боковой | V                  | 5,53 ± 0,15                     | 4,38 ± 0,12                 |

Выявлено, что главный и боковые побеги, имея разную общую оводненность и разное содержание свободной и связанной воды, неодинаково расходуют ее через транспирацию. В результате большей оводненности и более высокого содержания свободной воды, боковые побеги расходуют ее интенсивнее, чем главный побег. По результатам определения водоудерживающей способности можно сказать, что боковые побеги более интенсивно теряют воду и быстрее обезвоживаются. К началу эксперимента боковые побеги, как правило, имели большую общую оводненность, чем главный, то к концу наблюдений они значительно теряли влагу и резко уменьшили ее содержание в тканях. Так, если общая оводненность главных побегов в одном из опытов в конце наблюдений составила 56%, то у боковых от 55 до 40% (рис.).

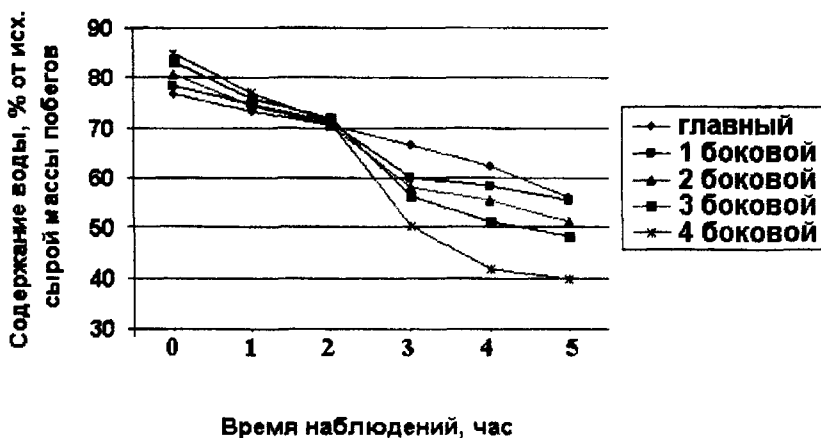


Рис. Водоудерживающая способность главного и боковых побегов ячменя (сорт Криничный)

Результаты исследования по водопоглощающей способности выявили, что боковые побеги, несмотря на более значительное их обезвоживание, медленнее восстанавливают свою оводненность, чем главный и старшие побеги кушения. Полученные данные свидетельствуют о более низком потенциале репарационных процессов боковых побегов.

Исследования по содержанию хлорофилла и азотистых веществ показали, что главный побег содержит больше общего хлорофилла и его прочносвязанной формы (табл.5). При количественном анализе содержания азотистых веществ в листьях главного и боковых побегов ячменя выявлено, что концентрация общего азота в листьях боковых побегов ниже, чем в главном

побеге (табл. 6). Полученные данные свидетельствуют о физиологической разнокачественности побегов.

Таблица 5.  
Содержание хлорофилла в листьях главного и боковых побегов ячменя  
(мг/г сухого вещества, сорт Винер)

| Побег     | Этап органогенеза | Общее содержание хлорофилла |      | В том числе:                  |                             |
|-----------|-------------------|-----------------------------|------|-------------------------------|-----------------------------|
|           |                   | мг/г                        | %    | прочной связанной формы, мг/г | слабо связанной формы, мг/г |
| Главный   | VII               | 14,72±0,22                  | 100  | 11,90±0,20                    | 2,82±0,17                   |
| 1 боковой | VI-VII            | 14,25±0,17                  | 96,8 | 10,50±0,10                    | 3,75±0,09                   |
| 2 боковой | VI                | 13,24±0,12                  | 89,9 | 10,10±0,07                    | 3,14±0,11                   |
| 3 боковой | V-VI              | 12,07±0,19                  | 81,9 | 8,32±0,11                     | 3,75±0,05                   |

Таблица 6  
Содержание общего азота в листьях главного и боковых побегов ячменя  
(% на сухое вещество, сорт Винер)

| Этап развития растений | Главный побег | 1 боковой побег | 2 боковой побег | 3 боковой побег |
|------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| IV этап                | 7,0±0,05      | 6,3±0,06        | 6,6±0,07        | -               |
| V этап                 | 6,8±0,05      | 6,6±0,06        | 6,2±0,11        | 5,0±0,13        |
| VI этап                | 6,6±0,08      | 5,6±0,10        | 5,6±0,11        | 5,7±0,06        |
| VII этап               | 5,3±0,10      | 5,4±0,11        | 4,6±0,20        | 5,1±0,14        |

Физиологическая разнокачественность побегов должна отразиться на структурной организации органов растения, в том числе листьев. Поэтому нами проанализированы количество и величина устьиц на листьях побегов. В соответствии с «правилом В.Р. Заленского», каждый верхний ярус листа характеризуется большим количеством устьиц и меньшими их размерами, в сравнении с нижними. Эта закономерность отчетливо прослеживается у каждого побега. Однако, при сравнении анатомического строения соответствующих листьев, выявлено более значительное увеличение количества устьиц и уменьшение их размеров у побегов кушения, по сравнению с главным побегом. Если сравнить только верхние (флаговые) листья, то у побегов кушения количество устьиц на 20-40% больше, а размеры их на 10-20% мельче, чем у флагового листа главного побега. Выявленные особенности объясняются, возможно, тем, что побеги кушения чаще

испытывают недостаток в водоснабжении и минеральном питании, в том числе азотом, который, как и нехватка воды, усиливает мелкоклеточность листьев.

Таким образом, главные побеги содержат больше азотистых веществ и хлорофилла, его прочносвязанных форм, а также характеризуются более высокими величинами водоудерживающей способности и сосущих сил. Боковые побеги, наоборот, содержат больше свободной воды и имеют высокую интенсивность транспирации. Чем больше асинхронность побегов в возрасте и развитии, тем значительнее их различия в ростовых процессах, содержании воды, азота и хлорофилла в листьях.

Главные побеги не только лучше сохраняют воду в своих органах, но, возможно, при нехватке ее в почве, благодаря более высоким сосущим силам, оттягивают воду в узле кушения от боковых побегов, поскольку корневые системы их взаимосвязаны между собой проводящей системой. Боковые побеги, особенно младшего порядка, как имеющие более низкие сосущие силы и меньшую водоудерживающую способность, не могут конкурировать с главным побегом за воду, потому быстрее обезвоживаются и отмирают.

## **5. Формирование элементов зерновой продуктивности сортов двурядного ячменя.**

Урожай каждого отдельного растения формируется в зависимости от величины его биологических элементов: продуктивной кустистости, числа зерен в колосе и абсолютной массы 1000 зерен. Исходя из этого, наши исследования были направлены на выявление сортов ячменя с ценными хозяйственно - биологическими признаками для данных почвенно-климатических условий.

Продуктивная кустистость – количество колосоносных побегов формирующихся на растении. В одинаковых условиях выращивания у различных сортов ячменя обнаруживается различная интенсивность кушения в зависимости от генетических свойств сорта. По нашим данным, на основе определения вклада боковых побегов в формирование урожая у семи сортов двурядного ячменя, на них приходится в вегетационных опытах от 25% (сорт Волгарь) до 42% (сорт Суздаец). В полевых опытах вклад побегов в формирование урожая зерна составил от 32% (сорт Биос) до 40% (сорт Дина).

### Число зерен в колосьях главных и боковых побегов.

Анализ данных вегетационных опытов за три года исследований показывает, что наибольшее количество зерен (на сосуд) формировали три сорта: Балтика (360 шт.), Криничный (353 шт.) и Суздаец (345 шт.). Количество зерен в колосьях главных и боковых побегов формировалось у этих сортов примерно одинаково. Сорта Биос и Волгарь недобирали урожай в результате формирования меньшего количества зерен в побегах кушения.

В полевом опыте наибольшее количество зерен в растениях (на 100 растений, шт.) имели сорта Криничный (3638), Балтика (3638), Винер (3561).

У всех анализируемых нами сортов больший процент количества зерен, от общего количества их в растениях, приходится на главный побег, за

исключением сорта Дина, у которого количество зерен с боковых побегов составляет почти половину общего урожая. Сорта Биос и Волгарь формировали наименьший урожай зерна с побегов кущения.

Абсолютная масса зерна главных и боковых побегов. Высокая абсолютная масса зерна является завершающим элементом в формировании урожая. Между абсолютной массой зерна и урожайностью имеется тесная зависимость. При анализе сортов ячменя в наших опытах выявляется, что абсолютная масса зерна с главных побегов всегда больше, чем с боковых. Эти различия составляют от 4,1 г (Криничный) до 11,0 г (Волгарь).

У сорта Волгарь в главном побеге зерно самое крупное. У сортов Дина и Криничный абсолютная масса зерна главных и боковых побегов самая выровненная, но у сорта Криничный абсолютная масса зерна самая низкая.

В полевом опыте, по средним значениям массы 1000 зерен в растениях, лидирует сорт Суздалец (44,3 г). Самые крупные зерна в главных побегах формируют сорта Волгарь и Суздалец. Самые крупные зерна с побегов кущения были получены у сортов Биос (39,6 г) и Суздалец (40,2 г). У сорта Криничный выявляется самая низкая абсолютная масса зерна побегов кущения (32,5 г), что отрицательно сказалось на крупности зерна с целого растения (38,5 г).

Урожай зерна сортов ячменя. Урожай с растения зависит, в конечном итоге, от количества зерен в колосьях главных и боковых побегов и их абсолютной массы. При меньшем количестве зерен урожай может компенсироваться их большей абсолютной массой, и наоборот. На основе трехлетних вегетационных опытов выявляется, что наибольший урожай формировал сорт Балтика (15,3 г/сосуд), затем идут сорта Суздалец (14,7 г) и Криничный (14,4 г). Анализ урожая зерна по годам показывает, что его колебания у интенсивных сортов довольно значительны. В 2002 году самый высокий урожай показал сорт Суздалец (15,5 г), в 2003 году сорт Балтика (17,9 г) и в 2004 году сорт Криничный (16,6 г). Самый низкий урожай отмечен в 2002 году у сортов Волгарь (7,6 г), Криничный (9,1 г), Дина (9,2 г) и Биос (9,6 г). Сорт Винер проявил менее значительные колебания урожая зерна за все годы исследований.

В полевых опытах в среднем за два года наибольший урожай зерна был сформирован сортом Суздалец (31,8 ц/га), наименьший - сортом Дина (25,2 ц/га). Наибольший урожай зерна с главного побега был получен у сортов Суздалец (20,4 ц/га), Волгарь (18,9 ц/га), Криничный (18,8 ц/га). Наименьший урожай зерна с боковых побегов отмечен у сорта Биос, у которого вклад побегов кущения в общий урожай составил 32%. Наибольшее участие побегов кущения в формировании общего урожая было отмечено у сорта Дина (40,9%).

Большую роль в формировании конечного урожая играет устойчивость растений к полеганию. Из интенсивных сортов самыми устойчивыми к полеганию были сорта Биос и Волгарь. Сорт Винер оказался наименее устойчивым к полеганию. В полевых опытах его полегание проявилось во все годы исследований, особенно при внесении минерального азота выше 60 кг/га.

## **6. Влияние возрастающих доз минерального азота на формирование элементов продуктивности различных сортов ячменя**

По биологическим особенностям ячмень отличается повышенными требованиями к уровню питания, что объясняется коротким вегетационным периодом (90-100 дней) и интенсивным потреблением питательных веществ.

Отзывчивость сортов ячменя на минеральные удобрения, как и других зерновых культур, определяется их биологическими особенностями. Известно, что экстенсивные (стародавние) сорта являются менее отзывчивыми на высокие дозы удобрений и дают меньшую прибавку, чем интенсивные сорта.

В данном разделе представлен экспериментальный материал по исследованию влияния возрастающих доз минерального азота на продуктивность растений ячменя, различающихся требовательностью к минеральному питанию.

Анализ данных вегетационных опытов показал, что возрастающие дозы азота проявляют положительное действие на продуктивность сортов ячменя. Урожай зерна возрастал в среднем в 3,4-6,5 раза у сорта Винер, 3,1-8,4 у сорта Дина и в 6,5-9,8 раз у сорта Суздалец относительно контроля (без удобрений).

Сорт Винер сформировал максимальный урожай зерна в вариантах NPK и N<sub>2</sub>PK. При дальнейшем повышении дозы азота происходило отчетливое уменьшение урожая зерна. При внесении шести доз азота (N<sub>6</sub>PK) урожай составил 70% от максимально полученного в варианте N<sub>2</sub>PK и был ниже, чем в варианте NPK.

У сорта Дина максимальный урожай сформирован в варианте N<sub>2</sub>PK – 29,4 г/сосуд, дальнейшее увеличение дозы азота приводило к уменьшению урожая зерна. У сорта Суздалец высокий урожай зерна сформирован в вариантах от NPK до N<sub>4</sub>PK, который составил соответственно 28,9; 30,3 и 31,4 г/сосуд. Даже при высокой дозе азота (N<sub>6</sub>PK) урожай этого сорта снижался незначительно (28,2 г/сосуд). Данный сорт показал высокую устойчивость к высоким дозам минерального азота и способность формировать высокий урожай зерна, тогда как другие сорта заметно снижали свою продуктивность. Различия между максимальным урожаем зерна в варианте NPK и внесением шести доз азота были незначительны (10%).

Анализ вклада главных и боковых побегов в суммарный урожай растений разных вариантов показывает, что при увеличении доз минерального азота возрастание урожая зерна в большей степени происходит за счет побегов кущения, чем за счет повышения урожая с главных побегов.

У сорта Винер максимальный урожай боковых побегов (вариант N<sub>2</sub>PK) превосходил урожай с главного побега в 2,2 раза; у сорта Дина в 2,9 раза. Боковые побеги сорта Суздалец формировали максимальный урожай в варианте N<sub>4</sub>PK и превышали урожай с главного побега в 2,2 раза.

Внесение минерального азота отразилось и на других элементах структуры урожая. При внесении возрастающих доз минерального азота абсолютная масса зерна первоначально увеличивается, но при внесении более одной дозы азота начинает постепенно снижаться. Наиболее крупное зерно

формирует сорт Суздалец в варианте NPK (47,3 г.). У этого сорта также наиболее крупное зерно с боковых побегов (45,1 г).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что возрастающие дозы минерального азота оказывают положительное влияние на продуктивность различных сортов ячменя до определенного предела. У сорта Винер максимальный урожай наблюдается в вариантах NPK и N<sub>2</sub>PK, который составляет 23,7 г и 24,8 г (различия недостоверны); у сорта Дина в варианте N<sub>2</sub>PK – 29,4 г; у сорта Суздалец N<sub>2</sub>PK – 30,3 г и N<sub>4</sub>PK – 31,4 (различия недостоверны). Выше данного уровня эффективность минерального азота постепенно затухает и при дальнейшем увеличении доз происходит снижение урожая. По результатам исследований, интенсивные сорта (Дина и Суздалец) имеют более широкую зону оптимума по азотному питанию, чем экстенсивный сорт Винер. Оптимум смещен в сторону более высоких доз минерального азота.

В полевых опытах за три года (2002-2004 гг.) исследований при внесении возрастающих доз минерального азота (от 0 до 240 кгN/га) средние показатели урожая ячменя сорта Винер варьировали от 15,3 до 33,7 ц/га; у сорта Дина от 15,9 до 39,0 ц/га. Максимальный урожай у сорта Винер по годам исследований изменялся в пределах от 31,5 до 36,9 ц/га, у сорта Дина от 32,0 до 43,5 ц/га. Продуктивность растений в зависимости от погодных условий варьировала по годам, что сказывалось на величине и устойчивости сохранения урожая. Анализ этих данных показывает, что у сорта Винер колебания максимального урожая зерна за годы исследований составили 5,4 ц/га, в то время как у сорта Дина 11,5 ц/га. Эти данные позволяют характеризовать сорт Винер как более устойчивый, способный сохранять стабильный урожай при меняющихся климатических факторах.

Анализ вклада главных и боковых побегов в суммарный урожай растений разных вариантов показывает, что при увеличении доз минерального азота рост урожая зерна у растений исследуемых сортов ячменя в большей степени происходит за счет кущения, чем за счет роста урожая с главных побегов. Вклад побегов кущения в суммарный урожай зерна изменялся при внесении возрастающих доз азота у экстенсивного сорта Винер от 19,6 до 49,6%, у интенсивного сорта Дина от 28,3 до 57%. При структурном анализе урожая установлено, что увеличение вклада боковых побегов в формирование суммарного урожая основано на повышении продуктивной кустистости, увеличении числа зерен в колосьях боковых побегов и их абсолютной массы. Сравнительно наибольший вклад побегов кущения в общий урожай у интенсивного сорта Дина проявился за счет продуктивной кустистости и абсолютной массы зерна. Сорт Дина, по сравнению с экстенсивным сортом Винер, формирует меньшее количество зерен (колос короткий), что является биологической особенностью сорта. У интенсивного сорта Дина отмечается превосходство в крупности зерна, как с главных, так и с боковых побегов, во всех вариантах в сравнении с экстенсивным сортом. У сорта Винер одной из причин снижения продуктивности колоса на высоких дозах минерального азота, а отсюда и урожайности растений, является снижение озерненности (череззерница) и даже пустоколосье. Поэтому оптимальной дозой

минерального азота в данных почвенно-климатических условиях для экстенсивного сорта Винер является доза  $N_{60PK}$ , для интенсивного сорта Дина –  $N_{120PK}$ . Полученные данные говорят о различном вкладе побегов кушения в урожай растений и неодинаковой устойчивости сортов к высоким дозам азота. Одновременно с определением продуктивности сортов, нами проведены анатомические исследования строения стебля верхнего междоузлия главных побегов. Анализ распределения проводящих пучков показал, что число их зависит от снабжения растений азотными удобрениями. У всех исследуемых сортов начальные дозы азота увеличивают общее число проводящих пучков, их средний суммарный диаметр и толщину соломины. Дальнейшее повышение дозы азота не приводит к увеличению отмеченных показателей. Полученные данные в какой-то мере объясняют причины уменьшения урожая зерна при внесении завышенных доз минерального азота.

Таким образом, внесение возрастающих доз азота оказывает влияние на изменение того или иного элемента продуктивности. Возрастающие дозы азота приводят к повышению продуктивной кустистости, что соответственно увеличивает роль побегов кушения в формировании суммарного урожая зерна. Вместе с тем, для каждого сорта выявляется свой уровень оптимальных доз минерального азота, выше которого возникают различные нарушения в формировании зерна, снижении их абсолютной массы, торможении закладки и развития анатомических структур стебля, усилении полегаемости растений и другие неблагоприятные изменения.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлено, что главный и боковые побеги ячменя характеризуются различной интенсивностью ростовых процессов, развитием, водным режимом, содержанием азотистых веществ и хлорофилла в листьях, что позволяет говорить об их физиологической разнокачественности.
2. Физиологическая разнокачественность побегов отражается на изменении анатомического строения листьев, проявляющаяся, в частности, в формировании большего количества устьиц на единицу поверхности и их меньших размерах, в сравнении с листьями главного побега.
3. Водный режим главного побега в комплексе с другими физиологическими показателями, способствующими поддержанию его оводненности (содержание азотистых веществ, содержание хлорофилла и прочности связи его с белково-липидным комплексом), характеризуется более высокими величинами содержания связанной воды, осмотического давления, водоудерживающей способности и сосущих сил. Боковые побеги, наоборот, содержат больше общей и свободной воды и имеют более высокую интенсивность транспирации.
4. Главные побеги благодаря наличию комплекса физиологических характеристик, благоприятствующих сохранению оводненности тканей, теряют меньше воды и дольше сохраняют жизнеспособность при завядании. Боковые побеги, особенно младшего порядка, как имеющие меньшую

водоудерживающую способность и более низкие сосущие силы, при нехватке воды быстро обезвоживаются и отмирают.

5. Выявлено, что в ходе вегетации у исследуемых сортов двурядного ячменя отмирает от 27% (сорт Криничный) до 50% (сорт Суздалец) побегов кушения. Внесение минерального азота приводит к усилению процесса побегообразования, при одновременном увеличении количества отмирающих побегов кушения.

6. Наибольший вклад побегов кушения в формирование урожая зерна проявился у сортов Дина (40,9%), Балтика и Винер (по 37%). Возрастающие дозы азота приводят к усилению продуктивной кустистости и увеличению вклада побегов кушения в формирование суммарного урожая зерна. Оптимальной дозой минерального азота для стародавнего сорта Винер является 60 кг/га, для интенсивного сорта Дина 120 кг/га. Интенсивные сорта обладают более широкой зоной оптимума к высоким дозам азота, по сравнению с сортом Винер, который при дозе выше 60 кг/га полегаёт и лишь незначительно увеличивает урожай зерна.

7. При сравнении элементов продуктивности из исследуемых семи сортов ячменя наилучшие характеристики выявлены: по продуктивной кустистости – у сортов Дина, Балтика и Винер; по числу зерен с колоса – у сортов Винер и Криничный; по абсолютной массе зерна с главного побега – у сортов Суздалец и Волгарь; по максимальному урожаю в целом с растения – у сорта Суздалец. Отмеченные продукционные и другие биологические признаки (скороспелость сорта Дина, устойчивость к полеганию, особенно сортов Биос-1 и Волгарь) могут быть перспективными для селекционно-генетической работы.

8. Установлено, что азотные удобрения вызывают увеличение общего числа проводящих пучков в колососном междоузлии в основном за счет увеличения малых пучков, включающих 1-3 сосуда. Превышение оптимальной дозы азота не приводит к дальнейшему увеличению числа проводящих пучков.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

Комплексное исследование растений ячменя, как физиологической системы побегов, имеет важное прикладное значение для рационального применения удобрений, фиторегуляторов и других агротехнических мероприятий, а также для обоснования норм высева, в селекционной работе и при построении идеатипа сорта растений для конкретных почвенно-климатических условий. Одним из таких выводов, вытекающих из полученных данных, является то, что агротехника и селекция должны стремиться к созданию раннего и дружного кушения, без последующего побегообразования, так как в этом случае обеспечивается синхронность развития побегов, а по устойчивости к отмиранию и по продуктивности ранопоявившиеся побеги кушения приближаются к главному.

## СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Воробейков Г.А., Хуаз С.Х., Фомичева В.В. Об анатомической и физиологической разнокачественности листьев главного и боковых побегов хлебных злаков // Труды II Международной конференции по анатомии и морфологии растений. – СПб., 2002. – С. 334.

2. Воробейков Г.А., Дричко В.Ф., Хуаз С.Х. Поступление и распределение меченых соединений между главными и боковыми побегами зерновых злаков при разной влажности почвы // V съезд общества физиологов растений России. Международная конференция «Физиология растений – основа фитобиотехнологии». – Пенза, 2003. – С. 126

3. Хуаз С.Х., Кобылина Ю.Ю. Роль побегов кушения в формировании урожая зерна у различных сортов ячменя // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. Вып. 3.- СПб., 2003. - С.31-32.

4. Хуаз С.Х. Сравнение продуктивности сотов двурядного ячменя при внесении возрастающих доз минерального азота // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. Вып. 4.- СПб., 2004. - С.30-31.

5. Хуаз С.Х., Кобылина Ю.Ю. Вклад побегов кушения в продуктивность и зернообеспеченность растений различных сортов ячменя // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. Вып. 4.- СПб., 2004. - С.31-32.

6. Хуаз С.Х. Вклад разных элементов продуктивности в урожай зерна различных сортов двурядного ячменя // Материалы молодежного форума «Агробиотехнологии и экологическое земледелие».- Владимир, 2005, с. 105-106.

7. Хуаз С.Х. Особенности водного режима главных и боковых побегов ячменя // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. Вып. 5.- СПб., 2005. - С.33-34.

8. Хуаз С.Х. Влияние минерального азота на анатомо-морфологическое строение колосоносного междоузлия двурядного ячменя сорта Винер // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. Вып. 5.- СПб., 2005. - С.35-36.

Подписано в печать 11 11 2005  
Объем 1,0 п л Тираж 100 экз Заказ № 934  
Отпечатано в типографии ООО «КОПИ-Р», С-Пб, пер Гривцова 6б  
Лицензия ПЛД № 69-338 от 12 02 99г

#24 123

РНБ Русский фонд

2006-4

25386