

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58

УДК: 633.16:631.52

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**О. Б. Батакова,
В. А. Корелина**

Приморский филиал
Федерального исследователь-
ского центра комплексного
изучения Арктики
Российской академии наук
АРХНИИсх
163032, Россия,
Архангельская обл.,
Приморский район,
п. Луговой, д.10,
e-mail: ksoch00@mail.ru;
obb05@bk.ru

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНИ ЯРОВОГО (*HORDEUM VULGARE* L.) В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РФ

Актуальность. Выведение новых, более адаптированных и, вместе с тем, высокопродуктивных сортов для зоны Европейского Севера – трудная задача, требующая больших затрат труда и времени селекционеров. Поэтому в статье представлены основные элементы структуры урожая, влияющие на продуктивность ярового ячменя в условиях Крайнего Севера РФ. Материал и методика. Селекционная работа с культурой проводилась согласно методическим указаниям по селекции ячменя и овса М. В. Лукьяновой и др., математическая обработка данных по методике полевого опыта Б. А. Доспехова. Экспериментальная работа по изучению элементов структуры урожая проводилась в полевых условиях ФГУП «Котласское». Результаты и выводы. Показаны результаты изучения элементов структуры урожая на основе выделенных образцов ярового ячменя в питомнике конкурсного сортоиспытания, при различных агрометеоусловиях за период 2014–2016 гг. в сравнении со стандартом 'Дина'. Представлена величина показателей и размах изменчивости элементов структуры урожая ярового ячменя высокопродуктивных дурядных образцов за годы исследований. Отбор наиболее ценных в хозяйственном отношении растений можно проводить не только по продуктивности, но и по элементам структуры урожая. Проведен корреляционный анализ между элементами структуры урожая, продуктивностью и длиной вегетационного периода. Приоритетные элементы структуры урожая в условиях Крайнего Севера – это продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, длина колоса. Важную роль играет длина вегетационного периода, которая напрямую коррелирует с продуктивностью.

Ключевые слова:

*селекция, урожайность, про-
дуктивная кустистость,
озерненность колоса, масса
1000 зерен, число колосков в
колосе, число зерен в колосе,
плотность колоса, масса
зерна с главного колоса*

Поступление:

18.04.2017

Принято:

21.08.2017

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58

ORIGINAL ARTICLE

**O. B. Batakova,
V. A. Korelina**

Arkhangelsk Research Institute
of Agriculture,
Maritime Branch
of the Federal Research
Center for Integrated Studies
of the Arctic,
10 Lugovoy Settlement,
Primorsky District,
Arkhangelsk Province,
163032, Russia
e-mail: ksoch00@mail.ru;
obb05@bk.ru

THE EFFECT OF YIELD STRUCTURE ELEMENTS ON SPRING BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) PRODUCTIVITY IN THE ENVIRONMENTS OF RUSSIA'S EXTREME NORTH

Background. Development of new, more adapted and, at the same time, high-yielding cultivars for the Extreme North zone is a challenging task requiring from breeders a great deal of labor and time. Therefore, the article presents major elements of the yield structure producing certain effect on the productivity of spring barley in the environments of the Russian Extreme North. Materials and methods. Breeding practice with this crop followed the guidelines on barley and oat breeding published by M. V. Lukyanova *et al.*; mathematical data processing was accomplished in accordance with the field experiment methods by B. A. Dospekhov. Experimental work aimed to research yield structure elements was performed in the field at the *Kotlaskoye* Federal Unitarian Enterprise. Results and conclusions. The results of studying yield structure elements in the identified spring barley accessions at the competitive variety testing nursery are shown under different agronomic conditions for the period of 2014–2016 and compared with the reference variety 'Dina'. The value of these parameters and the scope of variation in yield structure elements are presented for high-yielding two-row spring barley accessions over the years of research. The most economically valuable plants may be selected according to not only their productivity but also yield structure elements. Correlation analysis was carried out between yield structure elements, productivity, and duration of the growing season. Priority elements of yield structure in the Extreme North environments are: productive tillering, 1000 grain weight, and ear length. Another important factor is the duration of the growing season which correlates directly with productivity.

Key words:

breeding, yield, productive tillering, grain weight per ear, 1000 grain weight, number of spikelets per spike, number of grains per ear, grain weight per main ear

Received:

18.04.2017

Accepted:

21.08.2017

Введение

Одна из основных задач селекции ячменя в условиях Европейского Севера – это создание высокоурожайных и скороспелых сортов. Один из главных признаков, характеризующих хозяйственно-экономическую ценность таких сортов, является зерновая урожайность, которая в свою очередь зависит от многих элементов продуктивности. Элементы структуры урожая в той или иной степени отражают величину урожайности сортов ячменя. Структура урожая определяется – продуктивной кустистостью, массой зерна с главного колоса, длиной колоса, числом колосков в колосе, числом зерен в колосе, плотностью колоса, массой 1000 зерен. На основании многолетних исследований И. И. Ковтунова и др. установлено, что урожайность зерновых колосовых культур состоит из трех элементов: плотности продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен. Считается, что продуктивность на 50% определяется плотностью продуктивного стеблестоя, на 25% – озерненностью колоса и на 25% – массой 1000 зерен. По данным В. И. Кочурко, для получения высокого урожая зерновых культур необходимо иметь 500 продуктивных стеблей на 1 м². Недостаточная густота продуктивного стеблестоя не может быть компенсирована за счет высокой озерненности отдельного колоса. Плотность ценоза растений ячменя на единице площади и способность их к кущению являются основным фактором формирования продуктивного стеблестоя (Ryndin, 2002).

В связи с этим представляется необходимым выделить элементы структуры урожая, приоритетные с точки зрения повышения урожайности селекционным методом, которым следует руководствоваться при отборе элитных растений, подборе пар для скрещивания, а также при определении общей стратегии селекционной работы на определенный период времени. Знание элементов структуры урожая ячменя имеет существенное значение для рациональной организации селекции (Hramyisheva, 1979; Trofimovskaya, Lukyanova, 1986). Основные элементы структуры урожая формируются в процессе роста и развития растений и в значительной степени регулируются биологическими особенностями сорта, погодными условиями, складывающимися при их выращивании, и обеспеченностью растений элементами минерального питания, в первую

очередь, азотом. Ранее было отмечено, что изучаемые сорта, выращиваемые на одинаковом фоне и схожих погодных условиях, формировали различную густоту стояния растений и их кустистость. Следует отметить, что урожайность ячменя в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий и способности формировать в оптимальные сроки дружные и жизнеспособные всходы.

Материалы и методы

Селекционная работа с культурой проводилась по традиционной схеме: питомник исходного материала – селекционные питомники – питомники испытания, согласно методическим указаниям по селекции ячменя и овса М. В. Лукьяновой, Н. А. Родионовой и А. Ф. Трофимовской (Lukyanova et al., 1973), математическая обработка данных – по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (Dospikhov, 1985).

Исходный материал создан методом многоступенчатой внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором (рис. 1). В питомнике конкурсного сортоиспытания за период 2014–2016 гг. на изучении находилось четыре образца ярового ячменя разновидности *mutans*: к–036916 (Elrose × Tustofte Prenicelyg), к–036982 {Gardan × (Stange × Дина)}, к–037396 (Kara × Jo 0919), к–037120 (Днепропетровский 85 × Дина). Сорт-стандарт – ‘Дина’ (табл. 1).

Опытный участок был расположен в селекционном севообороте на площади 1,0 гектара. Посев культур проводился в ранние сроки (7–17 мая) при достижении физической спелости почвы в питомнике конкурсного сортоиспытания сеялкой СКС-6-10, обычным рядовым способом с нормой высева 5 млн шт. всхожих семян на 1 га, на глубину 3–4 см. Площадь делянок 10 м². Сорта в 4-х повторениях размещены методом рендомизации.

В процессе исследований вели фенологические наблюдения, определяли полевую всхожесть, влияние основных биотических и абиотических факторов среды, высоту растений, основные элементы структуры урожая и урожайность. В питомнике конкурсного сортоиспытания учитывалась густота стояния растений на пробных метрочках во время полных всходов и перед уборкой.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой как по температурному режиму, так и

по количеству выпавших осадков. Распределение осадков было крайне неравномерным. 2014 год был благоприятным для развития и роста сельскохозяйственных культур, так как не было дефицита влаги в почве и резкого перепада положительных температур.

Вегетационный период 2015 г. был по среднесуточной температуре на 1,0 градус выше нормы, количество осадков на 22% выше нормы. Наибольшее количество осадков выпало в период налива и созревания зерна – третьей декаде июля (до 273%) и в первой и второй декадах августа (до 206%), что привело к высокой полегаетности и затруднило уборку урожая.

Вегетационный период 2016 г. был по среднесуточной температуре на 2,3°C выше нормы, по количеству осадков – 93% от нормы. При этом наибольшее количество осадков выпало в первой и третьей декадах

июля. Вегетационный период 2016 г. из-за засушливого мая и первой половины июня был неблагоприятным для развития растений, но большое количество осадков, выпавших в период налива и созревания зерна, позволили получить достаточно хорошую урожайность.

Результаты изучения

В питомнике конкурсного сортоиспытания за период 2014–2016 гг. на изучении находилось 4 образца ярового ячменя разновидности *nutans* (табл. 1) выделявшихся по продуктивности: к–036916 (Elrose × Tustofte Prenicelyg) – 5,5 т/га, к–036982 {Gardan × (Stange × Дина)} – 5,5 т/га; к–037396 (Kara × Jo 0919) – 5,9 т/га; к–037120 (Днепропетровский 85 × Дина) – 6,0 т/га, в сравнении с сортом-стандартом ‘Дина’.



Рис. 1. Селекционные посевы ярового ячменя (Архангельский НИИСХ, 2016 г.)
Fig. 1. Breeding crops of spring barley (Arkhangelsk Res. Inst. of Agric., 2016)

Таблица 1. Характеристика высокопродуктивных образцов ячменя ярового в условиях Крайнего Севера (2014–2016 гг.; Котлас)

Table 1. Characteristics of high-yielding accessions of spring barley in the Extreme North environments (2014–2016; Kotlas)

Образцы	Год изучения	Урожайность, т/га	Отношение к стандарту Дина, %	Вегетационный период, дни	Масса 1000 зерен, г.	Густота стояния, шт.
Дина (стандарт)	2014	5,2	–	84	50,0	37
	2015	4,7	–	79	50,2	42
	2016	3,4	–	71	51,8	58
	среднее	4,4		79	51,0	45,6
к–036916 <i>Elrose</i> × <i>Tustofte Prenicelyg</i>	2014	6,4	123	84	49,2	45
	2015	5,8	123	80	51,1	67
	2016	4,4	129	73	50,1	56
	среднее	5,5	125	79	50,60	56
к–039982 { <i>Gardan</i> × (<i>Stange</i> × <i>Дина</i>)}	2014	6,2	119	84	45,5	40
	2015	6,1	130	70	51,7	63
	2016	4,3	126	69	48,1	37
	среднее	5,5	125	74	49,9	46,7
к–037396 (<i>Kara</i> × <i>Jo 0919</i>)	2014	7,1	137	88	51,0	63
	2015	6,6	140	79	52,5	53
	2016	3,9	115	73	51,7	66
	среднее	5,9	134	80	51,73	60,7
к–037120 (<i>Днепропетровский 85</i> × <i>Дина</i>)	2014	7	135	85	52,3	63
	2015	7,1	151	79	55,3	52
	2016	4,0	118	71	53,9	47
	среднее	6,0	136	78	53,83	54
НСР ₀₅ –	2014	0,57	–	–	–	–
	2015	0,82	–	–	–	–
	2016	0,72	–	–	–	–
	среднее	0,7	–	–	1,25	8,11

Длина вегетационного периода составила в 2014 г. от 81 до 84, в 2015 г. – от 70 до 79, в 2016 г. – от 69 до 73 дней.

В питомнике конкурсного сортоиспытания проведен структурный анализ (табл. 2).

Продуктивная кустистость – один из важных признаков, определяющих урожайность. Продуктивная кустистость – число продуктивных стеблей на одном растении – наиболее подвержена колебаниям в зависимости от условий среды, а также является наследственной особенностью сорта (Merezhko, 1982; Rodina, Schennikova, 2002; Huaz, 2005; Ieropova, 2007). В наших опытах средний показатель продуктивной кустистости по изученному материалу за годы изучения составил 2,5 стебля и варьировал незначительно от 1,7 (слабая) до 3,3 (средняя). В сочетании с высокой продуктивностью в благоприятные годы по метеоусловиям высокий стеблестой формировал образец к-036982 {*Gardan* × (*Stange* × *Дина*)}. Показатель продуктивной кустистости у образца к-037396 (*Kara* × *Jo 0919*) был стабилен.

Параметры колоса. Продуктивность колоса является комплексным признаком и находится в прямой зависимости от числа зерен и их крупности (Rodina, Shchennikova, 2002).

Крупность зерна, выраженная через массу 1000 зерен, является одним из важнейших элементов структуры урожая. На данный признак оказывают значительное влияние погодные условия, нарушение влагообеспеченности и минерального питания растений в период формирования и налива зерна. При неблагоприятных погодных условиях происходит приостановка налива зерна, в результате формируется мелкое, щуплое зерно.

Стабильность массы 1000 зерен отражает устойчивость растений к экстремальным условиям. Воздушные засухи в период налива зерна приводят к резкому снижению крупности зерна. Большое значение имеют наследственные особенности сорта. В наших опытах по данному показателю выделен образец к–037120 (см. табл. 1), что соответствует средней массе 1000 зерен по «Международному классификатору СЭВ»

(International classifier..., 1983) и значимо превышает стандартный сорт 'Дина'. Самый высокий показатель массы 1000 зерен отмечен в 2015 г.

Таблица 2. Показатели элементов структуры урожая высокопродуктивных образцов ярового ячменя (2014–2016 гг.; Котлас)

Table 2. Indicators of yield structure elements for high-yielding accessions of spring barley (2014–2016; Kotlas)

Образцы		Урожайность, т/га	Продуктивная кустистость, шт.	Длина колоса, см	Масса зерна с главного колоса, г	Плотность колоса, чл. на 4 см, шт.
Дина (стандарт)	2014	5,2	2,0	7,0	1,01	6,9
	2015	4,7	2,8	7,9	1,04	6,2
	2016	3,4	2,6	7,7	1,14	5,6
	среднее	4,43	2,5	7,53	1,06	6,23
к-036916 <i>Elrose</i> × <i>Tustofte Prenicelyg</i>	2014	6,4	2,0	7,6	0,92	6,4
	2015	5,8	2,5	8,6	1,07	5,7
	2016	4,4	2,5	8,8	1,19	5,3
	среднее	5,53	2,33	8,33	1,06	5,80
к-039982 { <i>Gardan</i> × (<i>Stange</i> × <i>Дина</i>)}	2014	6,2	3,3	6,7	0,99	7,3
	2015	6,1	2,9	6,8	0,98	6,7
	2016	4,3	2,9	7,2	1,07	6
	среднее	5,53	3,03	6,9	1,01	6,67
к-037396 (<i>Kara</i> × <i>Jo 0919</i>)	2014	7,1	2,6	7,5	0,81	6,3
	2015	6,6	2,6	8,1	1,18	6,0
	2016	3,9	2,6	6,9	1,05	5,9
	среднее	5,87	2,6	7,5	1,01	6,10
к-037120 (<i>Днепропетровский 85</i> × <i>Дина</i>)	2014	7,0	1,7	6,9	0,93	7,0
	2015	7,1	2,4	7,1	1,00	5,9
	2016	4,0	1,9	7,4	1,18	6,0
	среднее	6,03	2	7,13	1,04	6,30
НСР ₀₅		0,95	0,31	0,48	0,07	0,39

Длина колоса так же влияет на продуктивность сорта, является генотипическим признаком сорта и не сильно меняется по годам. В неблагоприятные по климатическим условиям годы длина колоса уменьшается. Длина колоса среди двурядных образцов варьировала от 6,8 до 8,8 см. По длине колоса выделился образец: к-036916 – *Elrose* × *Tustofte Prenicelyg* (рис. 2, 3).

Озерненность колоса зависит от типа колоса, который формирует растение. Число колосков в колосе – мало изменчивый признак, который определяется генотипом растения. Озерненность и продуктивность колоса имеют высокую степень связи друг с другом. Поэтому данному признаку следует оказывать большое внимание в селекцион-

ной работе при подборе пар для скрещивания. Число зерен в колосе за годы изучения так же варьировало незначительно от 19,0 до 23,2 зерен, в благоприятные годы этот показатель был выше, и разница с неблагоприятными по климатическим условиям годами составляла 2–3 колоска.

Показатель массы зерна с главного колоса и продуктивность одного растения имеют довольно тесную связь с урожаем

зерна с единицы площади. Заключение В. И. Громачевского (Gromachevsky, 1958; 1966) для ячменя и П. П. Лукьяненко (Lukyanenko, 1971) для пшеницы подтверждают важность данных признаков в селекции на урожай. Продуктивность колоса является комплексным признаком и находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе и их крупности. Минимальное значение массы зерна с колоса – 0,81 г, максимальное – 1,19 г.

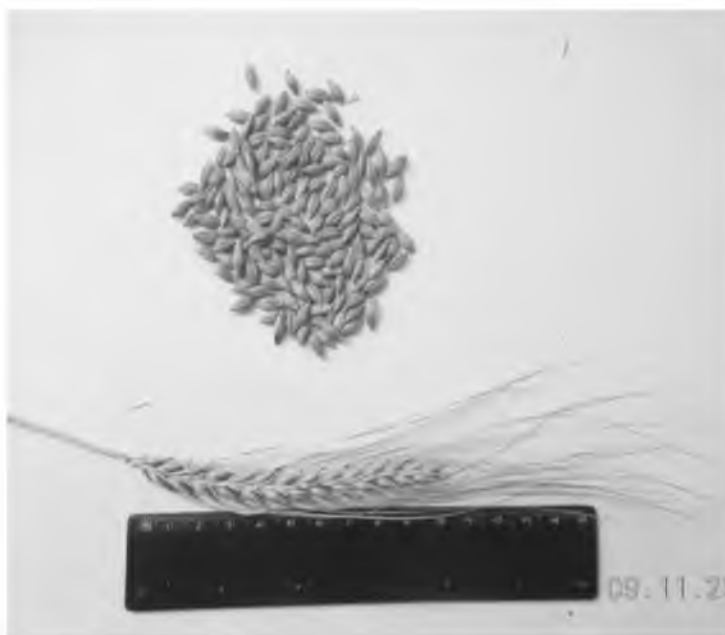


Рис. 2. Колос и зерно ярового ячменя к-036916

Fig. 2. Ear and grain of spring barley accession k-036916



Рис. 3. Растение ячменя к-036916

Fig. 3. A plant of barley accession k-036916

Все выделенные образцы по всем признакам соответствуют среднему показателю по «Международному классификатору СЭВ».

Плотность колоса – это сложный признак, который зависит от длины колоса и числа колосков в колосе. Этот показатель измеряется числом члеников колоса, укладываемых в 4 см. У двурядных ячменей плотность колоса варьировала от 5,3 до 7,3 чл. на 4 см. Плотность колоса, в зависимости от условий года менялась незначительно. По показателю плотность колоса выделился образец к-036982.

Структурный анализ показал, что, что у высокопродуктивных образцов отмечена незначительная амплитуда колебаний по всем показателям структуры урожая, очень больших отклонений от стандарта нет.

Проведен корреляционный анализ между урожайностью и признаками структуры урожая. В 2014 г. и 2015 гг. выявлена положи-

тельная корреляция между продуктивностью и массой 1000 зерен ($r = +0,51$). В 2016 г. выявлена значимая положительная корреляция продуктивности с продуктивной кустистостью ($r = +0,73$), длиной колоса ($r = +0,71$), массой 1000 зерен ($r = +0,60$) и длиной вегетационного периода ($r = +0,58$).

В результате проведенного анализа определено, что на урожайность в условиях Крайнего Севера влияет длина вегетационного периода, продуктивная кустистость и масса 1000 зерен (табл. 3).

При определении элементов структуры, обеспечивающих продуктивность ячменей, установлена существенная зависимость числа зерен в колосе с массой зерна с главного колоса, масса 1000 зерен с длиной колоса, с продуктивной кустистостью 1000 зерен. Установлена отрицательная корреляция между массой 1000 зерен и числом зерен в колосе.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между средними показателями элементами структуры урожая и продуктивностью ярового ячменя (2014–2016 гг.; Котлас)

Table 3. Correlation coefficients between the average indicators of yield structure elements and productivity of spring barley (2014–2016; Kotlas)

	Густота стояния	Масса 1000 зерен	Продуктивная кустистость	Длина колоса	Число зерен в колосе	Масса зерна с главного колоса	Плотность колоса	Вегетационный период
Урожайность	0,20	0,64	0,72	0,13	-0,09	-0,07	-0,14	0,69
Масса 1000 зерен			0,50	0,76	-0,78	-0,62	-0,32	0,34
Продуктивная кустистость				0,57	-0,32	-0,13	-0,30	0,05
Длина колоса					-0,39	-0,17	-0,49	0,11
Число зерен в колосе						0,92	0,20	-0,25
Масса зерна с главного колоса							0,06	-0,36
Плотность колоса чл. на 4 см								0,43

Отмечена отрицательная корреляция плотности колоса почти со всеми признаками структуры урожая.

Из результатов корреляционного анализа видно, что такие элементы структурного анализа как продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, длина колоса и длина вегетационного периода, имеют значимую корреляционную зависимость. Эти элементы структуры урожая повышают продуктивность сорта в наших условиях. Таким образом, отбор наиболее ценных в хозяйственном отношении растений можно проводить не только по прямым, но и по косвенным признакам.

Заключение

В результате многоступенчатой внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором Архангельским НИИСХ созданы продуктивные образцы двурядного ярового ячменя. Использование корреляционного анализа позволило выявить приоритетные признаки структуры урожая для селекции в условиях Крайнего Севера РФ: скороспелость, продуктивная кустистость и масса 1000 зерен.

References/Литература

- Gromachevsky I. V.* Breeding and seed production of gray bread // Bulletin Krasnodar research Institute of agriculture, 1958, vol. 2–3, pp. 71–76 [in Russian] (*Громачевский В. И.* Селекция и семеноводство серых хлебов // Бюлл. научн.-техн. инф. Краснодарского НИИСХ. 1958. Вып. 2–3. С. 71–76).
- Gromashevsky V. I.* The Results of breeding winter wheat and spring barley in 50 years (1914–1964) in the Krasnodar Region. // Bulletin Krasnodar research Institute of agriculture, 1966, vol. II, pp. 71–94 [in Russian] (*Громачевский В. И.* Итоги селекции озимого и ярового ячменя за 50 лет (1914–1964) в Краснодарском Крае // Бюлл. научн.-техн. инф. Краснодарского НИИСХ. 1966. Вып. II. С. 71–94).
- Dospichov B. A.* Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p. [in Russian] (*Доспехов В. А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).
- Ieronova V.* comprehensive assessment and selection of ecologically flexible forms of barley for the conditions of the Tyumen region. // Abstract of Diss. ... Cand. Agricultural Sciences. Tyumen, 2007, 23 p. [in Russian]. (*Иеронова В. В.* Комплексная оценка и подбор экологически пластичных форм ячменя для условий Тюменской области // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Тюмень, 2007. С. 7–23).
- Lukyanenko P. P.* On the acceleration of breeding new varieties of crops // Breeding and seed pro-

- duction, 1971, no. 4, pp. 11–12 [in Russian] (*Лукьяненко П. П.* Об ускорении селекции новых сортов зерновых культур // Селекция и семеноводство. 1971. № 4. С. 11–12).
- Lukyanova M. V., Rodionova N. A., Trofimovskaya A. Ya.* Guidelines for the study of world collection of barley and oats. Leningrad: VIR, 1973, 29 p. [in Russian] (*Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я.* Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л.: ВИР, 1973. 29 с.).
- International classifier of COMECON (genus Hordeum L.)* Leningrad: 1983, 53 p. [in Russian] (*Международный классификатор СЭВ (род Hordeum L.)* Л.: 1983, 53 с.).
- Merezhko V. E.* Photoperiodic response of barley and its inheritance // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1982, vol. 73, iss. 1, pp. 28–36 [in Russian] (*Мережко В. Е.* Фотопериодическая реакция ячменя и особенности ее наследования // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1982. Т. 73. Вып. 1. С. 28–36).
- Rodina N. A., Shchennikova I. N.* The use of the world gene pool VNIIR them. N. And. Vavilov in breeding barley for resistance to acidic soils. // Health – nutrition – biological resources. Vol. 1. – Kirov, 2002, pp. 238–244 [in Russian]. (*Родина Н. А., Щенникова И. Н.* Использование мирового генофонда ВНИИР им. Н.И.Вавилова в селекции ячменя на устойчивость к кислым почвам. // Здоровье – питание – биологические ресурсы. Т. 1. Киров, 2002. С. 238–244).
- Ryndin S. N.* Assessment of initial material in breeding barley and the influence of growing methods on yield and quality of grain in forest-steppe of the Average Volga region // The Dissertation ... Cand. of Agricultural Sciences: 06.01.05, 06.01.09. Penza, 2002, 179 p. [in Russian] (*Рындин С. Н.* Оценка исходного материала в селекции ячменя и влияние приемов выращивания на урожай и качество зерна в лесостепи Среднего Поволжья // Диссертация ... канд. с.-х. наук: 06.01.05, 06.01.09. Пенза, 2002. 179 с.).
- Trofimovskaya A. Ya., Luk'yanova M. V.* Problems of barley breeding // Bulletin of VIR. – 1986. Iss. 44–45. pp. 56–57 [in Russian] (*Трофимовская А. Я., Лукьянова М. В.* Проблемы селекции ячменя // Бюлл. ВИР. 1986. Вып. 44–45. С. 56–57).
- Hramyisheva L. I.* Study of the elements of the yield structure of barley with the aim of creating highly productive source material // In: Breeding, seed production and cultivar agrotechnics of agricultural crops. Leningrad, 1979, pp. 82–87 [in Russian] (*Храмышева Л. И.* Изучение элементов структуры урожая ячменя с целью создания высокопродуктивного исходного материала // В кн.: Селекция, семеноводство и сортовая агротехника с.-х. культур. Л., 1979. С. 82–87).
- Huaz S. H.* Physiological characteristics of the main and lateral shoots of two-rowed varieties of barley in connection with productivity // Abstract Dis. ... Kand. of Agricultural Sciences. St. Petersburg, 2005, 18 p. [in Russian] (*Хуаз С. Х.* Физиологические характеристики главного и боковых побегов у сортов двурядного ячменя в связи с продуктивностью // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2005. 18 с.).