

## Генетические основы и приемы селекции

УДК 633.16:631.524.84:631.523.4

### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ (*Hordeum vulgare* L.) РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ**

**А.В. ЖЕЛЕЗНОВ, Н.Б. ЖЕЛЕЗНОВА, Т.В. КУКОЕВА, Н.В. БУРМАКИНА**

В условиях лесостепи Новосибирской области у 273 образцов ячменя посевного различного географического происхождения определяли общую и продуктивную кустистость, длину и плотность колоса, высоту растений, число и массу семян с одного растения, массу 1000 семян. Показана географическая изменчивость образцов по признакам структуры урожая, выявлены особенности образцов из разных географических областей. Обнаружены перспективные для селекции образцы, сочетающие высокие показатели по двум-трем, а иногда и четырем элементам структуры урожая.

**Ключевые слова:** ячмень посевной, коллекция, структура урожая, образец, исходный материал, признак, изменчивость, структурный анализ.

**Keywords:** *Hordeum vulgare*, collection, structure of yield, sample, initial material, trait, variability, structural analysis.

Под структурой урожая принято понимать совокупность элементов, определяющих продуктивность растений. Для колосовых культур, например ячменя, к элементам структуры урожая относится среднее число колосоносных стеблей, число зерен в одном колосе и масса 1000 зерен (1). Эти элементы генетически детерминированы и наследуются в основном как полигенные признаки. На развитие колоса оказывают эффект метеорологические условия, агротехнические приемы, другие факторы. В формирование продуктивности вносят совместный вклад различные органы растения, поэтому значительное внимание уделяется изучению их взаимовлияния на тот или иной ее элемент. Данные как по общей продуктивности, так и по ее отдельным элементам представляют большой интерес в селекции: научившись определять ближайшие составляющие сложного признака, можно применять эти оценки при характеристике исходного материала, подбирая пары для гибридизации (2). Значение анализа элементов структуры урожая при изучении исходного материала особо подчеркнуто в работе Р.А. Цильке (3).

Сорта, которые получают в определенных климатических и агроэкологических условиях, могут существенно различаться по элементам продуктивности. Это несходство выявляется при оценке коллекций, состоящих из образцов неодинакового географического происхождения. Н.И. Вавилов, рассматривая географическую изменчивость в связи с исследованиями происхождения видов, отмечал также перспективность ее использования для расширения возможностей селекции. Он писал, что имеющийся огромный сортовой материал, собранный в различных странах, позволяет поставить заново проблему по применению географических скрещиваний (4).

Цель настоящего исследования — оценить коллекцию образцов ячменя по элементам структуры урожая, выявить формы с высокими показателями и установить географические области сосредоточения таких образцов.

**Методика.** Элементы продуктивности изучали у 273 образцов ячменя различного географического происхождения. Коллекционные образ-

цы получили из Всероссийского НИИ растениеводства (ВИР, г. Санкт-Петербург) и пересевали в течение нескольких лет в условиях лесостепи Новосибирской области. Последний посев, урожай которого использовался для структурного анализа, осуществили в 2007 году. За исходные данные брали средние значения каждого признака в урожаях 2007 и 2008 годов. Оценивали общую (а) и продуктивную (б) кустистость, длину колоса (в), плотность колоса (г), высоту растений (д), число семян с одного растения (е), массу семян с одного растения (ж), массу 1000 семян (з). Полевые наблюдения, измерения и структурный анализ проводили по методике ВИР (5). Градации признаков описаны в соответствии с дескрипторами из Международного классификатора СЭВ (род *Hordeum* L.) (6).

Достоверность различий между средними значениями оценивали по *t*-критерию Стьюдента, коррелятивные связи — по Г.Ф. Лакину (7).

**Результаты.** Сложные взаимоотношения таких признаков, как общая и продуктивная кустистость, которые влияют друг на друга на разных этапах онтогенеза, подтверждаются многочисленными экспериментальными данными (2, 8, 9). В пользу этого взаимовлияния также свидетельствуют два выявленных нами факта (табл. 1). Во-первых, величина отношения числа продуктивных побегов к общему числу побегов у подавляющей части изученных образцов находилась в пределах 0,5-0,6, что, по-видимому, оптимально для ячменя. Во-вторых, между показателями продуктивного и общего кущения имеется высокий коэффициент корреляции (по нашим расчетам, он равнялся  $0,73 \pm 0,12$ ). В среднем по всем образцам общая кустистость составила 4,6, продуктивная — 2,7 побега на растение (см. табл. 1), то есть большинство образцов можно отнести к группе со средней кустистостью. Изменчивость этих признаков была невысокой, на что указывают пределы значений и коэффициенты вариации показателей. Наибольшее варьирование наблюдалось в группе образцов из некоторых регионов России. Коэффициенты изменчивости (*Cv*) признака общей кустистости для образцов из Уральского и Западносибирского регионов достигали 32 %, тогда как для зарубежных образцов составили только 20-25 %. Существенные отличия от средних значений по общей кустистости были выявлены у форм из Мексики, Финляндии и Приморского края, по продуктивной — у образцов из Швеции, Белоруссии и Германии, однако при этом абсолютные значения показателей были ниже средних по всем образцам. Поэтому при поисках форм с высокой общей или продуктивной кустистостью нет необходимости отдавать предпочтение образцам из той или иной географической области. Единственным источником разнообразия по общей и продуктивной кустистости у ячменя пока остается межсортовая (межпопуляционная) изменчивость, хотя ее размах невелик. По нашим данным, к лучшим по общей и продуктивной кустистости относятся образцы к-29006 из Эстонии, к-29349 и к-23899 из Швеции, к-29548 и к-23784 из Украины, к-22338 из Канады, к-22342 из США, к-29342 из Казахстана, к-25298, к-08306, к-24470, к-26740, к-30121 из России, а также сорта Ача из России (Новосибирская обл.), Винер из России (Кировская обл.), Thual из США (Аляска).

**1. Изменчивость образцов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) различного географического происхождения по общей и продуктивной кустистости (Новосибирская обл., 2007-2008 годы)**

Район происхождения	n	Общая кустистость, шт.			Продуктивная кустистость, шт.		
		$\bar{X} \pm x$	от-до	<i>Cv</i> , %	$\bar{X} \pm x$	от-до	<i>Cv</i> , %
Северная Америка: Аляска	5	4,8±0,2	4,1-5,5	11,7	3,5±0,7	2,7-4,6	21,6

Канада	17	4,6±0,2	3,4-6,3	20,9	2,8±0,1	1,7-4,5	22,8
США	23	4,5±0,2	2,8-6,2	20,6	2,6±0,1	1,6-4,1	23,7
Мексика	17	3,9±0,2**	2,7-5,4	17,0	2,5±0,1	1,9-3,5	23,8
Европа:							
Швеция	22	4,3±0,2	3,0-5,7	20,1	2,3±0,1**	1,4-3,1	19,1
Финляндия	15	3,9±0,2**	2,6-6,2	25,0	2,6±0,2	1,5-3,7	23,7
Украина	21	4,4±0,2	2,2-6,9	22,5	2,7±0,2	1,2-5,1	22,2
Белоруссия	18	4,3±0,2	3,2-6,4	23,0	2,4±0,1*	1,6-4,2	26,2
Германия	9	4,9±0,3	3,7-6,4	16,8	3,0±0,1*	2,5-3,6	14,7
Польша + Чехия	8	4,8±0,2	3,6-5,8	14,4	2,6±0,3	1,7-3,9	27,8
Франция	12	4,5±0,2	3,3-6,5	18,9	2,5±0,1	1,7-3,1	20,7
Великобритания	6	5,0±0,3	3,9-6,6	15,1	2,7±0,3	1,7-3,8	27,7
Россия:							
Северо-Западный район	9	5,0±0,4	4,0-7,7	26,3	3,3±0,3	1,7-5,2	30,3
Волго-Вятский район	4	4,8±0,6	3,4-6,1	25,9	2,5±0,7	1,7-3,4	27,4
Уральский район	5	5,8±0,8	3,5-7,7	32,6	3,6±0,5	1,9-5,1	32,2
Западная Сибирь	19	5,4±0,4	3,1-9,0	32,6	3,0±0,3	1,7-6,3	38,6
Восточная Сибирь	24	4,3±0,2	2,3-6,3	25,7	2,6±0,1	1,5-4,3	27,2
Приморский край	4	3,8±0,1***	3,5-4,0	6,9	2,2±0,3	1,8-2,6	15,2
Якутия	11	4,1±0,2*	2,5-5,3	19,5	2,5±0,2	1,5-4,3	32,1
Северный Кавказ	7	5,2±0,4	3,9-6,9	23,2	2,7±0,3	2,0-4,1	27,1
Казахстан	10	4,7±0,2	3,6-5,4	13,7	2,9±0,2	2,4-3,1	17,3
Среднее		4,6±0,1	3,8-5,8		2,7±0,1	1,2-6,3	

\*, \*\* и \*\*\* Соответственно  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ .

Колос у растений ячменя выполняет различные функции. Именно в колосе формируются репродуктивные органы и зерно, происходят фотосинтетические процессы, осуществляется перераспределение органических веществ. Видимо, поэтому некоторые селекционеры ведут отбор по размерам колоса (10, 11). Наши исследования показали (табл. 2), что амплитуда изменчивости по длине колоса у образцов разного географического происхождения была незначительной. От среднего значения анализируемый показатель достоверно отличался у форм из Финляндии и некоторых регионов России (Западная Сибирь, Северный Кавказ), но при этом его абсолютная величина была меньше среднего значения. Исключение составили образцы из Западной Сибири, у которых длина колоса на 0,8 см больше среднего показателя (5,9 см). Изменчивость указанного признака в пределах каждой географической области значительно различалась. Так, если для образцов из Мексики  $C_v$  равнялся 38,2 %, то для английских образцов он составил только 7,1 %. Отсюда следует, что в качестве исходного материала надо привлекать образцы из тех стран, где отмечается наибольшая вариабельность по длине колоса. По нашим данным, к таким странам относятся Мексика, Швеция и Казахстан. В то же время среди форм из других стран также выделились длинноколосые: к-21661, к-29422, к-23875, к-28969, к-29192 (Канада); к-24605, к-29422 (США); к-29220, к-29548, к-23784 (Украина); к-29339 (Белоруссия); к-29619 (Польша); к-29051 (Чехия); к-29004, к-21680 (Франция); к-29287, к-29283 (Дания); к-19417 (Московская обл.); к-21694 (Свердловская обл.); к-27051, к-24709 (Новосибирская обл.); к-20916 (Бурятия); к-08306 (Иркутская обл.); к-27649 (Красноярский край). Крупный колос (длиной более 8 см) имели сорта Винер (Кировская обл.), Thual (Аляска), а также образцы Т-4 и Т-39 из Челябинской области.

Наряду с длиной колоса значительный интерес представляют сортовые различия по плотности колоса, которая определяется подсчетом числа члеников на 4 см длины колоса. В наших исследованиях средняя плотность колоса по всем образцам составила 11,1 членика. Это означает, что большая часть изученных образцов принадлежала к группе с низкой плотностью. В то же время образцы из некоторых географических зон достоверно отличались от остальных по этому признаку (см. табл. 2). К

таким зонам относились Белоруссия, Германия и Великобритания (показатель плотности колоса — 12-13 члеников на 4 см длины колоса). В пределах страны коэффициент вариации образцов был небольшим и составил 3-18 % (за исключением форм из Аляски), что свидетельствует об их высокой однородности по плотности колоса. Наибольшее разнообразие по тестируемому признаку отмечали у форм из Аляски, Швеции, Финляндии и Белоруссии. В то же время выявленные пределы изменчивости признака показали, что среди образцов из некоторых стран имеются формы как с низкой (10-11 члеников), так и со средней (13-14 члеников) и даже высокой (15-17 члеников) плотностью колоса. К таким образцам можно отнести следующие: к-29006, к-28042, к-29472 (Эстония); к-27492 (Канада); к-29163, к-23899, к-25910 (Швеция); к-29175 (Франция); к-27416 (Нидерланды); к-29276 (Чехия); к-29582 (Великобритания); к-27563, к-29296 (Финляндия); к-83732, к-83737 (Белоруссия); к-29009, к-29345, к-19829, к-29723, к-21872 (Россия).

## 2. Изменчивость образцов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) различного географического происхождения по длине и плотности колоса, а также по высоте растений (Новосибирская обл., 2007-2008 годы)

Район происхождения	n	Длина колоса, см			Плотность колоса, шт.			Высота растений, см		
		$\bar{X} \pm x$	от-до	Cv, %	$\bar{X} \pm x$	от-до	Cv, %	$\bar{X} \pm x$	от-до	Cv, %
Северная Америка:										
Аляска	5	5,0±0,5	4,1-5,5	11,7	9,0±1,1	3,4-11,7	33,9	58,4±0,6***	57,3-59,6	1,9
Канада	17	4,6±0,2	3,4-6,3	12,4	10,6±0,3	9,7-14,4	10,8	90,2±3,2**	67,2-100,1	13,2
США	23	5,6±0,2	4,1-8,1	15,9	10,6±0,2	9,3-13,9	8,9	87,2±2,4**	60,8-107,9	12,2
Мексика	17	5,7±0,5	2,5-12,3	38,2	10,1±0,4	5,7-11,8	15,1	78,0±2,6	57,5-99,2	17,6
Европа:										
Швеция	22	6,4±0,5	2,3-14,8	37,2	11,2±0,4	4,6-14,5	18,7	71,3±1,5	62,2-83,8	9,2
Финляндия	15	5,0±0,2***	5,2-6,3	15,7	11,0±0,5	9,6-17,0	17,2	78,3±3,4	60,5-96,2	15,5
Украина	19	5,8±0,3	2,1-7,8	22,7	10,8±0,3	5,4-12,8	13,6	73,7±1,8	60,8-89,3	10,7
Белоруссия + Эстония	20	5,6±0,2	4,3-7,6	14,5	13,0±0,5**	9,9-17,5	17,7	72,7±2,0	61,3-85,6	11,3
Германия	9	5,9±0,2	4,8-6,7	8,5	11,9±0,1**	11,9-13,0	4,0	65,3±2,3**	57,2-77,6	10,5
Польша + Чехия	8	6,4±0,3	5,2-7,7	13,5	11,7±0,3	10,6-13,8	8,8	69,0±2,8	55,7-84,2	12,3
Франция + Дания	14	6,1±0,2	5,1-7,5	11,3	11,5±0,2	10,2-13,5	8,7	71,6±2,4	57,7-93,3	12,7
Великобритания	6	5,9±0,2	5,3-6,3	7,1	12,6±0,7*	10,8-16,0	13,9	61,2±1,1	58,6-66,1	4,5
Россия:										
Северо-Западный район	9	5,8±0,3	4,3-6,8	13,5	11,4±0,4	9,5-13,9	12,3	71,0±8,1	54,8-80,0	19,5
Волго-Вятский район	7	6,3±0,6	5,0-8,5	21,7	10,1±0,4*	9,7-10,7	3,6	76,0±2,9	63,5-85,1	10,3
Уральский район	7	6,7±0,5	4,9-8,7	21,2	11,3±0,2	10,4-12,3	6,0	79,2±4,0	57,0-89,3	11,4
Западная Сибирь	19	6,7±0,3*	5,7-9,6	17,9	10,8±0,2	9,3-12,7	9,6	85,7±2,9***	72,5-102,5	12,8
Восточная Сибирь	25	5,9±0,2	3,1-7,4	17,7	10,5±0,3	6,0-13,6	13,5	82,3±3,2*	56,4-101,9	16,8
Приморский край	4	6,1±0,3	5,5-6,9	10,4	11,4±0,6	10,0-13,0	10,9	62,8±2,0***	57,6-67,5	6,5
Якутия	10	5,9±0,4	4,5-8,5	21,3	11,5±0,7	9,2-16,7	19,3	79,7±3,0	69,9-88,3	20,3
Северный Кавказ	7	5,3±0,2*	4,6-6,4	11,4	11,5±0,5	10,5-13,7	10,5	67,9±4,4	56,8-94,7	13,5
Казахстан	10	5,7±0,5	3,1-9,6	30,2	10,7±0,3	8,7-12,2	10,0	76,5±3,5	60,6-90,4	15,7
Среднее		5,9±0,1			11,1±0,2			74,2±1,8		

\*, \*\* и \*\*\* Соответственно  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ .

Высота растений не относится к элементам продуктивности, но явно связана с последней. В ряде работ (2, 10-12) показано, что высокорослые сорта имеют более низкий выход зерна, чем короткостебельные: у высокостебельных сортов значительная часть питательных веществ затрачивается на прирост вегетативных органов, а не на формирование зерна. К тому же высокорослые сорта ячменя менее устойчивы к полеганию по сравнению с низкорослыми. Поэтому при разработке модели будущего сорта необходимо четко знать, какую высоту должны иметь растения. В наших опытах средняя высота растений составила 74,2 см. Однако у образцов из ряда стран этот показатель достоверно отличался от общего среднего. Наиболее низкорослыми оказались формы из Германии, Аляски и Приморского края России: их высота варьировала от 58,4 до 65,3 см. Высокососые образцы (80-90 см) были сосредоточены в Канаде, США, Западной и Восточной Сибири. Изменчивость по признаку высота расте-

ния в пределах каждого региона была небольшой. Самый высокий коэффициент вариации (20 %) отмечали у форм из Якутии, для остальных  $C_v$  находился в пределах 10-16 %.

Нам удалось выявить образцы как с низким, так и с высоким показателем по тестируемому признаку. К категории низкорослых были отнесены к-27497 (Аляска); к-24634 (США); к-28089 (Мексика); к-25910, к-21989, к-29350 (Швеция); к-29296 (Финляндия); к-29141, к-0128802, к-29650, к-29200 (Украина); к-29006, к-28042 (Эстония); к-29323, к-29205 (Белоруссия); к-29432, к-29431 (Германия); к-29278, к-28337 (Чехия); к-29175 (Франция); к-220007, к-29317 (Дания); к-28918, к-29582, к-22322 (Великобритания); к-28163, к-28933, к-16955, к-26740 (Россия); к-27379 (Киргизия); к-28015 (Казахстан). К высокорослым (растения высотой более 110 см) относятся к-22342 (Аляска); к-23983, к-26246 (Канада); к-29422 (США); к-21694 (Россия).

### 3. Изменчивость образцов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) различного географического происхождения по числу и массе семян с одного растения, а также массе 1000 зерен (Новосибирская обл., 2007-2008 годы)

Район происхождения	n	Число семян с одного растения, шт.			Масса семян с одного растения, г			Масса 1000 семян, г		
		$\bar{X} \pm x$	от-до	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm x$	от-до	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm x$	от-до	$C_v, \%$
Северная Америка:										
Аляска	4	116,6±20,7	79,0-162,7	35,6	3,9±0,6*	2,3-5,4	33,1	32,7±4,3	24,2-41,4	26,4
Канада	10	96,5±8,7**	41,0-136,0	28,7	3,7±0,4**	1,7-5,1	34,8	37,7±1,1*	30,3-43,2	9,2
США	24	74,6±6,8	25,0-141,0	44,9	2,6±0,2	1,2-5,4	43,0	35,5±1,2	24,3-51,4	16,4
Мексика	15	72,9±4,7	36,0-105,8	25,1	3,0±0,5	0,9-9,9	67,8	34,1±1,2**	19,2-39,4	14,3
Европа:										
Швеция	21	42,6±4,9*	15,0-102,0	52,5	1,7±0,2*	0,4-3,7	56,1	40,2±1,9	16,9-51,4	22,0
Финляндия	15	75,0±7,5	27,0-121,1	38,6	2,7±0,3	0,9-4,7	38,5	37,5±1,2	29,6-44,2	12,9
Украина	18	46,1±4,9	20,0-89,1	45,5	1,9±0,2	0,6-3,6	48,4	40,6±1,7	22,5-50,2	18,3
Белоруссия + Эстония	18	50,0±7,8	18,0-118,4	66,5	1,9±0,2	0,7-4,2	55,2	40,4±1,5	29,2-49,2	15,7
Германия	10	41,0±6,1*	25,0-92,4	46,8	1,5±0,1**	0,7-2,5	32,4	38,9±2,9	23,8-51,6	23,7
Польша + Чехия	7	38,9±5,8**	19,5-51,5	26,2	1,6±0,2*	0,9-2,2	26,0	43,6±1,8*	36,8-48,7	11,3
Франция + Дания	14	34,4±3,3***	14,0-50,0	35,7	1,4±0,2**	0,4-2,3	44,2	42,7±1,4*	31,5-50,0	12,6
Великобритания	5	45,1±4,8	29,0-54,0	23,7	1,7±0,1*	1,2-2,0	18,4	37,7±2,4	30,2-43,6	14,3
Россия:										
Северо-Западный район	3	106,7±6,3***	94,2-114,2	10,2	3,6±0,3*	3,0-4,1	15,8	35,3±4,1	27,3-40,7	20,0
Волго-Вятский район	7	63,7±11,2	25,0-111,7	46,5	2,4±0,4	1,0-4,1	45,0	39,0±2,6	28,9-49,6	17,4
Уральский район	6	49,8±9,3	21,5-75,0	45,7	2,2±0,3	1,0-3,0	37,5	42,0±1,9	35,5-48,1	11,1
Западная Сибирь	19	63,8±6,4	13,5-103,0	43,9	2,4±0,2	0,6-4,2	34,4	39,2±1,5	27,5-53,7	16,7
Восточная Сибирь	25	50,8±4,8	18,5-104,9	46,9	1,9±0,3	0,8-3,5	48,4	37,0±1,5	20,7-54,0	20,9
Приморский край	4	48,7±7,6	36,0-70,0	31,3	2,1±0,4	1,6-3,3	36,3	43,3±1,4*	41,1-46,3	6,3
Якутия	12	56,7±6,3	26,5-99,5	38,4	2,1±0,2	1,2-3,7	39,5	37,4±1,7	30,2-48,2	16,0
Северный Кавказ	6	31,0±2,6***	22,0-37,0	20,5	1,2±0,1**	0,5-1,6	31,6	40,8±1,9	33,9-45,1	11,5
Казахстан	11	44,5±3,8*	29,5-67,0	28,3	2,0±0,1	1,3-2,8	21,2	46,7±1,5***	37,4-53,7	11,0
Среднее		59,5±5,1			2,3±0,2			39,1±0,7		

\*, \*\* и \*\*\* Соответственно  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ .

Число зерен с растения — один из основных элементов структуры урожая. Этот признак находится под сильным влиянием условий выращивания. Однако наши данные (табл. 3) свидетельствуют о некоторой специфичности образцов ячменя по указанному признаку. Общая средняя величина анализируемого показателя составила 59,5 зерна на растение. Достоверно его величина отличалась от среднего значения у форм из Канады, Швеции, Германии, Чехии, Франции, Дании и Северо-Западного региона России. У образцов из Канады и северо-запада России число зерен на одно растение было почти в 2 раза больше. В то же время у форм из Швеции, Польши, Франции и Дании показатели, отличаясь от средних значений, были существенно ниже средних.

О широкой изменчивости образцов по каждой из стран свидетельствуют коэффициенты вариации, которые в ряде случаев достигали 46-66 %. Польша и Чехия, Германия, Эстония, Швеция отличались от ос-

тальных географических зон наиболее широким разнообразием образцов. Среди форм из некоторых стран имелись такие, которые давали более 100 зерен на одно растение. К ним мы отнесли к-26246, к-22338 (Канада); к-22341, к-22342, к-29422 (США); к-29293 (Финляндия); к-29409, к-25298, к-29009 (Россия).

Масса зерна с одного растения также представляет собой важный элемент продуктивности растений. По некоторым данным, масса зерен и их крупность взаимообусловлены (13, 14). По нашим наблюдениям, соответствующий средний показатель по всей коллекции составлял 2,3 г. Более высокую массу зерен имели образцы из Канады, Аляски и Северо-Западного региона России, поэтому их ценность не вызывает сомнения. Изменчивость образцов из каждой зоны происхождения по анализируемому признаку варьировала в широких пределах, о чем свидетельствует величина  $S_v$  (см. табл. 3). Значительная часть образцов может быть отобрана для использования в качестве исходного материала. К их числу относятся к-22338, к-26246, к-29193, к-29192 (Канада); к-29422, к-22342 (США); к-28076, к-28048 (Мексика); к-29804 (Белоруссия); к-27562 (Финляндия); к-29051 (Чехия); к-29103 (Швеция); к-29409, к-29009, к-27872, к-29723 (Россия).

Масса 1000 зерен — показатель их крупности и выполненности, поэтому относится к важным селекционным признакам. В наших исследованиях средняя масса 1000 зерен составила 39,1 г. Более крупным зерном (43–46 г) характеризовались образцы из Казахстана, Чехии, Франции и Приморского края России, поэтому формы из этих географических регионов в первую очередь должны быть использованы для селекционной работы с ячменем. Амплитуда изменчивости по регионам происхождения была небольшой (коэффициенты вариации составили 6,3–26,4 %). Наибольшая изменчивость наблюдалась у форм из Аляски, Германии, Финляндии и Северо-Западного региона России. Образцы демонстрировали довольно широкую изменчивость вне зависимости от географической зоны происхождения. К числу образцов с большой массой 1000 зерен можно отнести следующие: к-29658, к-21989, к-29004 (Франция); к-22342, к-27497, к-29609 (США); к-29342, к-29158, к-29005 (Казахстан); к-29193, к-27492 (Канада); к-28042 (Мексика); к-27408, к-27563, к-27562 (Финляндия); к-28042, к-29006 (Эстония); к-29103, к-29162, к-21989, к-29348 (Швеция); к-29051, к-21842 (Чехия); к-27379, к-27794 (Киргизия); к-29220, к-29465, к-29200 (Украина); к-29582 (Великобритания); к-24470, к-25075, к-29352, к-26740 (Россия). Согласно классификатору СЭВ, эти образцы можно отнести к категории со средней и высокой массой 1000 зерен.

При анализе распределения тестируемых показателей по образцам было обнаружено, что у 63,0 % из них превышение значений отмечали только по одному признаку продуктивности, у 25,2 % — по двум, у 9,0 % — по трем и у 2,8 % — по четырем признакам. Очевидно, между этими признаками существует какая-то связь. Меру этой связи мы попытались выразить через коэффициенты корреляции (табл. 4). Достоверные корреляции проявились между общей и продуктивной кустистостью ( $r = 0,73$ ), продуктивной кустистостью и числом зерен с одного растения ( $r = 0,40$ ), продуктивной кустистостью и массой зерна с одного растения ( $r = 0,43$ ), длиной колоса и массой зерна с одного растения ( $r = 0,47$ ), плотностью колоса и числом зерен с одного растения ( $r = 0,57$ ), плотностью колоса и массой зерна с одного растения ( $r = 0,60$ ), плотностью колоса и массой 1000 зерен ( $r = 0,40$ ), высотой растений и массой зерна с одного растения ( $r = 0,23$ ), числом зерен с одного растения и массой зерна с одного растения ( $r = 0,98$ ),

числом зерен с одного растения и массой 1000 зерен ( $r = 0,73$ ), массой зерна с одного растения и массой 1000 зерен ( $r = 0,65$ ). Полученные результаты согласуются с имеющимися в литературе данными, полученными, в частности, в Нечерноземной полосе России (15) и Западной Сибири (16). Установленные нами связи показывают, что продуктивность ячменя в основном определяется вышеперечисленными элементами структуры урожая, поэтому улучшение этих признаков может рассматриваться как перспективное направление.

#### 4. Корреляционная матрица (значения $r$ ) по элементам структуры урожая у растений ячменя (*Hordeum vulgare* L.) (Новосибирская обл., 2007-2008 годы)

Признак \ Признак	а	б	в	г	д	е	ж	з
а		0,73±0,20**	0,24±0,20	0,07±0,10	0,03±0,00	0,03±0,00	0,07±0,20	0,13±0,02
б			0,03±0,20	0,27±0,20	0,06±0,20	0,45±0,20*	0,43±0,20*	0,22±0,20
в				0,32±0,20	0,02±0,20	0,48±0,20*	0,47±0,20*	0,34±0,20
г					0,23±0,20	0,57±0,20**	0,60±0,10**	0,40±0,20*
д						0,16±0,20	0,23±0,05***	0,09±0,20
е							0,98±0,04***	0,73±0,10***
ж								0,65±0,20**
з								

Примечание. Описание признаков см. в разделе «Методика».

\*, \*\* и \*\*\* Соответственно  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ .

Таким образом, нами подтверждены различия в степени полиморфизма по признакам структуры урожая как у образцов из ряда географических областей и стран, так и в пределах вида *Hordeum vulgare* L. Изучение полиморфизма позволило установить границы изменчивости элементов структуры урожая или, по терминологии Н.И. Вавилова, дифференциал вида по этим признакам. Полученные нами данные в какой-то степени восполняют недостаточную изученность внутривидовой неоднородности *H. vulgare* L., что представляет интерес в связи с проблемой биологического разнообразия. Кроме того, они позволяют установить некоторые ориентиры для поиска форм с наиболее выраженными элементами структуры урожая, а также образцов, у которых наиболее выражены два, три и даже четыре этих элемента. Генетическая детерминированность признаков структуры урожая предполагает наличие их связей между собой, что подтверждается обнаруженными достоверными коэффициентами корреляции. Из этого следует, что для селекционного улучшения ячменя необходимо оптимальное сочетание элементов структуры урожая.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев Г.В., Мальченко В.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции и семеноводству. М., 1975.
2. Коновалов Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. М., 1981.
3. Цильке Р.А. Генетические основы селекции мягкой яровой пшеницы на продуктивность в Западной Сибири. Новосибирск, 2005.
4. Вавилов Н.И. Генетика на службе социалистического земледелия. Избр. тр. М.-Л., 1965: 262-287.
5. Трофимовская А.Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. М., 1980.
6. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. (подрод *Hordeum*). Л., 1983.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1968: 198-201.
8. Кумаков В.А., Алешин А.Ф. Роль побегов кушения в формировании урожая яровой пшеницы. Мат. науч.-метод. конф. по итогам работ сельскохозяйственных опытных учреждений Поволжья. Саратов, 1972: 198-200.
9. Шатилов Н.С., Ваулин А.В. Динамика ассимиляционной поверхности и роль отдельных органов растений в формировании урожая ячменя. Изв. ТСХА, 1972, 1: 35-45.
10. Грязнов А.А. Ячмень карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанай, 1996.

11. К а н д а у р о в В.И., М о в ч а н В.К. Активность отдельных органов пшеницы в период формирования и налива зерна. С.-х. биол., 1970, 5(1): 12-15.
12. Т а р ч е в с к и й И.А., И в а н о в а А.П., Ч и к о в В.Н., С у л е й м а н о в а А.Ю., А н д р и а н о в а Ю.Е. Особенности фотосинтеза и оттока ассимилятов у различных сортов яровой пшеницы. Тр. Татарского НИИСХ (Казань), 1974, 4: 315-319.
13. Р и д Д.А., В и б е Г.А. Таксономия, ботаника, классификация и мировая коллекция. В кн.: Ячмень. М., 1973: 113-154.
14. К о н о в а л о в Ю.Б., У д а л о в а В.А. Сила роста семян из различных частей колоса. Изв. ТСХА, 1965, 102: 229-233.
15. К о н о в а л о в Ю.Б., С и д о р е н к о В.С. Связь урожайности и продуктивности сортов ярового ячменя с элементами структуры урожая и другими показателями. Изв. ТСХА, 1990, 4: 74-81.
16. М у х о р д о в а М.Е., К а ч у р О.Т. Изменчивость и путевой анализ элементов продуктивности растений у гибридов F<sub>1</sub> пивоваренного ячменя. С.-х. биол., 2010, 1: 27-32.

Учреждение Российской академии наук  
Институт цитологии и генетики СО РАН,  
630090 г. Новосибирск-90, просп. Лаврентьева, 10,  
e-mail: zheleznov@bionet.nsc.ru

Поступила в редакцию  
13 июля 2010 года

## VARIABILITY OF BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) OF DIFFERENT GEOGRAPHIC ORIGIN BY THE ELEMENTS OF YIELD STRUCTURE

*A.V. Zheleznov, N.B. Zhelezнова, T.V. Kukoeva, N.V. Burmakina*

### S u m m a r y

In the conditions of forest-steppe of Novosibirskaya oblast' in 273 variants of *Hordeum vulgare* L. of different geographic origin the authors determined the total and productive tillering capacity, head length and density, plant height, seed number and mass of one plant, mass of 1000 seeds. The geographic variability of cultivars on parameters of yield structure was presented and the features of cultivars from different geographic regions were revealed. The prospective for breeding cultivars combined the high indices on two-three or, sometimes, four elements of yield structure were identified.

### **Вниманию читателей!**

**ПОДПИСКУ на журнал «Сельскохозяйственная биология» на 2012 год можно оформить через почтовое отделение**  
**Информация о нашем издании помещена в Объединенном каталоге «Российские и зарубежные газеты и журналы»**

**Индекс — 70804**

С 1989 года журнал выходит отдельными сериями:

- серия «Биология растений» (№№ 1, 3 и 5),
- серия «Биология животных» (№№ 2, 4 и 6).

Профиль журнала остается прежним.

**На журнал можно также подписаться через редакцию. Для этого необходимо перевести деньги на расчетный счет редакции**

- ✉ Институты и организации перечисляют деньги на счет редакции.
- ✉ Индивидуальные подписчики почтовым переводом перечисляют деньги на счет редакции. Квитанцию с указанием точного адреса (индекс обязателен), на который нужно выслать журнал, необходимо переслать в редакцию.
- ✉ Стоимость подписки на I полугодие — 484 руб. за один номер с учетом НДС 10 %.

**Срок подписки не ограничен**

**Банковские реквизиты редакции:**

**Получатель — ИНН 7708051012**

Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология»,  
Марьиноорошинское ОСБ 7981, г. Москва, р/с 40703810638050100603

**Банк получателя — Сбербанк России ОАО, г. Москва, БИК 044525225,  
к/с 30101810400000000225**

**Адрес редакции:**

127434 г. Москва, Дмитровское ш., д. 11, офис 343, журнал «Сельскохозяйственная биология»

**Адрес в Интернете:** [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru)

**E-mail:** [agr.biologia@mtu-net.ru](mailto:agr.biologia@mtu-net.ru), [agrobiol@mail.ru](mailto:agrobiol@mail.ru)