

По усреднённым данным за три года изучения высокую полевую всхожесть и выживаемость продемонстрировали Arni 7 (к-25783, Германия, var. *pallidum*) и С. I. 11071 (к-3071, Перу, var. *parallelum*). Большой стабильностью признаков в меняющихся условиях окружающей среды характеризовался образец С. I. 11071 (CV=2,80%) по сравнению с Arni 7 (CV=19,07%) (прил. 5).

Таким образом, влияние генотипа и метеорологических условий вегетационных периодов отразилось на показателях всхожести семян, а также дальнейшем росте и развитии растений ячменя, что свидетельствует о неодинаковой способности генотипов адаптироваться к меняющимся факторам среды.

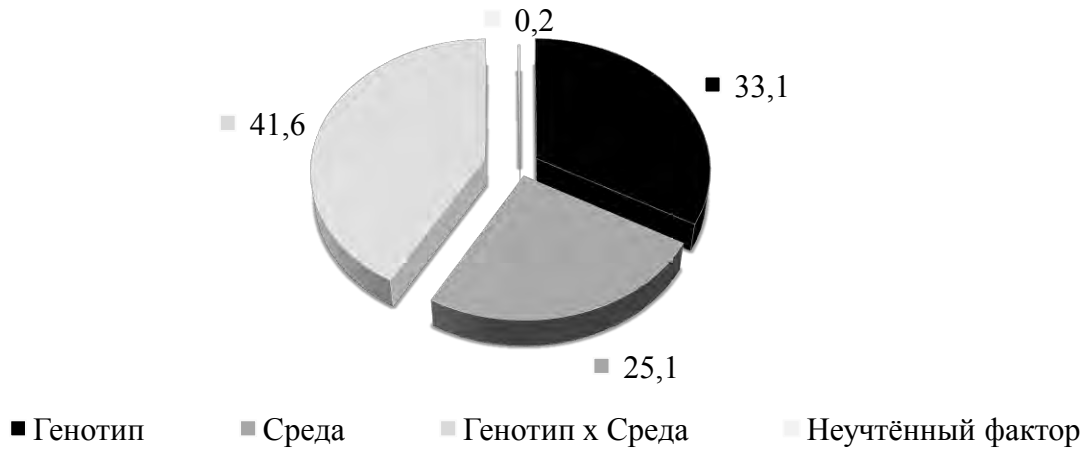
На основании корреляционного анализа установлено, что взаимосвязь полевой всхожести семян с урожайностью была средней в 2015, 2016 и 2015-2017 гг. ( $r=0,48$ ;  $0,33$ ;  $0,39$ , соответственно) и слабой в 2017 году ( $r=0,24$ ).

Статистическая обработка экспериментальных данных является неотъемлемой частью научных исследований.

Для оценки влияния изучаемых факторов на резульативный признак и выявления наиболее значимых среди них применяется статистический метод дисперсионного анализа, сущность которого заключается в разложении общей суммы квадратов отклонений и совокупного числа степеней свободы на отдельные составляющие, при этом оценка значимости действия и взаимодействия изучаемых факторов происходит по  $F$ -критерию (Кадычegov, Бородыня, 2011; Доспехов, 2014).

В наших расчётах под фактором «генотип» понимаем генетические особенности каждого из изученных коллекционных образцов ячменя. Фактор «среда» отражает метеорологические особенности исследуемых вегетационных периодов.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа нами установлены различия по силе влияния факторов на полевую всхожесть семян. В большей степени данный признак зависит от взаимодействия генотипических особенностей с метеорологическими условиями вегетационных периодов – 41,6% (рис. 6).



Результаты дисперсионного анализа по полевой всхожести семян

Источник варьирования	df	mS	Fфакт.
A (генотип)	145	831,08	897,79*
B (среда)	2	45712,40	49381,41*
A x B	290	523,57	565,60*
Неучтённый фактор	876	0,92	-

Примечание: df – степень свободы; mS – средний квадрат; F факт. – фактическое значение критерия Фишера; варианса достоверна при 95% уровне значимости: \* –  $P < 0,05$ .

Рисунок 6 - Доля влияния факторов на полевую всхожесть семян ячменя, % (2015-2017 гг.).

### 3.2. Высота и устойчивость растений ячменя к полеганию

В настоящее время, одной из распространённых проблем хлебных злаков является частое полегание посевов, способное привести к значительному снижению их продуктивности и урожая в целом. Считается, что высота растений находится в тесной зависимости с устойчивостью к полеганию, и сорта с короткой соломиной устойчивее к данному явлению, чем растения с длинной (Сурин, Ковригина, 2010; Репко и др., 2017).

В связи с этим, в западноевропейской селекции широкое распространение получило использование генов короткостебельности при выведении новых низкорослых сортов, при этом данный путь приемлем в селекции сортов в зонах достаточного увлажнения и орошаемого земледелия (Звейнек, 2006).

При включении в селекционно-генетические программы источников, обладающих карликовыми свойствами у получаемых растений, нередко наблюдается значимое уменьшение размеров большинства органов, а также возможно сниже-

ние продуктивности. А.А. Донцова (2015) приводит сведения о ряде типов карликовости ячменя, которые являются рецессивными мутациями: брахитичный (*brn*); курчавый (*cur*); вегетативный (*dwf*); многоузлый (*mnd*); мелкий (*min-en-min*); узколистный (*nld*); полукарлики *uzu* (*uz*); *Bikini*, мутанты сложной группы (*com*); слабые карлики (*sld*).

Впервые гены короткостебельности *Rht-Blb* и *Rht-Dlb* из японского сорта пшеницы *Norin10* были использованы Н.Э. Борлаугом. В совместной работе Л.Н. Ковригиной и А.В. Заушинценой (2010), освещается ряд исследований, в которых показано успешное применение полукарликов, при создании устойчивых к полеганию генотипов, а также выявлены гены короткостебельности: *br*, (в коротком плече хромосомы 1 у сорта *Brachytic*); *G. P. ert* (в коротком плече хромосомы 7 у сорта *Golden Promis*).

Аллели локуса *sdw1/denso* также способны оказывать воздействие на высоту растения (Филиппов и др., 2016).

Наиболее эффективным решением слабой устойчивости растений хлебных злаков к полеганию является использование сортов, обладающих высокой устойчивостью к этому явлению (Неттевич, 1974).

Помочь в этом может изучение исходного материала в различающиеся по влаго- и теплообеспеченности годы, с дальнейшим выделением источников и доноров устойчивости к полеганию, чему посвящён ряд исследований (Иеронова, 2007; Юсов, 2010; Ерешко и др., 2015; Левакова, 2018). Правильно подобранный и хорошо изученный исходный материал, положительно сказывается на результатах селекционной работы (Вавилов, 1934).

Изученные коллекционные образцы по высоте растений были распределены на группы, в соответствии с международным классификатором: 1 – карликовые (<41 см); 2 – очень низкие (41-60 см); 3 – низкорослые (61-70 см); 4 – средненизкие (71-80 см); 5 – среднерослые (81-95 см); 6 – средневысокие (96-110 см); 7 – высокорослые (111-125 см); 8 – очень высокие (126-140 см); 9 – крайне высокие (>140 см).

За годы исследования нами установлены различия по проявлению высоты растений. В 2015 году, в условиях, повышенных в июне (на 2,9°С) и пониженных в июле (на 2,4°С) температур на фоне достаточного увлажнения, высота растений в среднем по коллекции составила 64,8 см. Данный признак изменялся в широких пределах: от 39,9 см (Rokkaku-yabane, к-10986, Япония, var. *brachyatherum*) до 91,5 см (Kuan C.I. 101, к-25760, Германия, var. *pallidum*). Самой многочисленной является группа низкорослых растений с высотой от 61-70 см, на её долю пришлось 73 образца, что составило 50,4% от всей коллекции (рис. 7).

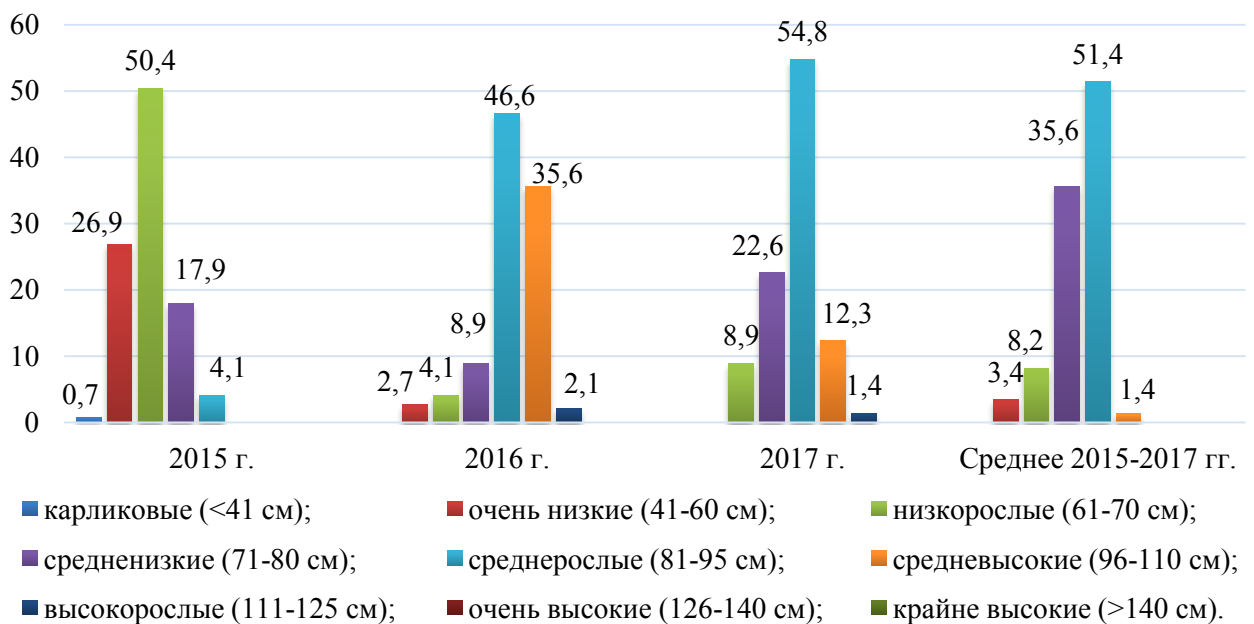


Рисунок 7 - Распределение образцов ячменя в коллекции по высоте растений (фаза колошения), % (Международный классификатор..., 1983).

С очень низкими растениями было 39 образцов (26,9%), средненизкими – 26 (17,9%), среднерослыми – 6 (4,1%), карликовыми растениями – один образец (0,7%). Стандартные сорта незначительно отличались от среднего значения и были отнесены в группу низкорослых растений. Высота растений у сорта Ача составила 60,7 см, у сорта Абалак 67,2 см.

В 2016 году образцы были распределены на 6 групп. Ответной реакцией растений на повышенные среднесуточные температуры воздуха и достаточное влагообеспечение стало увеличение высоты растений, этот показатель в среднем составил 90,6 см. Минимальное значение признака – 56,2 см (Паллидум 90,

к-25932, Украина, var. *pallidum*), максимальное – 119,1 см (Algerian x 414 Man (R), к-23357, США, var. *pallidum*). Ача и Абалак были отнесены к среднерослым растениям – 82,3 и 87,9 см соответственно. Размах варьирования высоты растений, а также среднее значение по коллекции в условиях 2016 года оказались выше, что свидетельствует о значительной подверженности признака влиянию факторов окружающей среды.

Анализ коллекции показал, что преобладали образцы с высотой 81-95 см, на долю которых приходится 46,6%. Были зарегистрированы группы средневысоких и высокорослых растений, которые отсутствовали в предыдущий год исследования (см. рис.7). В группу со средневысокими растениями вошло 52 образца (35,6%). Доля очень низких, низкорослых и средненизких растений уменьшилась в сравнении с предыдущим годом. Низкорослыми, по классификации СЭВ, были 6 образцов (4,1%), очень низкими – 4 (2,7%), средненизкими – 13 образцов (8,9%). Самой малочисленной является группа с высокорослыми растениями (от 111 до 125 см), в неё вошли: С. I. 11069, к-30661, Перу, var. *schimperianum*; С.1.5798, к-23216, США, var. *nutans*; Algerian x 414 Man (R), к-23357, США, var. *pallidum*.

В 2017 году высота растений изменялась от 57,3 (к-16026, Казахстан, var. *pallidum*) до 119,0 см (Н.2682 Coll. Gembloux, к-23452, Бельгия, var. *compositum*), среднее значение по коллекции – 85,5 см. Как и в предыдущий год, большинство образцов (80 шт.) относились к среднерослым растениям (81-95 см). Второй по численности была группа с высотой растений 71-80 см (33 шт.). С высотой 96-110 см – 18 образцов, 61-70 см – 13 образцов. В группу высокорослых (111-125 см) вошли: С. I. 11120, к-30683, Перу, var. *nigrum* – 114,3 см; Н.2682 Coll. Gembloux, к-23452, var. *compositum* по происхождению из Бельгии – 119,0 см. У стандартных сортов Ача, Абалак этот показатель равен 74,9 и 78,6 см соответственно.

В среднем за годы исследования преобладали среднерослые (51,4%) и средненизкие (35,6%) растения (см. рис. 7). К низкорослым отнесено 12 образцов, к средневысоким – 2 образца: С. I. 11120 (к-30683, var. *nigrum*) из Перу и Н.2682 Coll. Gembloux (к-23452, var. *compositum*) из Бельгии, высота которых составила 95,7 и 98,8 см соответственно. В группе очень низких (до 60 см) насчитывалось

5 образцов: из Японии (к-10986, var. *brachyatherum*), Сирии (к-30367, var. *pallidum*), Нидерландов (к-22315, var. *erectum*), США (к-25666, var. *revelatum*) Украины (к-25932, var. *pallidum*) (прил. 6).

Полегание посевов довольно часто проявляется вследствие влияния климатических условий – избытка осадков, сильных ветров и др. Одной из возможных причин низкой устойчивости растений к полеганию, может служить слабое морфолого-анатомическое развитие стебля, недостаточная механическая прочность тканей, а также плохо развитая корневая система (Лукьянова, 1987). Вопросы о повышении устойчивости растений к полеганию являются актуальными, поскольку полегание у зерновых культур способно ограничивать потенциал продуктивности, приводит к заметному изменению обменных процессов в растениях, к усиленному развитию заболеваний растений, снижению качества зерна, а также способствует затруднению механизированной уборки урожая (Нэттевич, 1974; Гужов и др., 2003).

Перед исследователями стоит задача подбора исходного материала и создания сортов и гибридов, обладающих высокой устойчивостью к полеганию, в сочетании с высокой продуктивностью (Ковригина, Заушинцена, 2010; Захаров и др., 2014). Устойчивость растений к полеганию, является одним из важных хозяйственно-ценных признаков. При этом эффективность селекционной работы на устойчивость к полеганию, прежде всего, связана с проявлением данного признака у родительских форм, использующихся при скрещивании.

Распределение образцов на группы по устойчивости к полеганию было проведено в соответствии с международным классификатором (1983). В 2015 году у большинства коллекционных образцов 84,2% (123 шт.) отмечена очень высокая устойчивость к полеганию – 9 баллов, высокой устойчивостью (7 баллов) характеризовались 17 образцов (рис. 8). Растения 5 образцов (3,5%) были наклонены, находились практически в горизонтальном положении. В группу с низкой устойчивостью вошёл только PFC-8275 Landrase (к-30398, var. *nutans*) по происхождению из Бразилии, Пассо-Фундо, с высотой 44,9 см. Образцов с очень низкой устойчивостью к полеганию не выявлено.

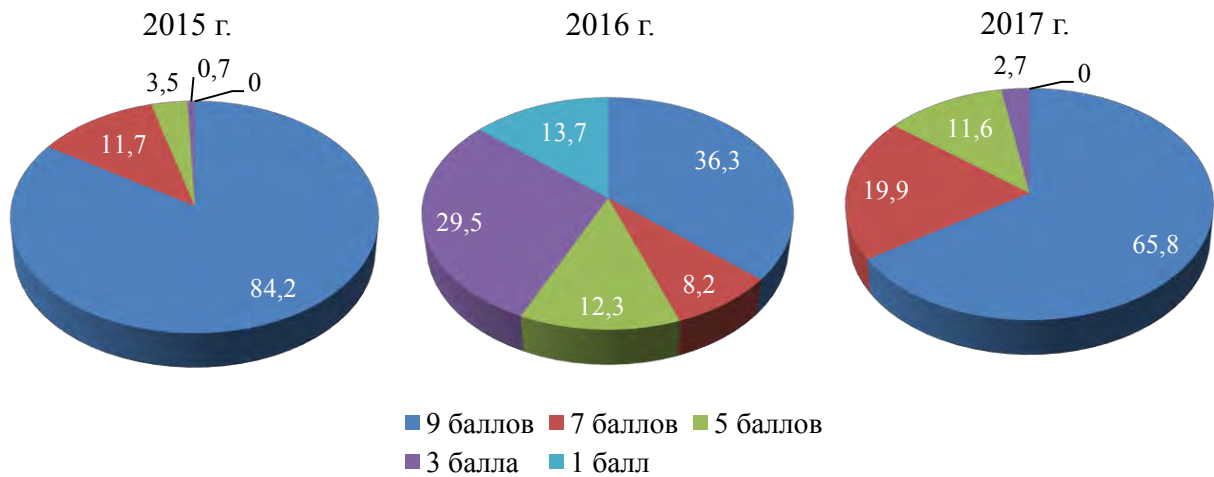


Рисунок 8 - Анализ коллекции по устойчивости растений ячменя к полеганию, % (Международный классификатор..., 1983).

В 2016 году полегание было отмечено в фазу колошения и налива зерна, в этот период отмечались сильные ливни, сопровождающиеся шквалистым ветром. За двое суток выпало 48 мм осадков, что составило 66% от месячной суммы. Лишь 36,3% (53 шт.) изученных образцов получили 9 баллов. В группу с низкой устойчивостью вошло 43 образца (29,5%). Очень низкой устойчивостью (растения лежали на земле или на других растениях) характеризовались 20 образцов, что составило 13,7%. Число образцов, получивших 5 баллов – 18 (12,3%); 7 баллов – 12 (8,2%).

В вегетационный период 2017 года у большинства изучаемых образцов (65,8 %) полегание не обнаружено. В группу с низкой устойчивостью, получивших 3 балла, отнесено 4 образца (2,7%), 5 баллов – 17 (11,6%); 7 баллов – 29 (19,9%). У стандартных сортов за весь период исследования признаков полегания не наблюдалось.

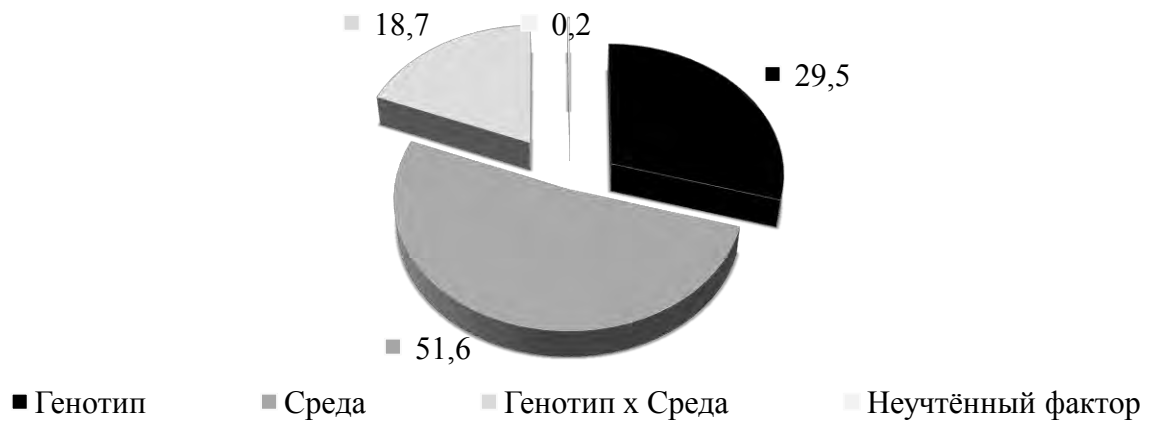
Между высотой растений и устойчивостью к полеганию в 2015 году отмечена слабая взаимосвязь; во второй и третий годы исследования, а также в среднем за 2015-2017 гг. сопряжённость между данными признаками была средней обратной. С урожайностью корреляция была средняя во все годы исследования (табл. 6).

Таблица 6 - Корреляция некоторых элементов продуктивности с высотой растений ячменя

Показатель	Высота растений, см			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015-2017 гг.
Устойчивость к полеганию, балл	0,04	-0,47	-0,29	-0,38
Число продуктивных стеблей, шт.	0,45	0,18	0,12	0,17
Урожайность, г\м <sup>2</sup>	0,52	0,32	0,28	0,28

Примечание: взаимосвязь при  $r < 0,3$  – слабая,  $r = 0,3-0,7$  – средняя,  $r > 0,7$  – сильная (Доспехов, 2014).

На формирование фенотипической изменчивости высоты растений, наибольшее влияние оказывал фактор «среда» (51,6%). Значительно ниже была изменчивость, обусловленная «генотипом» (29,5%) и взаимодействием данного фактора со средой (18,7%) (рис. 9).



Результаты дисперсионного анализа по высоте растений

Источник варьирования	df	mS	Fфакт.
A (генотип)	145	669,45	1634,05*
B (среда)	2	24936,40	207319,77*
A x B	290	212,49	518,68*
Неучтённый фактор	876	0,41	-

Примечание: df – степень свободы; mS – средний квадрат; F факт. – фактическое значение критерия Фишера; варианса достоверна при 95% уровне значимости: \* –  $P < 0,05$ .

Рисунок 9 - Доля влияния факторов на изменчивость высоты растений, % (2015-2017 гг.).

Как было упомянуто выше, при поиске устойчивых к полеганию форм большое внимание уделяется высоте растений. По мнению Е.Г. Филиппова и А.В. Алабушева (2014) в селекции ячменя на устойчивость к полеганию и высокую продуктивность необходимо обратить внимание на образцы из группы среднерослых сортов, поскольку среди них с большей вероятностью можно выбрать формы,



проявляющие высокую и стабильную урожайность в различных условиях среды. В связи с этим актуальным остаётся создание и подбор устойчивых к полеганию сортов, адаптированных к конкретным условиям среды.

На основании анализа показателей высоты растений в течение трех лет исследования были выявлены различия по фенотипическому проявлению признака в зависимости от условий выращивания. Характер варьирования данного признака у некоторых образцов отмечен в широких пределах. Четкой взаимосвязи между высотой растений и устойчивостью к полеганию не выявлено, поскольку в ряде случаев низкорослые образцы могли обладать низкой устойчивостью к полеганию, а высокорослые характеризовались высокой устойчивостью.

Как видно из таблицы 7, несмотря на значительное варьирование высоты растений, высокую устойчивость к полеганию, стабильно проявляющуюся в различных условиях вегетационных периодов, продемонстрировали 37 образцов. Высота растений характеризовалась изменением по годам исследования, что свидетельствует о неодинаковой адаптивной способности растительных форм к меняющимся условиям среды. У большинства выделенных образцов высота растений не превышала 87,6 см.

Выделенные формы отличались большим генетическим разнообразием по эколого-географическому происхождению, представляли 14 стран, с преобладанием образцов (3-7) из Эфиопии, России, Германии, Чехословакии, Франции, Польши, Перу. К подвиду двурядного ячменя относится 27 образцов, многорядного – 10, представленные 14 разновидностями с преобладанием *nutans* (17 образцов). Сочетанием высокой устойчивости растений к полеганию с относительно высокой зерновой продуктивностью характеризовались образцы из Польши (к-22176; к-25977, var. *nutans*), Перу (к-30711, var. *parallelum*; к-30663, *himalayense*), Германии (к-22728, var. *nutans*); Ирак (к-30370, var. *nigripallidum*); Россия (к-30453, var. *erectum*) (252,4-326,8 г/м<sup>2</sup>).

Таблица 7 - Образцы ячменя, характеризующиеся стабильно высокой устойчивостью к полеганию растений в меняющихся условиях окружающей среды

№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Разновидность	Высота растений, см			Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Устойчивость к полеганию, балл
			(2015-2017 гг.)			X <sub>ср.</sub> ±S <sub>x</sub>	
			X <sub>ср.</sub> ±S <sub>x</sub>	min-max	CV,%		
1	2	3	4	5	6	7	8
30663	С. I. 11073, Перу	<i>himalaeynse</i>	78,0±4,47	70,3-85,8	9,93	254,2±61,57	9,0
30624	С. I. 10975, Перу	<i>coeleste</i>	70,3±5,20	60,2-77,5	12,81	163,8±59,68	9,0
30711	С. I. 11071, Перу	<i>parallelum</i>	80,6±3,71	73,3-85,3	7,97	296,0±23,81	9,0
14965	Местный, Таджикистан	<i>pallidum</i>	67,0±5,75	55,5-72,8	14,86	223,1±46,92	9,0
28119	Кедр, Россия	<i>nutans</i>	87,0±9,23	71,2-103,2	18,39	217,7±81,70	9,0
30820	Нур, Россия	<i>nutans</i>	76,2±8,64	59,3-87,7	19,63	190,2±7,97	9,0
30448	Сонет, Россия	<i>nutans</i>	73,1±9,10	55,2-84,9	21,56	185,0±51,34	9,0
30449	Белогорский 95, Россия	<i>pallidum</i>	83,1±11,28	66,6-104,7	23,50	181,3±67,30	9,0
30453	Зерноградский 813, Россия	<i>erectum</i>	73,9±5,32	64,1-82,4	12,47	252,4±56,86	9,0
10986	Rokkaku-yabane, Япония	<i>brachyatherum</i>	60,3±10,25	39,9-72,5	29,46	108,6±58,85	9,0
30367	Местный, Сирия	<i>pallidum</i>	60,2±7,26	45,7-67,6	20,89	193,5±93,47	9,0
30370	-, Ирак	<i>nigripallidum, pramidatum</i>	66,8±12,52	41,9-81,6	32,47	256,5±126,62	9,0
22733	Msg 2 alb"e (chromosome 2), США	<i>nutans</i>	83,4±10,90	61,6-95,1	22,65	215,4±93,44	9,0
24678	Comfort f8, США	<i>breviaristatum</i>	83,6±2,58	78,9-87,8	5,35	101,4±5,21•*	9,0
22728	Galina, Германия	<i>nutans</i>	87,6±8,22	73,2-101,7	16,27	287,4±20,09	9,0
25752	Minister Ruys, Германия	<i>erectum</i>	86,8±8,35	70,2-96,7	16,66	129,4±15,90•*	9,0
25170	Gitte, Германия	<i>nutans</i>	75,7±8,55	59,2-87,9	19,58	173,9±7,13	9,0
23339	-, Германия	<i>glabrideficiens</i>	83,0±9,88	63,9-96,9	20,61	205,5±43,72	9,0
23052	П-96b, Эфиопия	<i>erectum</i>	81,4±3,95	73,6-86,3	8,41	210,2±43,60	9,0
22308	H.2198 Ubamer Waco, Эфиопия	<i>griseinudiinerm</i>	64,1±0,36*	63,6-64,8	0,97	90,8±8,39•*	9,0
22961	Dz02-404, Эфиопия	<i>steudelii</i>	86,3±1,98•	84,2-90,3	3,98	155,1±31,24	9,0

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8
23450	H.2866 Coll.Halle EP80, Эфиопия	<i>griseinudiinerme</i>	62,7±2,95*	56,9-66,5	8,16	104,4±21,64•*	9,0
23454	H.3235 Wondo III, Эфиопия	<i>rubrum</i>	76,9±5,13	67,5-85,2	11,57	109,8±30,31•*	9,0
25008	Местный, Эфиопия	<i>dupliatrum</i>	70,8±13,78	56,6-98,4	33,70	59,3±7,84•*	9,0
22955	Dz02-321, Эфиопия	<i>nigripallidum</i>	71,3±2,86	68,4-77,0	6,96	90,6±22,03•*	9,0
24913	H-11-615, Чехословакия	<i>nutans</i>	77,1±7,05	64,5-88,9	15,84	164,4±53,47	9,0
22226	U-568/72, Чехословакия	<i>nutans</i>	64,6±7,88	49,1-75,0	21,16	118,5±53,87	9,0
24860	Saran, Чехословакия	<i>nutans</i>	75,8±8,37	61,0-90,0	19,14	187,1±47,71	9,0
24013	Spartan, Чехословакия	<i>nutans</i>	64,5±3,28*	59,2-70,5	8,82	166,3±46,78	9,0
23891	Armelle, Франция	<i>nutans</i>	84,7±14,08	58,5-106,8	28,82	196,5±70,37	9,0
23978	Ode, Франция	<i>nutans</i>	79,5±7,93	64,7-91,9	17,30	209,3±62,62	9,0
23491	De printermpe, Франция	<i>nudum</i>	86,6±7,68	71,8-97,6	15,37	206,6±60,02	9,0
24740	Носовский 9, Украина	<i>nutans</i>	75,1±9,90	55,4-87,0	22,86	212,1±84,99	9,0
22176	L-2048/63/2 Lageiewnik, Польша	<i>nutans</i>	79,2±5,40	68,4-85,1	11,82	326,8±115,39	9,0
25478	B 26/72, Польша	<i>nutans</i>	72,3±8,42	55,9-83,9	20,18	227,1±56,77	9,0
25977	Cosmos 34, Польша	<i>nutans</i>	77,5±8,90	60,3-90,1	19,90	292,9±121,13	9,0
22315	VZR 73-195, Нидерланды	<i>erectum</i>	55,6±7,71*	40,5-65,8	24,01	219,9±98,46	9,0
St 1	Ача, Россия	<i>nutans</i>	72,6±6,33	60,7-82,3	15,10	268,8±69,83	8,8
St 2	Абалак, Россия	<i>nutans</i>	77,9±5,98	60,2-77,5	13,30	257,6±60,87	8,4

Примечание: статистически достоверные различия при  $P < 0,05$  • - со St1, \* - со St 2.

### 3.3. Длина главного колоса

Продуктивность целого растения складывается путём деятельности его отдельно взятых органов. В связи с этим селекционерам при подборе образцов в качестве исходного материала важно иметь полную информацию о проявлении каждого элемента. Одним из элементов структуры урожая, в той или иной степени определяющим потенциальную урожайность растений является длина колоса (Железнов и др., 2014; Иванов, 2014; Тимошенкова, Самуилов, 2016).

В среднем за 2015-2017 гг. длина колоса без учёта остей изменялась от 4,3 см (Spartan, к-24013, Чехословакия, var. *nutans*) до 10,9 см (L.ANOR 2553/66, к-20045, Эфиопия, var. *subinerme*). Среднее значение по коллекции составило 7,4 см (CV=16,01%) (прил. 7).

Распределение образцов по длине колоса (без остей) на группы выполнено согласно международному классификатору. В исследуемом нами коллекционном материале присутствовали как остистые, так и безостые формы ячменя. Наибольшее число коллекционных образцов (75 шт.) 51,4 % формировали колос с длиной 7,1-9,0 см (стандарты Ача и Абалак 7,3 и 7,4 см соответственно). В промежуточную группу с длиной колоса 4,1-5,0 см вошли С. I. 2253, США (к-25666, var. *revelatum*); Spartan Чехословакия (к-24013, var. *nutans*); Н.2652 Stirpe 1967, Германия (к-22305, var. *platilepis*). С коротким колосом обнаружено 17 образцов (11,6%), с длиной колоса от 6,1 до 7,0 см выделен 41 образец (28,1%) (рис. 10).

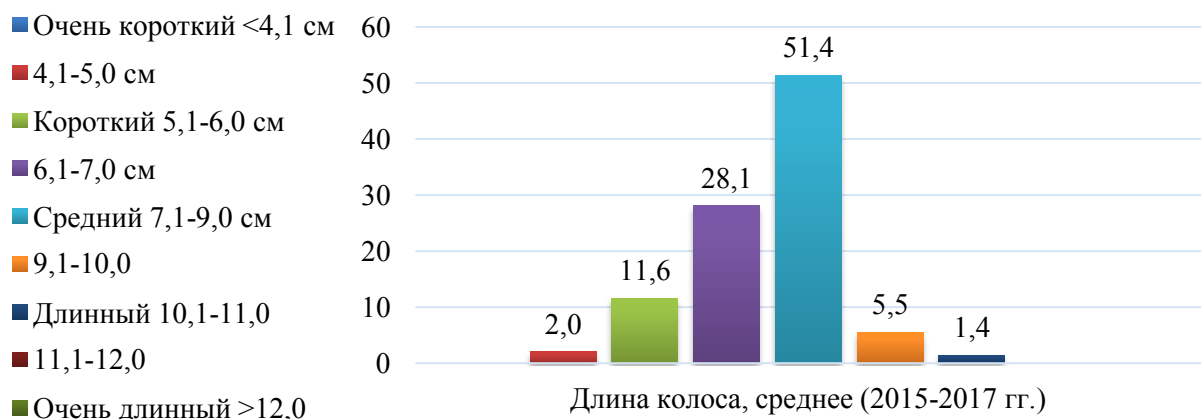


Рисунок 10 - Распределение образцов ячменя по длине колоса без остей, % (Международный классификатор..., 1983).

К числу генотипов, достоверно превышающих стандарты, отнесён 21 образец, из них 16 – остистые формы (к-698; к-30436; к-15233; к-23357; к-25746; к-22728; к-24813; к-25737; к-24826; к-20227; к-26620; к-22226; к-22236; к-24979; к-23976; к-25682), 3 – фуркатные (к-30630; к-24656; к-24823), и одна безостая форма (к-20045). Более половины (54,8%) исследуемого материала характеризовалась низкой изменчивостью признака, средняя изменчивость ( $CV=10-25\%$ ) зарегистрирована у 62 образцов, у четырёх образцов вариабельность длины главного колоса была высокой ( $CV>25\%$ ).

Известно, что даже при сильном угнетении листьев растений, ости злаковых культур способны принимать активное участие в процессе фотосинтеза, обмене веществ, повышают транспирацию и газообмен (Ходьков, 1985; Донцова, Филиппов, 2014). Исследования В.А. Тюнина (2014) на мягкой яровой пшенице показывают, что эффекты гена *b1* остистости колоса на линиях, в различных по влаго- и тепло обеспеченности условиях являются статистически достоверными по урожайности, а также массе 1000 зёрен. Длина колоса с остями в среднем по образцам составляла 20,1 см, при варьировании от 13,5 см (С.І. 2253, к-25666, var. *revelatum*, США) до 24,1 см (De printermpe, к-23491, var. *nudum*, Франция); у стандартов – 20,7 (Ача) и 20,4 см (Абалак) ( $CV=10,19\%$ ). В среднем за 2015-2017 гг. длина колоса 51,8% образцов варьировала от 19,1 до 22,0 см, на группу с длиной менее 19,0 см приходится 26,3%, образцов, более 22,0 см – 21,9 %. На уровне стандартов по данному признаку были 64,2% образцов, 11,7% (16 образцов) были достоверно выше, остальные уступали стандартам. Наибольшая корреляция длины колоса отмечена с высотой растений (рис. 11).

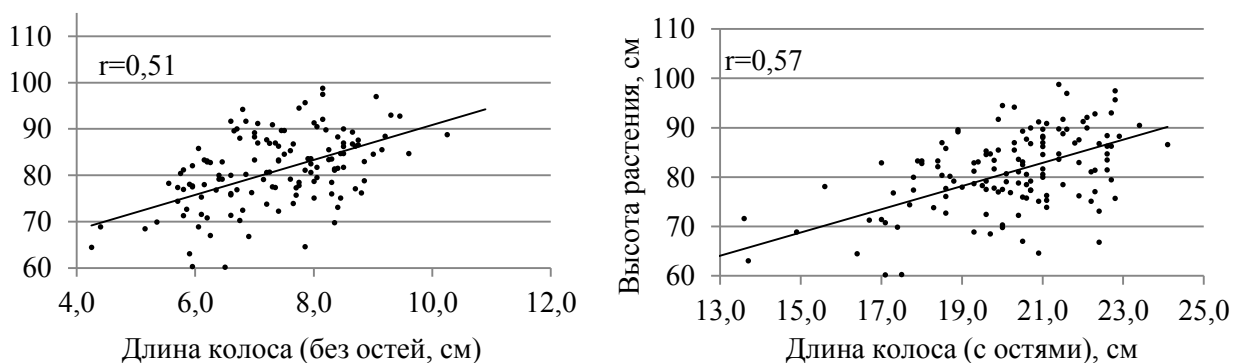


Рисунок 11 - Корреляция длины колоса с высотой растений (2015-2017 гг.).

В то же время с массой 1000 зёрен, массой с растения, а также массой зерна с 1 м<sup>2</sup>, сопряжённость была менее выражена (табл. 8). Взаимосвязь между признаками была выше у остистых форм.

Таблица 8 - Корреляция (r) длины колоса с элементами продуктивности

Показатель	Длина колоса (без остей), см	Длина колоса (с остями), см
Масса зерна с растения, г	0,22	0,29
Масса 1000 зёрен, г	0,25	0,44
Урожайность, г/м <sup>2</sup>	0,18	0,23
Высота растений, см	0,51	0,57

Примечание: взаимосвязь при  $r < 0,3$  – слабая,  $r = 0,3-0,7$  – средняя  $r > 0,7$  – сильная (Доспехов, 2014)

### 3.4. Ассимиляционная поверхность листьев

Важная роль в фотосинтезирующей деятельности растений принадлежит ассимилирующей поверхности листьев, поскольку от ее оптимальной площади в ряде случаев зависит величина урожая (Физиология и биохимия..., 2005; Иеронова, 2009). Однако связи ассимиляционного аппарата с продуктивностью растений весьма разнообразны, зависящие от почвенно-климатических условий, особенностей исследуемых культур и сортов, вносимых удобрений, от способа и густоты посева семян (Исаенко, 2017).

Нами учитывались такие признаки как длина и ширина флагового и второго сверху листьев, количество листьев на побеге, площадь листовой пластинки. Площадь листовой пластинки рассчитана по формуле:  $S = L \times D \times 0,67$ , где  $S$  – площадь листа, см<sup>2</sup>;  $L$  – длина листа, см;  $D$  – ширина листа, см; 0,67 – коэффициент пересчета (Аникеев, Кутузов, 1961). Распределение на группы по длине и ширине листьев было проведено в соответствии с градациями, представленными в международном классификаторе рода *Hordeum* L. для второго сверху листа.

Наименьшее затемнение отмечается у листьев верхних ярусов, в связи с этим считается, что значительный вклад в фотосинтезирующую деятельность зерновых культур, а также снабжении зерновок органическими веществами принадлежит именно им (Лепехин, 2015).

**Флаговый лист** является одним из важнейших элементов, определяющим потенциал урожайности зерновых культур (Гудкова, 2008; Щенникова и др., 2010).

Среднее значение длины флагового листа коллекционных образцов в 2015 году составило 11,8 см. В коллекции преобладали образцы с коротким флаговым листом (от 10,1 до 15,0 см), на их долю приходится 72,6% или 106 шт. Очень короткие листья имели 33 образца (22,6 %), листья средней длины были у 7 образцов (4,8%). Растений с длинными флаговыми листьями не обнаружено (рис. 12).

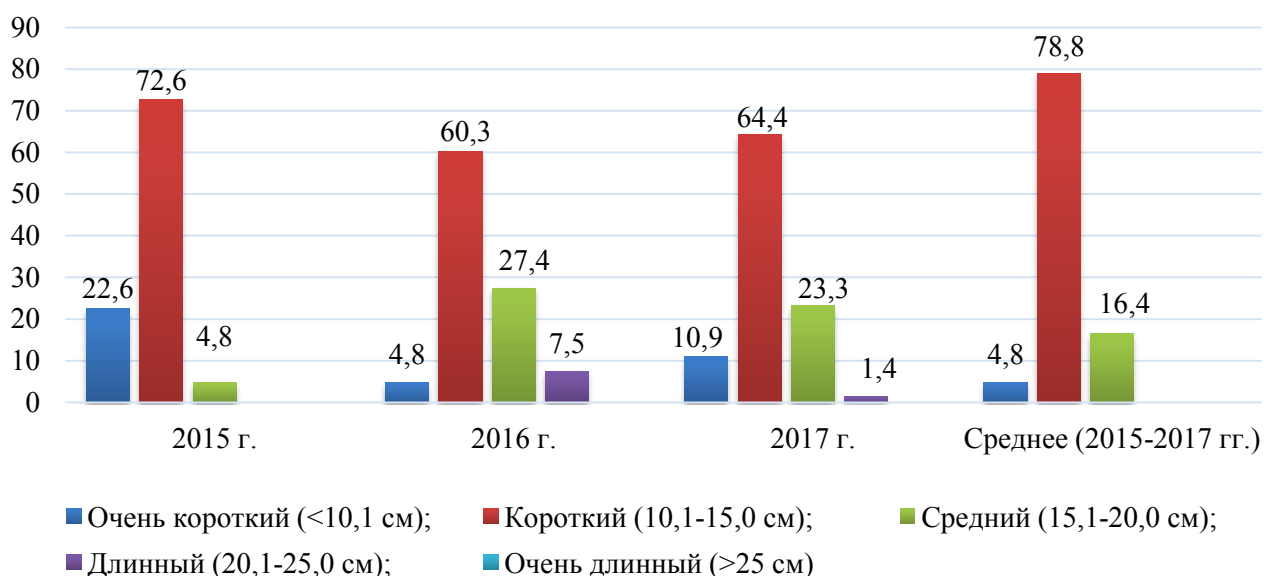


Рисунок 12 - Распределение коллекционных образцов ячменя по длине флагового листа, % (Международный классификатор..., 1983).

Максимальная длина флагового листа отмечена у *Науkiso 2* (к-24650, var. *nipponicum*) из США, минимальная – у *PFC-8275 Landrase* (к-30398, var. *nutans*) из Бразилии. Последний также обладал самым узким флаговым листом (0,3 см) среди исследуемого материала. Также низкие показатели по длине (7,4 см), ширине (0,4 см) и площади листа (1,78 см<sup>2</sup>) продемонстрировал образец из США (Местный, к-24644), относящийся к разновидности var. *afghanicum* (прил. 8).

У стандартов Ача и Абалак длина флагового листа составила 11,3 и 10,9 см соответственно, а ширина по 0,7 см у обоих сортов.

Ширина листьев изученных образцов преимущественно была менее 0,8 см, что соответствует группе с очень узким флаговым листом (58,2%). На долю об-

разцов с узким листом приходится 31,5%, со средним – 9,6% и лишь у *Haykiso 2*, к-24650, США, выявлен широкий флаговый лист – 1,5 см (рис. 13).

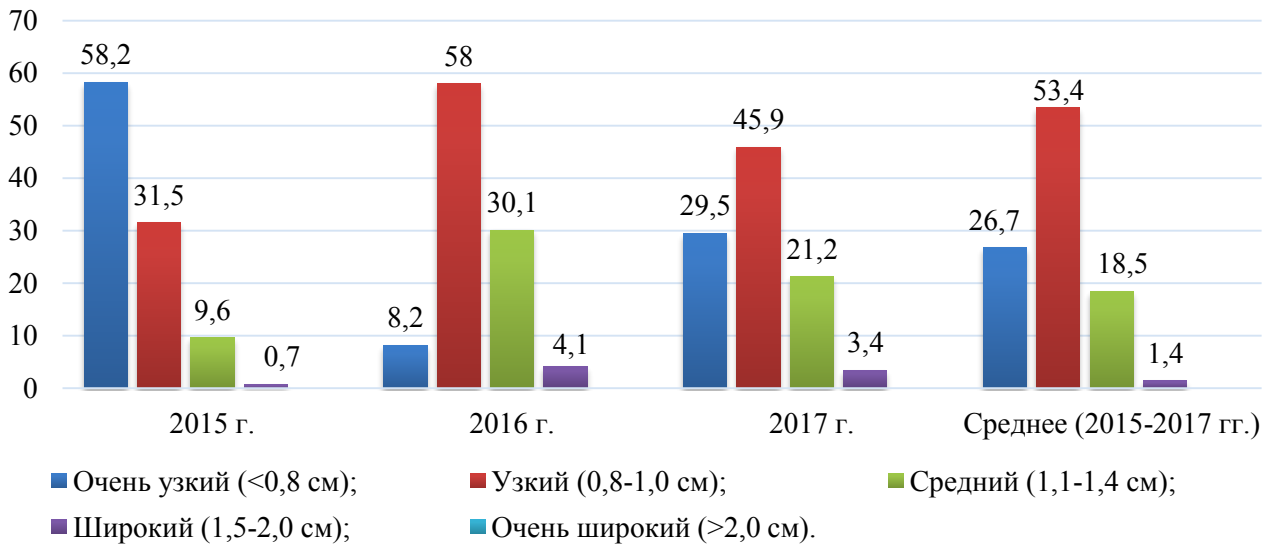


Рисунок 13 - Распределение коллекционных образцов по ширине флагового листа (2015-2017 гг.), % (Международный классификатор..., 1983).

В условиях 2016 года, длина флагового листа колебалась в пределах от 6,0 см (Местный, к-24644, var. *afghanicum*, США) до 23,9 см (Dz02-404, к-22961, var. *steudelii*, Эфиопия). Средняя длина по образцам составила 14,6 см (прил. 8). Большинство образцов относились к группе с короткими флаговыми листьями (60,3%), однако процентное соотношение по группам значительно изменилось по сравнению с предыдущим годом (см. рис. 12). Снизилось количество образцов (до 7) с очень короткими листьями, но возросла группа с листьями средней длины (до 40).

Появилась группа с длиной листа 20,1-25,0 см, в которую вошло 11 образцов, среди которых четыре представлены Эфиопией (к-26620; к-22929; к-22934; к-22961), по два образца из Германии (к-23339; к-24823), Перу (к-30661; к-30683), Франции (к-23491; к-25855) и один по происхождению из США (к-23216). Стандартные сорта формировали короткие (11,8 и 11,4 см) и узкие флаговые листья – 0,8 и 0,9 см.

По ширине были выделены группы с очень узким – 8,2%, узким – 58,0%, средним – 30,1% и широким – 4,1% флаговым листом (см. рис. 13). К последней



группе отнесены образцы из США (к-23357; к-24656; к-22759), Германии (к-25788), Перу (к-30661), а также Белгородский 95 (к-30449) из России.

В 2017 году минимальная длина флагового листа, как и в предыдущий год, принадлежит образцу из США (Местный, к-24644, var. *afghanicum*) – 5,1 см. Максимальная длина отмечена у ботанической формы из Германии (к-24823, var. *rimraui*) – 20,8 см, при среднем значении по коллекции 13,0 см.

Самой многочисленной была группа с короткими листьями, в ней насчитывалось 94 образца (64,4 %). К группе со средней длиной листьев отнесено 23,3 % изучаемого сортимента (34 шт.), с очень короткими – 10,9 % или 16 шт. К группе с длинными флаговыми листьями вошли Ботаническая форма (к-24823) – 20,8 см и Naager Isdania (к-25746) – 20,4 см из Германии (см. рис. 12, прил. 8).

Длина флагового листа у сортов Ача и Абалак составила 10,7 и 9,9 см, что соответствует группам с короткими и очень короткими листьями, ширина у обоих стандартов – 0,8 см.

Распределение образцов на группы по ширине листовых пластинок выглядело следующим образом: узкие - 45,9%, очень узкие – 29,5%, средние – 21,2 %, широкие – 3,4 % (см. рис. 13). Как и предыдущий год, явное преимущество над другими имели: Nepal b14-7, к-24656. var. *trifurcatum* из США – 1,6 см и Schwarze Nackte Kraftborn, к-25788. var. *violaceum* из Германии – 1,5 см. Максимальное значение отмечено у С.И. 1243 (к-23326, США) – 1,7 см.

По усреднённым данным за 2015-2017 гг. большинство образцов (115 шт.) относились к группе с коротким листом, составив 78,8 % от коллекции. Средней длиной флагового листа обладали 24 образца, очень короткой – 7 шт. (см. рис. 12, прил. 8). Длина (CV=17,10%) и ширина (CV=22,10%) флагового листа характеризовались средней степенью изменчивости.

Максимальное значение отмечено у Dz02-102 (к-22929, var. *nigrum*) из Эфиопии – 19,3 см, при CV=20,28 %. К числу выделившихся можно отнести три образца из Эфиопии: Местный, к-26595 var. *neogenes* – 18,2 см; Местный (к-26620) и Dz02-404 (к-22961) относящиеся к разновидности var. *steudelii* – 18,1 и 18,5 см соответственно; по одному образцу из Германии (Ботаническая форма, к-24823, var.

*rimpaui*) и США (С.1.5798, к-23216, var. *nutans*), с длиной листовой пластинки – 18,2 см. У стандартов длина флагового листа за 2015-2017 гг. составила 11,3 и 10,7 см, ширина – 0,8 см у обоих сортов.

Анализ ответной реакции генотипов ячменя на факторы окружающей среды по усреднённым данным за 2015-2017 гг. показал, что флаговые листья в большинстве случаев (115 образцов) не превышали 15 см по длине, а у 7 образцов были менее 10 см. Более крупные листья до 20 см за весь период наблюдений отмечены у 24 образцов. Длина (CV=17,10%) и ширина (CV=22,10%) флагового листа характеризовались средней степенью изменчивости.

В оцениваемых условиях флаговые листья ячменя были не только короткими, но и узкими, у 78 генотипов (53,4%) ширина листа не превышала 1 см (рис. 13). Более того, приспособительная реакция у 39 образцов (26,7 %) проявилась в формировании узких листьев (менее 0,8 см), и только в 27 коллекционных вариантах данный признак достигал 1,1-1,4 см.

Широкими флаговыми листьями (1,5 см) отличились из США – Nepal b14-7 (к-24656, var. *trifurcatum*), CV=10,41%; Algerian x 414 Man (R) (к-23357, var. *pallidum*), CV=17,63%.

При оценке исходного материала для селекции, важно учитывать признаки ассимиляционного аппарата, а также его связь с элементами продуктивности. В работе К.Н. Кеферова (1982) отмечается положительное влияние увеличения площади листовой поверхности на продуктивность колоса и урожайность растений.

Однако не всегда между развитием листовой поверхности и зерновой продуктивностью сорта отмечается прямая зависимость. На характер взаимосвязи влияют множество факторов. Так, например, при недостатке влаги в засушливых условиях, увеличение суммарной транспирации при высокой облиственности растений, особенно в начале вегетации может являться решающим фактором, отрицательно влияющим на урожайность растений (Кумаков, 1974).

Анализ исследуемого материала выявил различия по площади ассимилирующей поверхности листьев в различные годы испытания.

Площадь флагового листа в 2015 году изменялась по коллекции в пределах от 1,2 см<sup>2</sup> (PFC-8275, к-30398, Бразилия, var. *nutans*) до 18,8 см<sup>2</sup> (Haykiso 2, к-24650, var. *nipponicum*, США), при среднем значении – 6,1 см<sup>2</sup> (прил. 8). В 2016 году минимальным значением по данному признаку характеризовался Местный (к-24644, var. *afghanicum*) – 2,4 см<sup>2</sup>. Наибольшая площадь отмечена у С. I. 11069 (к-30661, var. *schimperianum*) – 23,0 см<sup>2</sup>. Среднее по коллекции – 9,9 см<sup>2</sup>. В условиях 2017 года площадь флагового листа варьировала от 1,7 (к-24644, var. *afghanicum*) до 21,2 см<sup>2</sup> (С. I. 1243, к-23326, var. *pallidum*), при среднем значении – 8,2 см<sup>2</sup>. За годы исследования (2015-2017 гг.) средняя площадь флагового листа составила 8,1 см<sup>2</sup>.

У сортов Ача и Абалак данный показатель равен 5,4 и 5,5 см<sup>2</sup> в 2015 г., 6,8 и 7,0 см<sup>2</sup> – в 2016 г., 5,9 и 5,4 см<sup>2</sup> – в 2017 г. соответственно. По усреднённым данным за три года у районированных сортов рассматриваемый признак имел следующие значения 6,0 см<sup>2</sup> – Ача; 5,9 см<sup>2</sup> – Абалак.

Изменчивость признака (CV) у стандартов была средней 12,42% и 17,7% соответственно (табл. 11). Большая часть коллекции имела сильную степень изменчивости признака, максимальное значение отмечено у PFC-8275 (к-30398) из Бразилии (CV=69,24%) (прил. 8).

Самой меньшей площадью флагового листа обладал Местный, к-24644, var. *afghanicum* из США – 2,0 см<sup>2</sup>. Данный образец в течение трёх лет демонстрировал невысокие значения, как по длине, так и ширине флагового листа, что говорит о генетической наследственности данного признака, стабильно проявляющегося в различных климатических условиях.

Наибольшими значениями признака, достоверно превышающими стандартные сорта, характеризовались 14 образцов (табл. 9). Среди них, 10 относятся к подвиду многорядных ячменей (*ssp. vulgare*), которые представлены пятью разновидностями: var. *pallidum*, var. *rikotense*, var. *trifurcatum*, var. *nigrum*, var. *harlani*, var. *schimperianum*. Отмечены высокие пределы коэффициента вариации (1,05-53,75%).

Таблица 9 - Образцы ячменя, характеризующиеся наибольшей площадью флагового листа (2015-2017 гг.)

№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Разновидность	Площадь флагового листа, см <sup>2</sup>	min-max, см <sup>2</sup>	CV, %
<i>ssp. vulgare</i>					
23357	Algerian x 414 Man (R) США	<i>pallidum</i>	16,0±3,25•*	12,1-22,4	35,38
25783	Arni 7, Германия	<i>pallidum</i>	15,3±0,09•*	15,1-15,4	1,05
30661	C. I. 11069, Перу	<i>schimperianum</i>	14,7±4,54	7,41-23,0	53,75
24656	Nepal b14-7, США	<i>trifurcatum</i>	14,2±1,83•*	10,7-16,9	22,41
23326	C.I. 1243, США	<i>pallidum</i>	13,9±3,79•*	8,4-21,2	47,25
22929	Dz02-102, Эфиопия	<i>nigrum</i>	13,1±2,20•*	10,9-17,5	29,23
30449	Белогорский 95, Россия, Ленинградская обл.	<i>pallidum</i>	12,8±2,82•*	8,5-18,1	38,37
24820	Ботаническая форма, Германия	<i>harlani</i>	12,8±1,96•*	6,7-9,7	26,51
24659	Montcalm, США	<i>rikotense</i>	12,2±0,27•*	11,9-12,8	3,89
22759	Ms9 Vantage, США	<i>rikotense</i>	12,1±1,90•*	9,9-15,9	27,39
<i>ssp. distichon (L.) Körn</i>					
24823	Ботаническая форма, Германия	<i>rimpauii</i>	14,5±4,06•*	6,4-18,9	48,62
26620	Местный, Эфиопия	<i>steudelii</i>	13,8±3,66•*	7,4-20,1	46,06
22961	Dz02-404, Эфиопия	<i>steudelii</i>	13,7±3,58•*	9,5-20,8	45,51
23452	H.2682 Coll.Gembloux, Бельгия	<i>compositum</i>	13,1±3,25•*	7,5-18,7	42,95
23216	C.I.5798, США	<i>nutans</i>	12,2±1,17•*	10,1-14,1	16,71
Среднее по стандартам	St 1 Ача, Россия	<i>nutans</i>	6,0±0,42	5,3-6,8	12,42
	St 2 Абалак, Россия	<i>nutans</i>	5,9±0,60	5,1-7,0	17,79

Примечание: статистически достоверные различия при P<0,05 • - со St1, \* - со St2.

Остальная часть представлена подвидом двурядных ячменей (разновидности: *steudelii*, var. *rimpauii*, var. *compositum*, var. *nutans*). Генотипы различались по степени изменчивости данного признака: от средней (16,71%) до высокой (48,62%).

**Второй сверху лист.** Флаговый лист, как правило, меньше других по линейным размерам и площади. В своей работе Г.Я. Козлова и Г.П. Антипова (2013), ссылаясь на исследование Э. Нальборчика о вкладе различных органов в формирование зерна хлебных злаков, приводят сведения о том, что в общей фотосинтезирующей активности всего растения ячменя на долю листовых пластинок прихо-

дится около 55%. При этом, наибольшей активностью характеризуется второй лист (до 24,1%), а на долю флагового приходится 13,6%.

А.Я. Трофимовская с соавторами наиболее типовыми для каждого сорта ячменя выделяет признаки вторых сверху листьев. При этом, авторы отмечают, что длина и ширина листьев растений различных экологических групп, а также сортов способны изменяться в достаточно широких пределах (Культурная флора..., 1990).

В годы нашего исследования длина второго листа существенно изменялась при сравнении, как по годам, так и по генотипам. В 2015 году среднее значение длины второго листа по коллекции составило 19,8 см.

Большая часть образцов по длине второго листа относилась к группам со средними (46,6%) и длинными (43,2%) листьями. Также средней длиной (18,5 и 19,4 см) характеризовались районированные сорта Ача и Абалак. Коротким листом обладали 7,5% образцов (рис. 14, прил. 9).

При этом очень короткой пластинкой характеризовался образец из Бразилии, PFC-8275 (к-30398, var. *nutans*) – 9,7 см. Максимальной длины (26,3 см) достигали листья растений у Dz02-129 (к-22934, var. *nigripallidum*, Эфиопия), М-702/70 (к-22199, var. *nutans*, Чехословакия) – 25,1 см и De printermpre (к-23491, var. *nudum*, Франция) – 25,4 см.

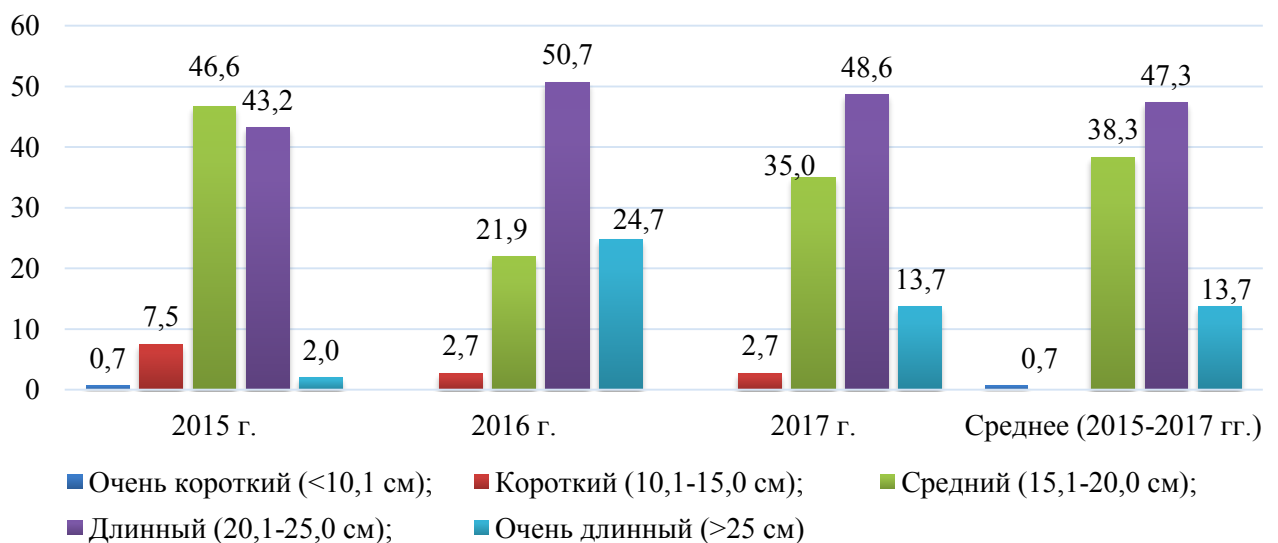


Рисунок 14 - Распределение коллекционных образцов ячменя по длине второго листа, % (Международный классификатор..., 1983).

По ширине второго листа исследуемый материал был разделён на 4 группы (рис. 15). У большинства растений (56,8%) формировались листья средней ширины.

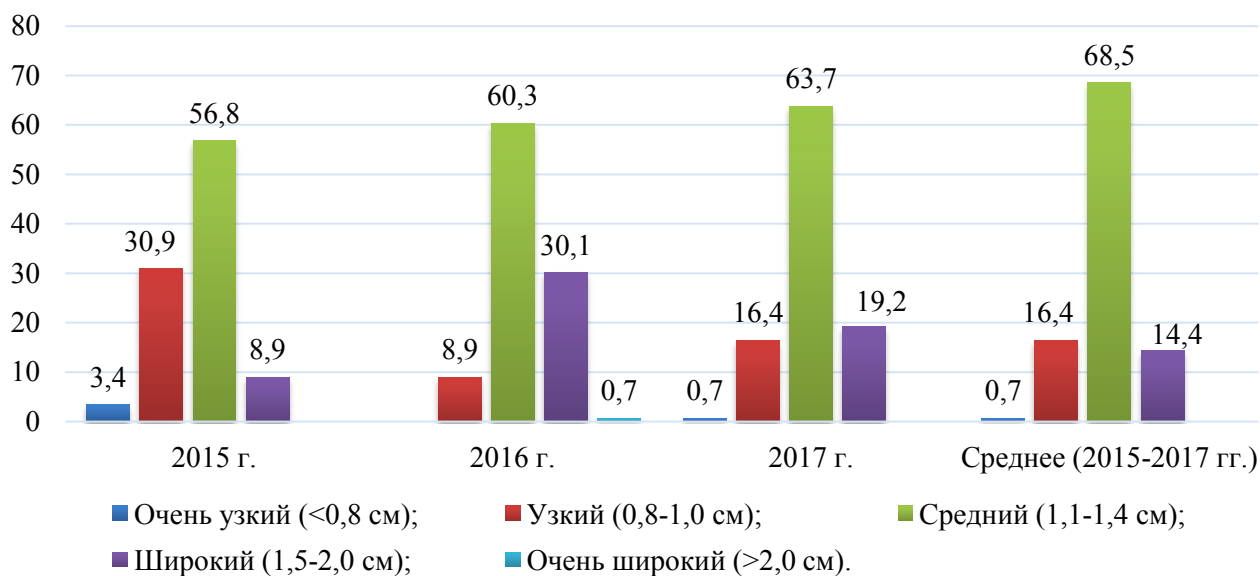


Рисунок 15 - Распределение коллекционных образцов по ширине второго листа, % (Международный классификатор..., 1983).

Второй по численности стала группа с узким листом (30,9%), к группе с очень узкой листовой пластинкой отнесено 5 шт. (3,4%). При этом наименьшей шириной характеризовался Местный, к-24644, var. *afghanicum* – 0,4 см. Широкий второй лист зарегистрирован у 13 образцов. Выделились по данному признаку С. I. 10995 (к-30630, var. *sinicum*); С. I. 11074 (к-30664, var. *trifurcatum*); С. I. 11126 (к-30687, var. *nigripallidum*) из Перу, а также Белогорский 95 (к-30449, var. *pallidum*, Россия), ширина которых составила 1,7 см (Абалак – 1,2 см, Ача – 1,0 см) (прил. 9).

В условиях 2016 года по длине второго листа было выделено 4 группы (см. рис.14). Представляет интерес PFC-8275 (к-30398, var. *nutans*), из Бразилии, у которого в 2015 году был очень короткий второй лист (9,7 см), в условиях 2016 года формировал листья, длина которых составила 20,7 см. Наименьшее значение отмечено у местной формы (к-24644) из США var. *afghanicum* – 12,2 см, которая также характеризовалась самыми узкими листьями – 0,8 см (прил. 9).

На долю самой многочисленной группы с длиной второго листа от 20,1-25,0 см приходится 51,4 % образцов. В сравнении с предыдущим годом отмечено снижение числа генотипов со средней длиной листьев до 21,5 %, при этом возросла группа, с очень длинной листовой пластинкой, в которой насчитывалось 34 шт., (24,7%). Среди сортифта последней группы, выделились формы, длина листовой пластинки которых превышала 30 см: к-23452; к-23459; к-25855; к-24922; к-24805; к-23441; к-22961; к-22929; к-26620; к-24823; к-30683; к-30662. Наибольшее значение отмечено у местной формы из Эфиопии (к-26620, var. *steudelii*) – 34,6 см. Длина листовой пластинки сортов Ача и Абалак составила 19,5 и 20,0 см.

Ширина второго листа у колебалась в пределах от 0,8 (Местный, к-24644, var. *afghanicum*, США) до 2,1 см (С.И. 11069, к-30661, var. *schimperianum*, Перу). К числу выделившихся по данному признаку, можно отнести Nepal b14-7 (к-24656, var. *trifurcatum*), с шириной второго листа 2,0 см. Стандарты формировали листья с шириной 1,2 и 1,3 см (прил. 9).

Самой многочисленной стала группа с шириной второго листа от 1,1 до 1,4 см, в неё вошло 88 образцов (60,3%). Узкими листовыми пластинками характеризовались 13 образцов (8,9%), широкими – 44 шт. (30,1%) (см. рис. 15).

Длина в 2017 году варьировала от 11,3 (к-24644) до 30,1 см (к-26620). Распределение на группы показало, что 63,7 % исследуемого материала формировали листья от 20,1 до 25,0 см. Со средней длиной листовой пластинки обнаружен 51 образец, а также стандартные сорта (18,2 и 18,1 см). В группе с короткими листьями насчитывалось 4 образца, с очень длинными – 20 (см. рис. 14, прил. 9).

Ширина второго листа составила 1,2 см, при средней степени изменчивости признака (CV=18,36%). Очень узкими листьями характеризовался Местный (США к-24644, var. *afghanicum*) – 0,7 см. Самая широкая листовая пластинка зарегистрирована у Nepal b14-7 (к-24656, var. *trifurcatum*) – 2,0 см. Стандарты формировали листья средней шириной – 1,2 см у обоих сортов.

Как и в предыдущие годы исследования, среди изучаемой коллекции преобладали образцы с шириной от 1,1-1,4 см (63,7%) (см. рис. 15). На долю с широкой

листовой пластинкой приходится 19,2% от всех образцов. Остальные 16,4% формировали узкие листовые пластинки.

По усреднённым данным (2015-2017 гг.) установлено, что среди изучаемой коллекции преобладали образцы, растения которых характеризовались длинной и средней листовой пластинкой. Доля первых составила 47,3% (69 шт.), к группе со средней длиной листа отнесено 56 образцов или 38,3% (см. рис. 14). Самым коротким и очень узким листом обладал Местный (США к-24644, var. *afghanicum*) – 12,0 см и 0,6 см.

Листьями с длиной свыше 25 см характеризовались 20 образцов. У выделенных образцов коэффициент вариации колебался в пределах от 1,96% у образца из Германии (к-25737, var. *nutans*, Wikingер – 25,1 см) до 28,49% (Европеум 353/133, var. *tetranutans*, Украина – 25,4 см).

Максимальное значение по длине второго листа зарегистрировано у образца из Эфиопии (Местный, к-26620, var. *steudelii*) – 28,9, при средней изменчивости признака CV= 22,09 %. Образцов с узким листом не выявлено. У стандарта Ача длина листовой пластинки составила 18,7 см, у сорта Абалак – 19,8 см. Среднее значение по коллекции – 21,3 см, при этом изменчивость признака была средней CV=14,20%.

Ширина второго листа в среднем за годы исследования изменялась от 0,6 см (Местный, к-24644, var. *afghanicum*) до 1,9 см (Nepal b14-7, к-24656, var. *trifurcatum*). Большинство изучаемых образцов (100 шт.) вошло в группу со средней шириной второго листа (68,5 см). К группе с узкой листовой пластинкой отнесено 24 образца (16,4%), с широкой – 21 образец (14,4%) (рис. 15). Стандарты в среднем за годы исследования формировали вторые листья со средней шириной (Ача – 1,1; Абалак – 1,2 см).

По площади второго листа у коллекционных образцов в разные годы исследования выявлены различия. В 2015 году площадь листовой поверхности варьировала от 3,32 см<sup>2</sup> (Местный, к-24644, var. *afghanicum*) до 25,97 см<sup>2</sup> у образца С.И. 10995 (к-30630, var. *sinicum*). Среднее значение по коллекции составило 15,3 см<sup>2</sup>.



Большей площадью второго листа среди стандартов характеризовался сорт Абалак – 15,7 см<sup>2</sup>. У стандарта Ача значение по данному признаку составило 12,8 см<sup>2</sup>.

В условиях 2016 года растения исследуемых образцов формировали вторые листья с площадью от 6,53 до 44,88 см<sup>2</sup> (С. I. 11069, к-30661, Перу. var. *schimperianum*), при среднем значении по образцам – 20,9 см<sup>2</sup>. Как и в предыдущий год, большей площадью второго листа характеризовался стандарт Абалак (17,9 см<sup>2</sup>), у сорта Ача площадь составила 16,6 см<sup>2</sup>.

Площадь ассимиляционной поверхности в 2017 году изменялась в широких пределах (5,30-36,85 см<sup>2</sup>). Площадь второго листа у стандартных сортов была практически одинаковой (Ача – 14,2 см<sup>2</sup>, Абалак – 14,3 см<sup>2</sup>).

Минимальное значение, как и в предыдущие годы исследования, отмечено у образца Местный (к-24644, var. *afghanicum*), максимальным значением признака характеризовался Nepal b14-7 (к-24656, var. *trifurcatum*). По происхождению оба образца из США.

За три года исследований (2015-2017 гг.) площадь ассимиляционной поверхности второго листа по образцам составила 17,9 см<sup>2</sup> (прил. 9). Среди районированных сортов наибольшей площадью характеризовался Абалак (15,5 см<sup>2</sup>), у стандарта Ача данный показатель составил 14,3 см<sup>2</sup>.

Достоверное превышение над лучшим стандартом обнаружено у 15 образцов, из них 11 выделились и по площади флагового листа.

Выделившиеся образцы превосходили стандарты, а также другие коллекционные образцы. Максимальной ассимиляционной поверхностью второго листа характеризовался Nepal b14-7 (к-24656, var. *trifurcatum*) – 30,6 см<sup>2</sup>, у которого отмечены статистически достоверные различия со стандартами (табл. 10).

У большинства образцов наблюдалась сильная изменчивость признака (CV=27,62-43,16%). Средней вариацией характеризовались 6 образцов (CV=11,20-24,81%). Со слабым коэффициентом вариации отмечен только один образец (Arni 7, к-25783, var. *pallidum*, CV= 9,98%).

Таблица 10 - Образцы ячменя, характеризующиеся наибольшей площадью второго сверху на побеге листа, (2015-2017 гг.)

№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Разновидность	Площадь второго листа, см <sup>2</sup>	min-max, см <sup>2</sup>	CV, %
<i>ssp. vulgare</i>					
24656	Nepal b14-7, США	<i>trifurcatum</i>	30,6±3,92•*	23,4-36,9	22,19
30661	C. I. 11069, Перу	<i>schimperianum</i>	30,3±7,55*	19,5-44,9	43,16
23441	H.3735 Amba Ras, Эфиопия	<i>atriscipatum</i>	29,2±4,66•*	22,4-38,2	27,62
23357	Algerian x 414 Man (R), США	<i>pallidum</i>	28,3±3,08•*	25,2-34,5	18,88
25783	Arni 7, Германия	<i>pallidum</i>	26,0±1,49•*	23,2-28,4	9,98
23326	C.I. 1243, США	<i>pallidum</i>	25,9±2,97•*	21,9-31,7	19,86
30449	Белогорский 95, Россия, Ленинградская обл.	<i>pallidum</i>	25,4±3,10•*	20,8-31,3	21,13
30683	C. I. 11120, Перу	<i>nigrum</i>	25,4±5,94	14,9-35,5	40,50
30664	C. I. 11074, Перу	<i>trifurcatum</i>	24,2±1,56•*	22,1-27,2	11,20
22929	Dz02-102, Эфиопия	<i>nigrum</i>	24,1±4,44*	18,0-32,8	31,88
<i>ssp. distichon (L.) Körn</i>					
26620	Местный, Эфиопия	<i>steudelii</i>	28,9±5,85•*	19,2-39,4	35,05
23452	H.2682 Coll.Gembloux, Бельгия	<i>compositum</i>	25,7±4,67•*	16,8-32,6	31,43
23216	C.I.5798, США	<i>nutans</i>	25,0±3,58•*	21,1-32,2	24,81
24922	Rehmii K-15, Франция	<i>rehmii</i>	24,5±4,18•*	19,6-32,8	29,64
24823	Ботаническая форма, Германия	<i>rimpaui</i>	24,3±5,76	12,7-30,3	41,16
Среднее по стандартам	St 1 Ача, Россия	<i>nutans</i>	14,3±0,86	12,8-15,8	10,52
	St 2 Абалак, Россия	<i>nutans</i>	15,5±0,75	14,3-16,9	8,46

Примечание: статистически достоверные различия при  $P < 0,05$  • - со St1, \* - со St2.

В формировании площади флагового и второго листьев равнозначная роль принадлежит их длине ( $r=0,79$ ;  $0,79$ ) и ширине ( $r=0,86$ ;  $0,82$ ) (рис. 16,17).

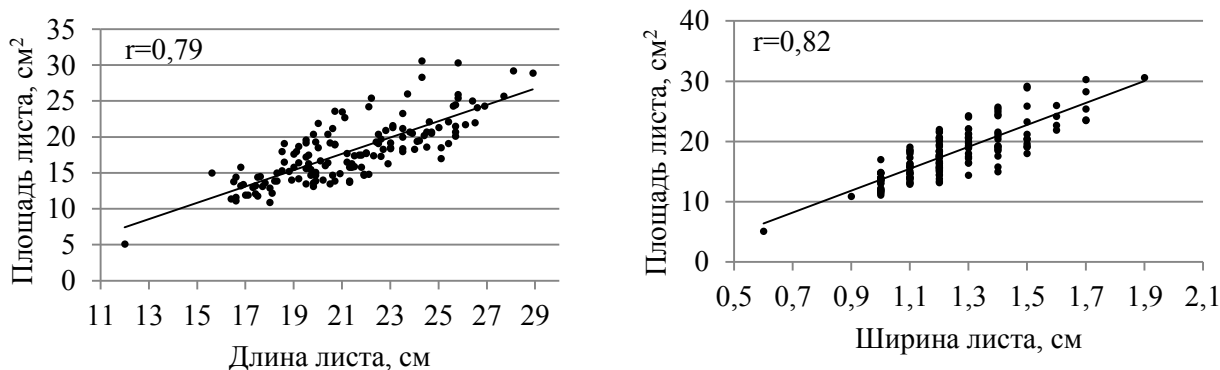


Рисунок 16 - Корреляция длины и ширины флагового листа с площадью (2015-2017 гг.).

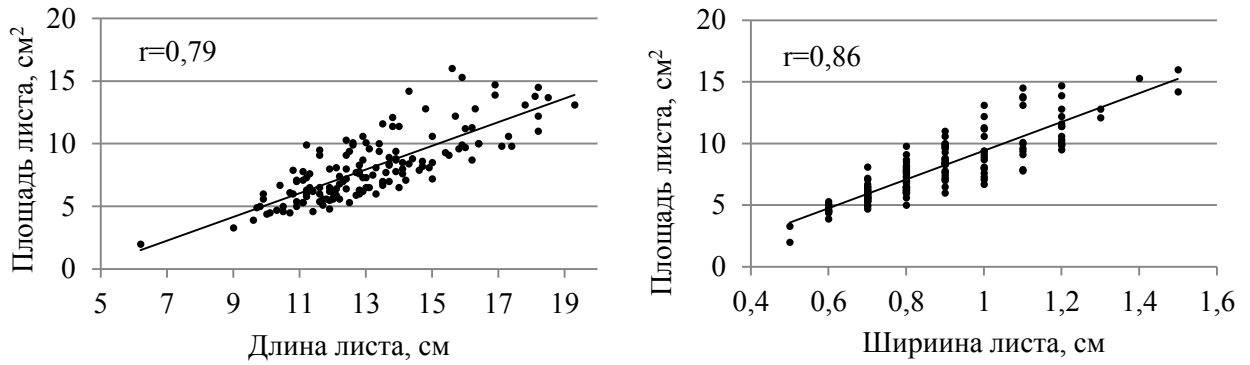


Рисунок 17 - Корреляция длины и ширины второго листа с площадью (2015-2017 гг.).

Площадь ассимиляционной поверхности может быть увеличена за счёт формирования большего числа листьев, однако чаще всего данный признак стабильный и по годам варьирует незначительно (Коновалов, 1981). Одним из примеров угнетающего действия засухи на растения, является уменьшение числа листьев на побеге, при этом у засухоустойчивых сортов оно выражено слабее (Кумаков, 1974).

В 2015 году на растениях насчитывалось в среднем по 4,9 листьев, 2016 – 4,1, 2017 – 3,9, в среднем за годы исследования (2015-2017 гг.) – 4,3 (табл. 11).

Таблица 11 - Число листьев на побеге ячменя в годы исследования, шт.

Показатели		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015-2017 гг.
Среднее по коллекции	$X_{cp} \pm S_x$	4,9±0,03	4,1±0,02	3,9±0,02	4,3±0,02
	CV, %	7,86	8,62	8,72	5,81
lim по образцам		min - 3,4 max - 6,2	min - 3,2 max - 5,0	min - 3,0 max - 5,6	min - 3,5 max - 5,2
Среднее по стандартам	St1 Ача	4,4±0,12	3,9±0,08	3,8±0,08	4,0±0,18
	St2 Абалак	4,9±0,10	4,3±0,15	4,0±0,13	4,4±0,26

Высокой облиственностью характеризовался Местный (к-24644, var. *afghanicum*) из США – 5,2 шт., и С.И. 10993 (к-30629, var. *hypatherum*) – 5,1 из Перу, среди стандартов – Абалак во все годы исследования (прил. 10). О стабильном проявлении данного признака свидетельствует низкий коэффициент вариации как в среднем (CV=5,81), так и отдельно по годам (CV=7,86-8,72). У большинства изученного материала число листьев находилось на уровне стандартных сортов (4,0-4,4), достоверные различия выявлены у 13 образцов (прил. 10).

**Содержание хлорофилла в листьях.** Одним из критериев отбора форм растений устойчивых к стрессовым факторам является содержание хлорофилла в листьях. Экспресс-диагностику в полевых условиях без изъятия растений из фитоценоза проводят с помощью оптического счетчика хлорофилла SPAD 502 Plus (Minolta Camera Co, Ltd, Токио, Япония) (Buschmann et al., 2013; Zhu, 2013; Kendal, 2015).

Учитывая достаточно широкое применение данной диагностики на различных видах растений, в том числе и на ячмене, в нашем исследовании в 2017 году было добавлено определение содержания хлорофилла в клетках флаговых листьев в фазе выхода в трубку растений с помощью оптического счётчика SPAD 502 Plus. Сравнительный анализ изученного материала выявил различия по содержанию хлорофилла в листьях. Данный признак изменялся от 26,3 (Comfort f8, к-24678, var. *breviaristatum*, США) до 54,8 ед. spad (С.І. 11086, к-30666, var. *pyramidatum*, Перу), при среднем значении – 38,9 ед. spad. Содержание хлорофилла у сортов Ача и Абалак превышало среднее значение по коллекции 46,0 и 41,0 ед. spad соответственно (прил. 11).

По индексу хлорофилла (отношение spad к площади флаг-листа) весь коллекционный материал был распределён на четыре группы: >3,0 низкий (19 образцов); 3,1-7,0 средний (91 образец); 7,1-10,0 высокий (29 образцов); 10,1 < очень высокий (7 образцов) (рис. 18).

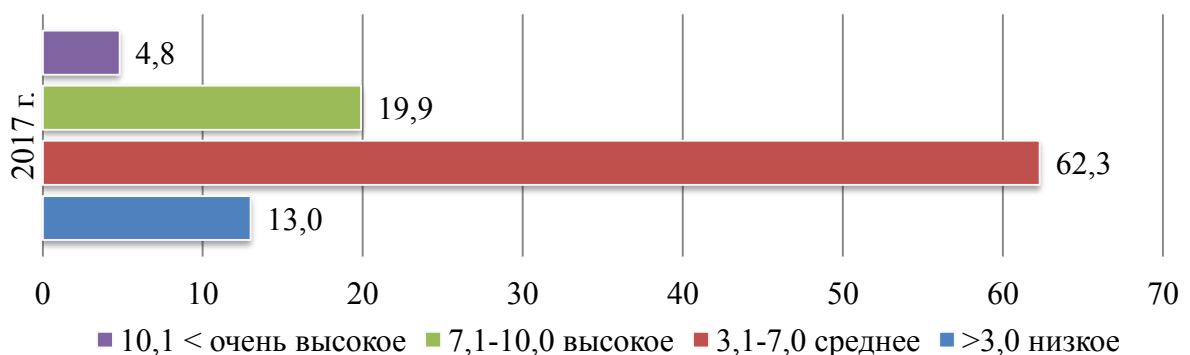


Рисунок 18 - Распределение коллекционных образцов, по индексу хлорофилла, %.

Корреляция между площадью флагового листа с индексом хлорофилла обратная сильная ( $r=-0,82$ ). Выявлена средней силы связь содержания хлорофилла в

листьях с числом продуктивных стеблей ( $r=0,32$ ) и урожайностью ( $r=0,30$ ). О взаимосвязи между содержанием хлорофилла по показаниям SPAD и признаками продуктивности для некоторых видов растений сообщает J. Udding с соавторами (2007).

Полученные результаты позволяют предположить возможность использования показаний SPAD для характеристики адаптивных свойств ячменя по отношению к факторам окружающей среды, что подтверждено нашими результатами, полученными и описанными в 2018 году (раздел 4.1).

### 3.5. Оценка устойчивости ячменя к грибным болезням

Одной из причин, ограничивающей эффективность возделывания ячменя, является его подверженность к поражению свыше 40 известными возбудителями болезней (Афанасенко, 2013; Шешегова, Щеклеина, 2016; Астапчук, 2017). К числу распространенных и вредоносных заболеваний ячменя относят различные листовые пятнистости, в том числе тёмно-бурую пятнистость, которая распространена повсеместно и проявляется на растениях различного возраста. Также к часто встречаемым болезням ячменя можно отнести головневые и ржавчинные болезни, корневые гнили, мучнистую росу (Никулина, 1967; Пересыпкин, 1974; Ишкова, 2002; Станчева, 2003; Ерошенко и др., 2015; Тырышкин, 2016).

В годы проведения исследования, на растениях коллекционных образцов ячменя отмечалось поражение тёмно-бурой пятнистостью, возбудителем которой является аскомицет *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechsler ex Dastur.), анаморфа *Bipolaris sorokiniana* (Saac) Shoem) (Скибина, 2017; Быкова и др., 2018).

Наиболее благоприятными для роста гриба являются условия с тёплым и влажным периодом, при оптимальной температуре 27-28°C и влажности субстрата 60-80% от влагоёмкости (Тупеневич, 1977). В исследовании О.С. Афанасенко с соавторами (2014) приводятся сведения о двух известных генах, обуславливающих высокую устойчивость к возбудителю тёмно-бурой пятнистости – *Rcs5*, на 7Н хромосоме и *QRcs1* (1Н хромосома). О высокой восприимчивости ячменя к *B. sorokiniana* в фазе 1-2 листьев сообщается Л.Г. Тырышкиным (2007, 2018).

Описание коллекции ячменя по устойчивости к тёмно-бурой пятнистости выполнено по следующей шкале (оценка в баллах): 1 – очень слабая; 3 – слабая; 5 – средняя; 7 – высокая; 9 – очень высокая (Международный классификатор..., 1984).

Степень поражённости листьев определяли в фазы колошения - молочной спелости по шкале, предложенной Э.Э. Гешеле (1978): 0-10% поражения – «очень слабая»; 10-20% – «слабая»; 20-30% – «средняя», 30-50% – «высокая», более 50% поражения площади листа – «очень высокая».

В относительно засушливых условиях 2016 года наблюдалось сильное поражение растений тёмно-бурой пятнистостью, что обусловлено благоприятными условиями для развития заболевания. Слабой устойчивостью обладали 123 образца (84,2%), в том числе стандарты; средней – 23 (15,8%) (рис. 19). Генотипов с высокой и очень высокой устойчивостью не выявлено.

Распространённость болезни изменялась от 40% у С.I.5798 (к-23216) из США и Ботанической формы (к-24820) из Германии до 100% у 54 образцов.

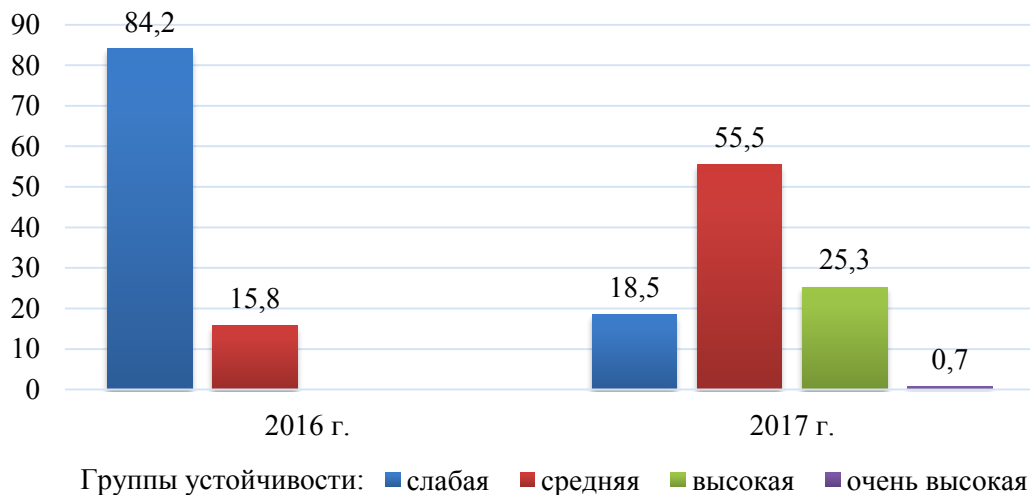


Рисунок 19 - Распределение образцов ячменя по устойчивости к тёмно-бурой пятнистости листьев, %.

Среди образцов средней восприимчивостью к поражению *B. sorokiniana* характеризовались: С.I. 11086 (к-30666), С.I. 11061 (к-30656) – Перу; Целинный 91 (к-004), Целинный 5 (к-001), Арна (к-738) – Казахстан; Сонет (к-30448), Белгородский 95 (к-30449), Нутанс 2419 (к-30436) – Россия; Rokkaku-yabane (к-10986) –

Япония; Местный (к-30367) – Сирия; Himalaya (к-24648) – США; Gitte (к-25170) – Германия; H.2198 Ubaner Vasco (к-22308), Dz02-404 (к-22961), H.2866 Coll.Halle EP80 (к-23450), Dz02-415 (к-22964) – Эфиопия; Днепропетровский 425 (к-22050), Свитязь (к-24722) – Украина; В 26/72 (к-25478) – Польша; Abyssinian 14 (к-23504), Meta (к-25682) – Нидерланды, относящиеся к 10 ботаническим разновидностям: *pyramidatum*, *nutans*, *medicum*, *pallidum*, *brachyatherum*, *coeleste*, *griseinudiinerve*, *steudelii*, *nigrum* (прил. 12).

В вегетационный период 2017 года у более половины исследуемого материала (81 шт.) отмечена средняя устойчивость к болезни, с высокой устойчивостью было 37 образцов, со слабой – 27 (см. рис. 19; прил. 12).

Слабой степенью поражения к заболеванию характеризовались образцы из Перу (С. I. 11070, к-30662; С. I. 11069, к-30661; С. I. 11061, к-30656; С. I. 11073, к-30663; С. I. 10975, к-30624; С. I. 10993, к-30629; С. I. 10995, к-30630; С. I. 11086, к-30666; С. I. 11120, к-30683; С. I. 11126, к-30687), Таджикистана (Местный, к-14965), Казахстана (Целинный 5, к-001), Сирии (Местный, к-30367), Бразилии (к-30398, PFC-8275), США (С. I. 5798, к-23216; С. I. DO-1637, к- к-25279; Wisconsin x 691-1 С. I. 10513, к-23493; Nepal b14-7, к-24656), Германии (Haarer Isdania, к- 25746; Galina, к-22728; Wikinger, к-25737; H/2666 Hansen 462 Kapure, к-22307; Ботаническая форма, к-24820; Schwarze Nackte Kraftborn, к-25788); Эфиопии (Местный, к-25008), Чехословакии (Liunn, к-25490; U-568/72, к-22226; 4-300/72, к-22236; Saran, к-24860; Weihenstephan 1, к-24877; КМА-3569, к-24979; Eiser, к-24805), Франции (Armelle, к-23891); Украины (Днепропетровский 425, к-22050; Днепровский 427, к-24741; Носовский 9, к-24740). Стандарты Ача и Абалак продемонстрировали высокую и среднюю устойчивость. Распространенность болезни в 2017 году у всего изученного коллекционного материала составила 100%.

Ответная реакция одних и тех же генотипов в разные годы на воздействие фитопатогенов была неодинаковой. Так, например, С. I. 11074 (к-30664, var. *trifurcatum*) из Перу в 2017 году характеризовался очень высокой устойчивостью, в то время как в 2016 году у него была низкая резистентность к гельминтоспориозу. Следовательно, степень поражения фитопатогенными грибами, а также устойчи-

вость коллекционных генотипов к тёмно-бурой пятнистости в значительной степени определялась метеорологическими условиями года.

Вместе с тем, выявлены образцы ячменя с относительно стабильной устойчивостью к фитопатогенам в течение двух вегетационных периодов (2016 г. – средняя устойчивость; 2017 г. – высокая устойчивость): С.І. 11086 (к-30666, var. *pyramidatum*), С.І. 11061 (к-30656, var. *schimperianum*) – Перу, Целинный 5 (к-001, var. *medicum*) – Казахстан, Местный (к-30367, var. *pallidum*) – Сирия, Днепропетровский 425 (к-22050, var. *nutans*) – Украина.

Средняя устойчивость в оба года исследования отмечена у образцов из Казахстана (Целинный 91, к-004, var. *medicum*; Арна, к-738, var. *nutans*), России (Нутанс 2419, к-30436, var. *nutans*), США (Himalaya, к-24648, var. *coeleste*), Германии (Minister Ruys, к-25752, var. *erectum*), Эфиопии (H.2866 Coll.Halle EP80, к-23450, var. *griseinudiinerme*), Нидерландов (Abyssinian 14, к-23504, var. *pallidum*).

### 3.6. Число продуктивных стеблей

Продуктивность ячменя складывается из ряда наследуемых признаков. Одним из значимых структурных элементов урожая является число продуктивных стеблей (Кондрашова, 2011).

Способность растений образовывать новые боковые побеги и вторичные корни из подземных узлов называется кущением. Как правило, наиболее мощным и развитым у злаковых растений является верхний подземный узел (узел кущения), гибель которого ведёт к полной гибели растений. Его сохранность обуславливается глубиной залегания, которая в свою очередь зависит от механического состава почвы и её влагообеспеченности, температурного режима, глубины заделки семян, нормы высева, генетических особенностей самого сорта. Отмечается, что при загущенных посевах с меньшей площадью питания на растение кустистость ниже, чем при разреженных посевах, но с большей площадью питания (Ригус, 1952; Аниськов, Гарис, 2008).

В соответствии с Международным классификатором СЭВ изученная коллекция была распределена на группы по числу продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>:



очень малое <200-300; малое 301-500; среднее 501-700; большое 701-900; очень большое >900.

В вегетационный период 2015 года размах варьирования по коллекции составил 10-508 продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, при среднем значении – 243 шт./м<sup>2</sup>. Максимальными значениями признака характеризовались С. I. 11086 (к-30666, var. *pyramidatum*) из Перу – 506 шт./м<sup>2</sup> и Cosmos (к-21967, var. *nutans*) из Франции – 508 шт./м<sup>2</sup>. У сортов Ача и Абалак число продуктивных стеблей составило 390 и 355 шт./м<sup>2</sup> соответственно.

Большинство образцов (104) формировали <200-300 продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, 40 – в пределах 301-500 шт., у С. I. 11086 (к-30666) из Перу и Cosmos (к-21967) из Франции данный показатель был выше 500 шт./м<sup>2</sup> (рис. 20).

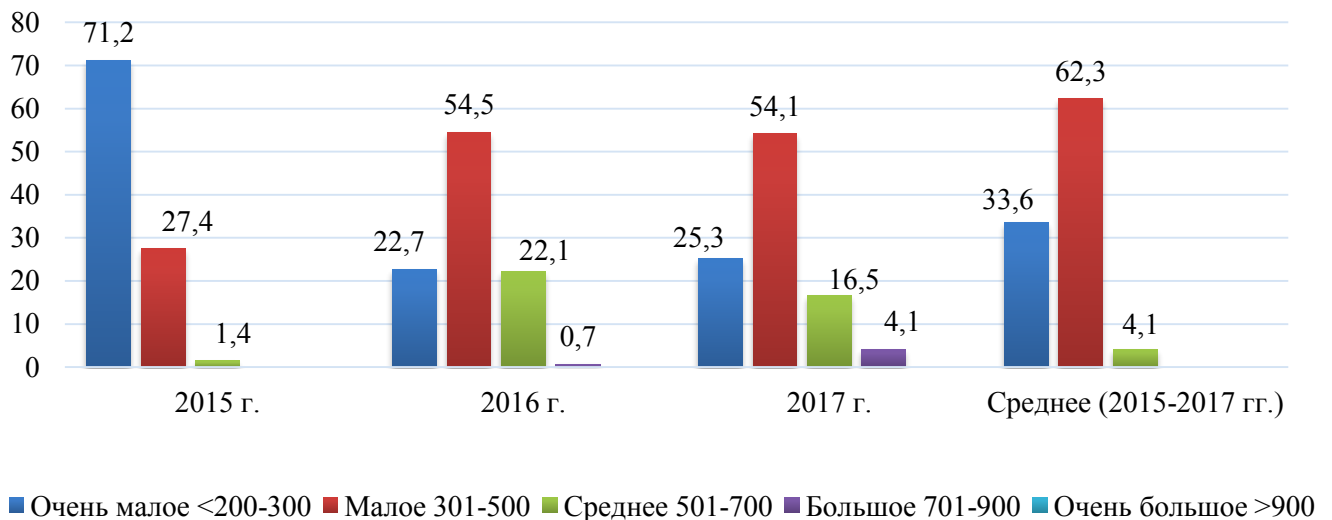


Рисунок 20 - Распределение образцов ячменя по показателям количества продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, % (Международный классификатор..., 1983).

Одной из причин невысокой способности ячменя образовывать продуктивные побеги, могло стать повреждение растений шведской мухой, в фазу кушения.

У 7 образцов на 1 м<sup>2</sup> насчитывалось более 400 продуктивных стеблей. В их числе 4 образца из Германии: Haarer Isdania (к-25746) – 434 шт./м<sup>2</sup>; Ботаническая форма (к-24813) – 462 шт./м<sup>2</sup>; Wikinger (к-25737) – 482 шт./м<sup>2</sup>; Gitte (к-25170) – 426 шт./м<sup>2</sup>; 2 образца из Эфиопии: Н.2198 Ubamer Васо (к-25854) – 406 шт./м<sup>2</sup>; Н.2866 Coll.Halle EP80 (к-23450) – 414 шт./м<sup>2</sup>; 1 образец из Франции: Noirea Ballas Panach (к-25854) – 410 шт./м<sup>2</sup>.

Поскольку поздно образованные побеги (подгон) часто не плодоносят или же создают неодновременность созревания растений, важно, чтобы в одном растении насчитывалось больше продуктивных и в то же время одновременно созревающих побегов.

У 5 образцов число общих и продуктивных стеблей было одинаковым (доля продуктивных стеблей 100%), что указывает на отсутствие подгона. В эту группу вошли: Wisconsin x 691-1 C.I.10513 (к-23493, var. *rikotense*, США), Местный (к-24644, var. *afghanicum*, США), Паллидум 90 (к-25932, var. *pallidum*, Украина), Крааи 65-283 (к-23961, var. *nutans*, Нидерланды), Mansholts Fletument D (к-24799, var. *pallidum*, Нидерланды).

Минимальная доля продуктивных стеблей от общего количества была у Comfort f8 (к-24678, var. *breviaristatum*) из США – 61,1%, а также у 2-х образцов из Перу: С. I. 10993 (к-30629, var. *hyatherum*) – 72,2% и С. I. 11126 (к-30687, var. *nigripallidum*) – 72,2%.

В 2016 году данный признак колебался от 130 до 718 продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, среднее значение по коллекции составило 400 шт./м<sup>2</sup>.

Большинство генотипов (80 шт. или 54,5%) формировали 301-500 продуктивных стеблей, менее 200-300 стеблей – 33, 501-700 – 32, более 700 – 1 (см. рис. 20). Высокие значения по исследуемому признаку показали: Кедр (к-28119, var. *nutans*, Россия) – 718 шт./м<sup>2</sup>; М-702/70 (к-22199, var. *nutans*, Чехословакия) – 652 шт./м<sup>2</sup>; Н/2666 Hansen 462 Kapure (к-22307, var. *latispicatum*, Германия) – 596 шт./м<sup>2</sup>; Cosmos (к-21967, var. *nutans*, Франция) – 547 шт./м<sup>2</sup>; Rehmii К-15 (к-24922, var. *rehmii*, Франция) – 568 шт./м<sup>2</sup>; С. I. 11086 (к-30666, var. *pyramidatum*, Перу) – 558 шт./м<sup>2</sup>. Число продуктивных стеблей у сорта Ача составило 679 шт./м<sup>2</sup>, Абалак – 568 шт./м<sup>2</sup>.

К образцам, растения которых, не образовывали подгона относятся: к-30656, к-30663, к-30666, к-30683 из Перу; к-14965, к-29894 из Таджикистана; к-698, к-004, к-738 из Казахстана; к-30244, к-24735, к-28119, к-30436, к-30453 из России; к-15233 из АРЕ; к-10986 из Японии; к-23357, к-25279, к-23493, к-24644, к-24648, к-24656 из США; к-24813, к-25170, к-24824, к-25788, к-25804 из Герма-

нии; к-22942, к-25013, к-25529, к-26595, к-22929, к-23444, к-22308, к-23450, к-23454, к-25008, к-23441 из Эфиопии; к-22236, к-24860, к-24979, к-22199 из Чехословакии; к-23891, к-21967, к-24922, к-26481, к-25854 из Франции; к-23459, к-23460, к-23683, к-24722, к-25932, к-24740 из Украины; к-25478 из Польши; к-23504, к-23961, к-25682, к-22315 из Нидерландов; к-22807, к-22813 из Венгрии; к-24817 из Ботсваны.

В 2017 году растения формировали от 98 (Nepal b14-7, к-24656, var. *trifurcatum*, США) до 852 (Днепропетровский 427, к-24741, var. *nutans*, Украина) продуктивных стеблей, при среднем значении по коллекции – 379,4 шт./ м<sup>2</sup>.

От 301-500 насчитывалось у 79 образцов, менее 200-300 – 37, 500-700 – 24; с количеством от 701 до 900 шт./ м<sup>2</sup> было 6 образцов: Днепропетровский 427 (к-24741, var. *nutans*, Украина) – 852 шт./м<sup>2</sup>; В26/72 (к-25478, var. *nutans*, Польша) – 776 шт./м<sup>2</sup>; Cosmos 34 (к-25977, var. *nutans*, Польша) – 732 шт./м<sup>2</sup>; С. I. 11086 (к-30666, var. *pyramidatum*, Перу) – 714 шт./м<sup>2</sup>; L-2048/63/2Lageiewnik (к-22176, var. *nutans*, Польша) – 712 шт./м<sup>2</sup>; Носовский 9 (к-24740, var. *nutans*, Украина) – 708 шт./м<sup>2</sup>; Ача – 475 шт./м<sup>2</sup>; Абалак – 499 шт./м<sup>2</sup>. Минимальная доля продуктивных стеблей от общего количества зарегистрирована у С. I. 11126 (к-30687) по происхождению из Перу – 70,9%.

К числу образцов со 100% долей продуктивных стеблей, отнесены к-25666, к-24650, к-24656, к-24659 по происхождению из США; к-24824, к-22305, к-22306, к-24823, к-24818 из Германии; к-25788, к-25804, к-26620, к-22942, к-22934, к-23450, к-23454, к-22955 из Эфиопии; к-25490, к-24860, к-22199 из Чехословакии; к-23891, к-23976, к-23491 из Франции; к-23459, к-23460, к-23683, к-24740 из Украины; к-22176, к-25478 из Польши; к-23961, к-24799, к-22315 из Нидерландов; к-22807, к-22808, к-22813 из Венгрии; к-23452, к-24899 из Бельгии.

За весь период проведения исследования (2015-2017 гг.) среднее значение по коллекции составило 346,5 шт./м<sup>2</sup>. На растения, формирующие от 301-500 стеблей приходится 62,3% коллекционного материала, от 200-300 – 33,6 % (см. рис. 20, прил. 13).

От 501 до 700 продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> обеспечили 6 генотипов, у которых доля продуктивных стеблей от общего количества составила: С. I. 11086 (к-30666, Перу) – 95,9%; Knezsza 65 (к-22809, Венгрия) – 99,5%; В 26/72 (к-25478, Польша) – 99,6%; L-2048/63/2 Lageiewnik (к-22176, Польша) – 99,2%; Cosmos 34 (к-25977, Польша) – 99,5% и 99,1%, Арна (к-738, Казахстан) (табл. 12). У сортов Ача и Абалак – 511,2 и 467,7 продуктивных стеблей соответственно.

Таблица 12 - Образцы ячменя, выделившиеся по количеству продуктивных стеблей, 2015-2017 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Количество стеблей, шт./м <sup>2</sup>					
		продуктивных			общих (с подгоном)		
		$X_{cp} \pm S_x$	min max	CV, %	$X_{cp} \pm S_x$	min max	CV, %
30666	С. I. 11086, Перу	592,7±62,49	506 714	18,26	618,0±85,13	510 786	23,86
22809	Knezsza 65, Венгрия	539,3±84,79	412 700	27,23	542,3±84,22	416 702	26,89
25478	В 26/72, Польша	531,3±131,80	324 776	42,96	533,3±130,24	330 776	42,29
22176	L-2048/63/2Lageiewnik Польша	517,7±99,18	386 712	33,18	521,7±96,78	396 712	32,13
25977	Cosmos 34, Польша	502,7±138,32	254 732	47,66	505,3±138,87	256 736	47,60
738	Арна, Казахстан	501,3±87,56	382 672	30,25	506,0±91,01	384 684	31,15
Среднее по стандартам	St 1 Ача, Россия	511,2±88,43	379,1 679,1	29,96	527,7±84,74	390,4 682,4	27,81
	St 2 Абалак, Россия	467,7±68,93	335,8 568,4	25,52	486,7±66,99	355,1 574,2	23,83

Сопряжённость данного признака с урожайностью была сильная в 2017 и 2015 гг. В условиях повышенных температур в 2016 г, на фоне дефицита осадков, данная связь ослабевала (табл. 13).

Таблица 13 - Корреляция числа продуктивных побегов с урожайностью

Показатель	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее 2015-2017 гг.
Урожайность, г/м <sup>2</sup>	0,78	0,61	0,68	0,63

Примечание: взаимосвязь при  $r < 0,3$  – слабая,  $r = 0,3-0,7$  – средняя,  $r > 0,7$  – сильная (Доспехов, 1985).

### 3.7. Масса зерна с растения

Структура урожая складывается из совокупности компонентов, вносящих вклад в общую продуктивность (Железнов и др., 2014). К основным элементам продуктивности растений Н.А. Сурин и Р.Р. Ламажап (2015) относят число зёрен в колосе, массу зерна с растения, массу 1000 зёрен, урожайность. Согласно Методическим указаниям ВИР (2012) масса зерна с одного растения определяется как отношение средней массы зерна с площади к среднему числу растений.

В годы исследования (2015, 2016, 2017) масса зерна по коллекции составила 0,34, 1,28 и 0,89 г соответственно, при среднем значении – 0,83 г, стандартов Ача и Абалак – по 1,02 г. Распределение коллекционного материала на группы показало, что масса зерна с растения при сравнении с лучшим стандартом была достоверно ниже у 105 образцов, достоверно выше – 28, на уровне со стандартом – 13 (рис. 21, прил. 14).

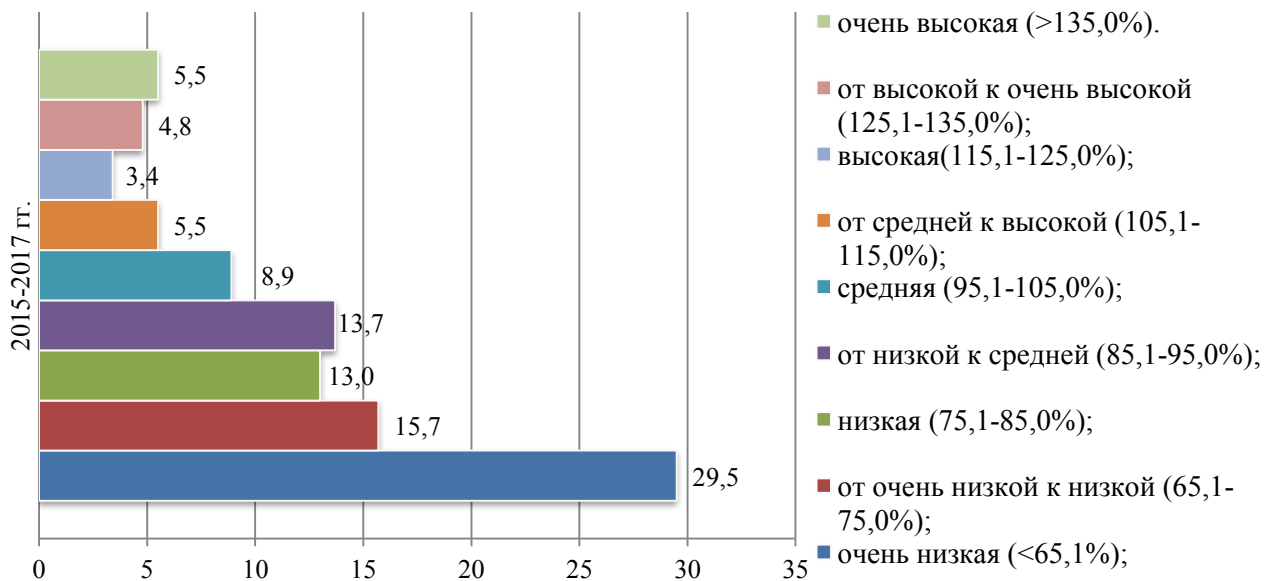


Рисунок 21 - Распределение образцов ячменя по массе с растения к лучшему стандарту (2015-2017 гг.), % (Международный классификатор..., 1983).

К числу с очень высокой массой зерна отнесены 8 генотипов из Франции, Германии, Перу, Чехословакии, Украины и Эфиопии, превысившие стандарты более чем на 35%, однако статистически достоверных различий между стандартами и данными образцами не установлено, что обусловлено высокими значениями коэффициента вариации (табл. 14).

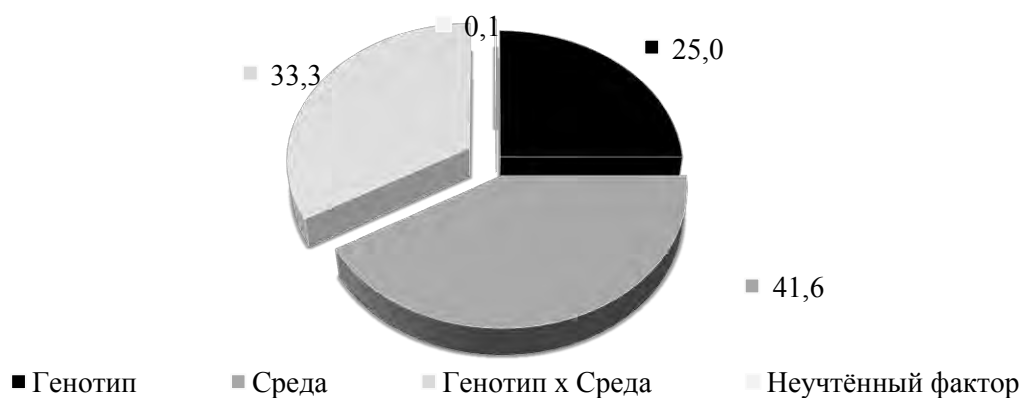
Таблица 14 - Образцы ячменя, выделившиеся по массе зерна с одного растения, 2015-2017 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Разновидность	Масса зерна с растения, г			
			$X_{cp.} \pm S_x$	min max	CV, %	% к контролю
23491	De printerme, Франция	<i>nudum</i>	1,84±0,856	0,52 3,44	80,69	180,2
22728	Galina, Германия	<i>nutans</i>	1,52±0,622	0,69 2,74	71,09	148,8
30624	С. I. 10975, Перу	<i>coeleste</i>	1,51±0,505	0,50 1,98	57,81	148,5
24979	КМА-3569, Чехословакия	<i>nutans</i>	1,51±0,774	0,46 3,02	88,72	148,2
22199	М-702/70, Чехословакия	<i>nutans</i>	1,48±0,671	0,51 2,77	78,63	145,0
30664	С. I. 11074, Перу	<i>trifurcatum</i>	1,47±0,617	0,27 2,34	72,90	143,8
23683	Харьковский 70, Украина	<i>nutans</i>	1,45±0,506	0,44 1,97	60,40	142,5
20024	Л.АНОР 2542/63, Эфиопия	<i>macrolepis</i>	1,41±0,637	0,72 2,68	78,55	137,8
Среднее по стандартам	St 1 Ача, Россия	<i>nutans</i>	1,02±0,327	0,51 1,63	55,82	
	St 2 Абалак, Россия	<i>nutans</i>	1,02±0,294	0,46 1,46	50,11	

В работе О.А. Демидова (2017) об изучении уровня взаимосвязи между урожайностью, элементами структуры урожая, а также морфологическими признаками ячменя отмечается достоверная корреляционная связь между урожайностью и массой зерна с растений ( $r=0,73-0,77$ ), что указывает на зависимость урожайности от данного показателя.

В нашем исследовании корреляционный анализ экспериментальных данных показал, что в разные годы исследования сопряжённость между массой зерна с растения и урожайностью была положительной, в 2017 и 2015 гг. сильной ( $r=0,84-0,90$ ), в 2016, а также за 2015-2017 гг. – средней ( $r=0,52; 0,72$ ).

Изменчивость массы зерна с растения в большей степени определялась фактором «среда» – 41,6%, на взаимодействие факторов «генотип x среда» приходится 33,3% «генотип» – 25% (рис. 22).



### Результаты дисперсионного анализа по массе зерна с растения

Источник варьирования	df	mS	Fфакт.
A (генотип)	145	0,81	1185,33*
B (среда)	2	97,53	142977,54*
A x B	290	0,53	789,09*
Неучтённый фактор	876	0,00	-

Примечание: df – степень свободы; mS – средний квадрат; F факт. – фактическое значение критерия Фишера; варианса достоверна при 95% уровне значимости: \* –  $P < 0,05$ .

Рисунок 22 - Доля влияния факторов на изменчивость массы зерна с растения, % (2015-2017 гг.).

### 3.8. Масса 1000 зёрен

Масса 1000 зёрен является важным показателем технологических свойств зерна, характеризующим величину семян, их выполненность, степень обеспеченности зародыша питательными веществами. Она тесно связана с показателем крупности семян, и является одним из важных критериев сорта в пивоваренной промышленности. Данный признак может колебаться в зависимости от погодных условий (Цильке, Москаленко, 2006; Щенникова и др., 2011; Опанасюк, Белкина 2012).

В нашем исследовании в среднем по коллекции масса 1000 зёрен имела следующие значения: 34,4 г, 35,5 г и 36,8 г, в 2015, 2016, 2017 годах соответственно (прил. 15). В первый год исследования, данный признак изменялся от 16,9 (С. I. 2253, к-25666, var. *revelatum*, США) до 48,0 г (Местный, к-26620, var. *steudelii*, Эфиопия), в 2016 году от 24,1 (Н.3949 Sulo Coll. v. grub, к-22306, var. *cornutiforme*, Германия) до 50,9 г (Dz02-404, к-22961, var. *steudelii*, Эфиопия). Минимальное значение в 2017 году составило 20,8 г (Н.3949 Sulo Coll. v. grub,

к-22306, Германия), максимальное – 50,9 г (L. ANOR 2542/63, к-20024, var. *macrolepis*, Эфиопия).

Распределение на группы, в соответствии с международным классификатором СЭВ, позволило выявить 53 образца с массой 1000 зёрен менее 34,0 граммов, с массой от 34,1 до 42,0 г суммарно выделено 87 (рис. 23).

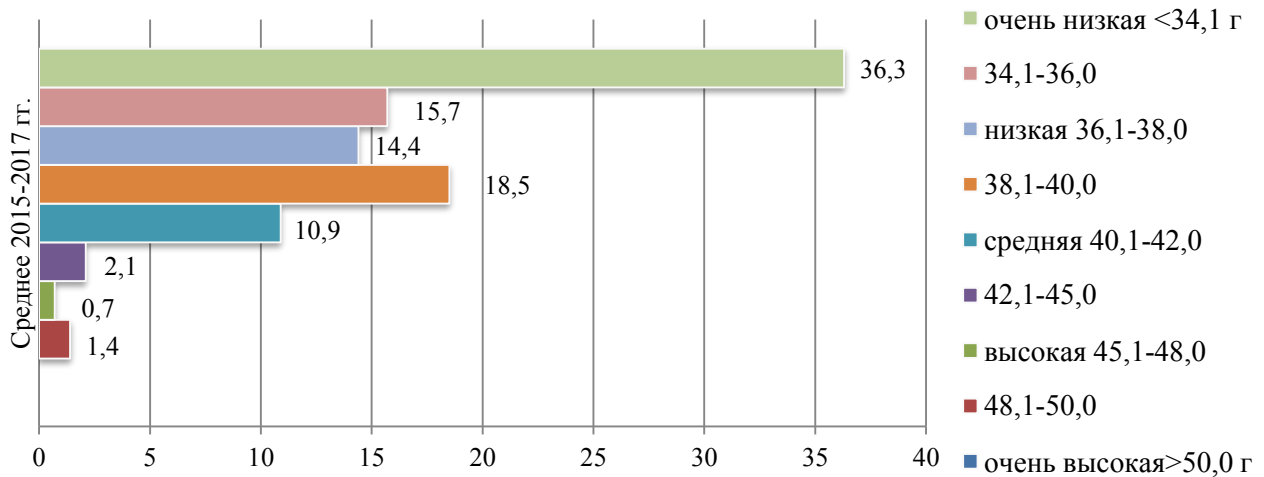


Рисунок 23 - Распределение образцов ячменя по массе 1000 зёрен (2015-2017 гг.), % (Международный классификатор..., 1983).

С массой 1000 зёрен более 42,1 г, превысивших сорта Ача (40,6 г) и Абалак (42,1 г), в сумме отмечено 6 генотипов, среди которых максимальные значения, достоверно различающиеся с лучшим стандартом, имели три образца из Эфиопии (к-20024; к-26620; к-22961), а также по одному образцу из Германии (к-25752), Польши (к-25977) и Венгрии (к-22807) (табл. 15).

Таблица 15 - Образцы ярового ячменя, выделившиеся по массе 1000 зёрен, г, 2015-2017 гг.

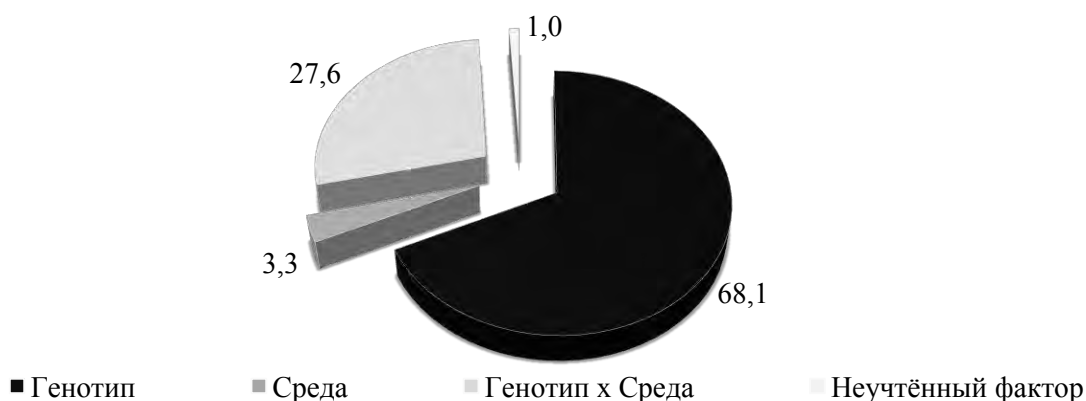
№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Разновидность	$X_{cp.} \pm S_x$	min-max	CV, %
20024	L.ANOR 2542/63, Эфиопия	<i>macrolepis</i>	48,9±1,62•*	45,7-50,9	5,74
26620	Местный, Эфиопия	<i>steudelii</i>	48,1±0,71•*	46,9-49,4	2,59
22961	Dz02-404, Эфиопия	<i>steudelii</i>	47,2±2,11•*	43,6-50,9	7,73
25752	Minister Ruys, Германия	<i>erectum</i>	44,3±1,83	40,7-46,2	7,15
25977	Cosmos 34, Польша	<i>nutans</i>	42,2±2,23	38,2-45,9	9,18
22807	Igav 1104, Венгрия	<i>nutans</i>	42,1±1,28	40,1-44,5	5,26
Среднее по стандартам	St 1 Ача, Россия	<i>nutans</i>	40,6±0,70	39,3-41,7	3,02
	St 2 Абалак, Россия	<i>nutans</i>	42,1±0,80	40,7-43,5	3,30

Примечание: статистически достоверные различия при  $P < 0,05$  • - со St1, \* - со St2.



Сила связи исследуемого признака с урожайностью была средней как за весь период исследования ( $r=0,37$ ), так и по годам 2015, 2016, 2017 ( $r=0,57$ ;  $0,30$ ;  $0,43$  соответственно).

Дисперсионный анализ показал, что изменчивость массы 1000 зёрен в большей степени обусловлена генотипическими особенностями образцов, на долю фактора «генотип» приходится 68,1%. Взаимодействие «генотип x среда» составляет 27,6%, зависимость от влияния среды незначительная (3,3%) (рис. 24).



Результаты дисперсионного анализа по массе 1000 зёрен

Источник варьирования	df	mS	Fфакт.
A (генотип)	145	212,64	426,34*
B (среда)	2	752,79	1509,36*
A x B	290	43,12	84,46*
Неучтённый фактор	876	0,49	-

Примечание: df – степень свободы; mS – средний квадрат; F факт. – фактическое значение критерия Фишера; варианса достоверна при 95% уровне значимости: \* –  $P < 0,05$ .

Рисунок 24 - Доля влияния факторов на изменчивость массы 1000 зёрен, % (2015-2017 гг.).

### 3.9. Урожайность

Результатом успешной селекционной работы, является получение форм растений, обладающих высокой урожайностью в комплексе с проявлением других хозяйственно-ценных признаков: высокая полевая всхожесть, устойчивость к полеганию, к болезням (Филатов и др., 2004; Герасимов, Ляхова, 2015). При общем увеличении урожайности сельскохозяйственных культур колебания её по годам остаются значительными, в связи с высокой зависимостью от влияния неблагоприятных погодных условий.

Урожайность является результатом сложного взаимодействия генотипа с условиями среды. К числу основных факторов, влияющих на данные показатели, относят метеорологические условия, способность семян к проращиванию, растений к кущению (Коновалов, 1981; Ресю, Wach, 2015).

В условиях Тюменской области, где резервы прироста посевных площадей ограничены, актуальными остаются мероприятия направленные на повышение урожайности, которая играет решающую роль при оценке сравнительной эффективности различных культур, при выборе их набора, сортимента и определения площадей посевов (Фарафонов, 1979).

В соответствии с Международным классификатором СЭВ все образцы по отношению урожайности к лучшему стандарту (взятому в качестве контроля), были распределены на 9 групп (рис. 25).

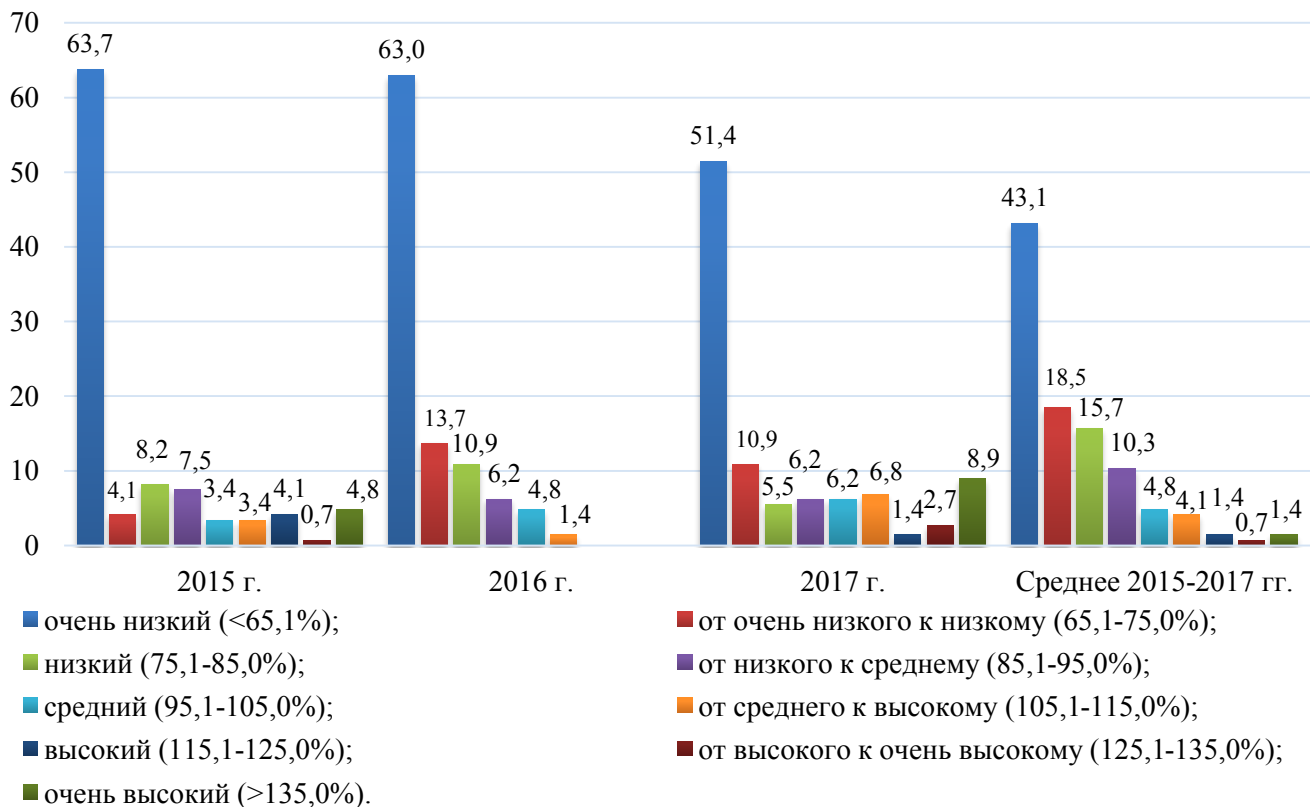


Рисунок 25 - Распределение образцов ячменя по показателям массы зерна с 1 м<sup>2</sup>, (% к контролю) (Международный классификатор..., 1983).

В первый год исследования в качестве лучшего стандарта взят Ача, с урожайностью 154,78 г/м<sup>2</sup>, у сорта Абалак – 137,26 г/м<sup>2</sup>. Наибольшее число исследуемых образцов (93) характеризовалась очень низкой массой зерна с 1 м<sup>2</sup>. Варьиру-

вание признака отмечено от 0,44 г/м<sup>2</sup> у PFC-8275 из Бразилии (к-30398) до 327,76 г/м<sup>2</sup> у Arni 7 (к-25783), из Германии. У большего числа исследуемого материала этот показатель был низким, что подтверждается средним значением по коллекции - 91,94 г/м<sup>2</sup> (прил. 16).

Особый интерес представляют растений с высокой урожайностью, к их числу относятся 19 образцов или 13,0%, которые по зерновой продуктивности превышали стандарт на 3,1-111,8%. Максимальной урожайностью характеризовались Arni 7 (к-25783) – 327,76 г/м<sup>2</sup>, Wikingen (к-25737) – 294,20 г/м<sup>2</sup>, Haarer Isdania (к-25746) – 254,02 г/м<sup>2</sup>, Galina (к-22728) – 247,86 г/м<sup>2</sup> из Германии; по одному образцу из Франции и Перу: Cosmos (к-21967) – 235,34 г/м<sup>2</sup>: С.І. 11071 (к-30711) – 254,04 г/м<sup>2</sup>; Из России по урожайности выделились 3 сорта из Ростовской, Московской и Оренбургской областей: Зерноградский 813 – 185,26 г/м<sup>2</sup>, Нур – 175,80 г/м<sup>2</sup>, Анна – 163,88 г/м<sup>2</sup>.

Зарубежные образцы по сравнению с отечественными характеризовались более высокой устойчивостью к повреждению растений шведской мухой. У них сформировалось больше продуктивных стеблей, что обеспечило относительно хорошую зерновую продуктивность в условиях 2015 года.

В условиях вегетационного периода 2016 года урожайность изменялась от 45,14 до 441,76 г/м<sup>2</sup>. Максимальным значением характеризовался Abyssinian 14 (к-23504) из Нидерландов, минимальным – Местный (к-25008) из Эфиопии, среднее значение по коллекции – 235,59 г/м<sup>2</sup>, урожайность стандартов – 395,65 (Ача) и 333,90 (Абалак) г/м<sup>2</sup>.

Большая часть коллекционных образцов (92) обладала очень низкой урожайностью, по отношению к лучшему стандарту (см. рис. 25). Из всего изученного материала только 6 генотипов превзошли сорт Ача (на 1,6-11,7 %): Abyssinian 14 (к-23504) из Нидерландов, М-702/70 (к-22199), 4-300/72 (к-22236) из Чехословакии, Montclam T30-10 (к-24662) из США и L. ANOR 2553/66 (к-20045); Dz02-163 (к-22942); L. ANOR 2542/63 (к-20024) из Эфиопии. Среди Российских образцов, только Кедр (к-28119) и Зерноградский 813 (к-30453) были приближены, но, тем не менее, не смогли превзойти лучший стандарт по массе зерна.

Максимальная урожайность в 2017 году достигла 589,30 г/м<sup>2</sup> (Mansholts Fletument D, к-24799, Нидерланды). Минимальная – 38,18 г/м<sup>2</sup> (Н. 3786 Jimma7, к-23444, Эфиопия), при среднем значении по коллекции – 223,20 г/м<sup>2</sup>. В качестве лучшего стандарта взят Абалак – 301,55 г/м<sup>2</sup>.

Распределение на группы показало, что у большего количества (75) коллекционных форм отмечена низкая урожайность, с высокой урожайностью суммарно насчитывалось 38 шт., при этом число образцов превышающих лучший стандарт, на более чем 35%, составило 13 (8,9%): Местный (к-14965, Таджикистан); (к-30370, Ирак); Ботаническая форма (к-24820, Германия); Dz02-163 (к-22942, Эфиопия); Харьковский 70 (к-23683), Свитязь (к-24722), Днепропетровский 427 (к-24741) из Украины; L-2048/63/Lageiewnik, (к-22176); Cosmos 34 (к-25977) из Польши; Abyssinian 14 (к-23504), Kraai 65-283 (к-23961), Mansholts Fletument D (к-24799) из Нидерландов; Knezsa 65 (к-22809) из Венгрии. Данные образцы превышали Абалак на 37,6-95,4 %.

По усреднённым данным (2015-2017 гг.) большая часть исследуемого материала (43,1%) соответствовала группе с очень низкой массой зерна с 1 м<sup>2</sup> (см. рис. 25). Высокой урожайностью, на уровне лучшего стандартного сорта Ача, характеризовались 13 образцов. Превышение над стандартом у данных образцов составило 4,8-38,1%. О широкой изменчивости признака свидетельствует коэффициент вариации, который у выделившихся генотипов варьировал от 12,10 до 89,61%. Стоит отметить шесть образцов с высокой потенциальной урожайностью (504,1-589,3 г/м<sup>2</sup>) по происхождению из Нидерландов, Германии, Польши, Украины (табл. 16).

На основании корреляционного анализа установлено, что урожайность ячменя в большей степени определяется такими признаками как полевая всхожесть семян, количество продуктивных стеблей на единицу площади, масса зерна с растения, масса 1000 зёрен (табл. 17).

Таблица 16 - Образцы ячменя, выделившиеся по урожайности (среднее за 2015-2017 гг.)

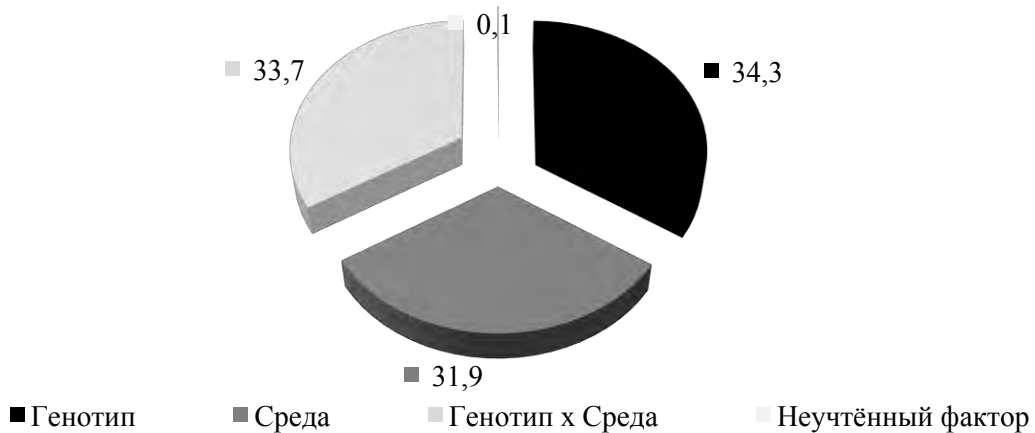
№ по каталогу ВИР	Образец, происхождение	Разновидность	Урожайность, г/м <sup>2</sup>			
			$X_{cp.} \pm S_x$	min max	CV, %	% к лучшему стандарту
23504	Abyssinian 14, Нидерланды	<i>pallidum</i>	371,3±103,23	167,9 504,1	48,16	138,1
24820	Ботаническая форма, Германия	<i>harlani</i>	370,7±120,36	171,2 587,1	56,24	137,9
24799	Mansholts Fletument D, Нидерланды	<i>pallidum</i>	339,3±153,01	61,4 589,3	78,10	126,2
22176	L-2048/63/2Lageiewnik, Польша	<i>nutans</i>	326,8±115,39	180,7 554,6	61,15	121,6
23683	Харьковский 70, Украи- на	<i>nutans</i>	310,3±92,96	131,8 444,7	51,88	115,4
22809	Knezsa 65, Венгрия	<i>pallidum</i>	305,0±88,41	161,7 466,4	50,21	113,5
22942	Dz02-163, Эфиопия	<i>pallidum</i>	299,2±128,87	42,9 451,2	74,61	111,3
24741	Днепровский 427, Укра- ина	<i>nutans</i>	298,7±154,55	35,1 570,3	89,61	111,1
30711	C. I. 11071, Перу	<i>parallelum</i>	296,0±23,81	254,0 336,5	13,93	110,1
25977	Cosmos 34, Польша	<i>nutans</i>	292,9±121,13	92,7 511,1	71,64	109,0
22728	Galina, Германия	<i>nutans</i>	287,4±20,09	247,9 313,3	12,10	106,9
26620	Местный, Эфиопия	<i>steudelii</i>	282,4±74,96	135,2 380,9	45,98	105,0
22199	M-702/70, Чехословакия	<i>nutans</i>	281,7±81,98	137,2 421,1	50,40	104,8
St 1	Ача, Россия	<i>nutans</i>	268,8±69,83	154,8 395,6	45,00	
St 2	Абалак, Россия	<i>nutans</i>	257,6±60,87	137,3 333,9	40,93	

Таблица 17 - Корреляция урожайности ячменя с рядом селекционно-ценных признаков

Признак	Урожайность, г/м <sup>2</sup>			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015-2017 гг.
Полевая всхожесть семян, %	0,48	0,33	0,24	0,39
Число продуктивных стеблей, шт.	0,78	0,61	0,68	0,63
Масса зерна с растения, г	0,90	0,52	0,84	0,72
Масса 1000 зёрен, г	0,57	0,29	0,43	0,37

Примечание: взаимосвязь при  $r < 0,3$  – слабая,  $r = 0,3-0,7$  – средняя,  $r > 0,7$  – сильная (Доспехов, 2014).

Доля влияния факторов на изменчивость урожайности практически в равной степени определяется «генотипом», «средой», а также взаимодействием данных факторов (рис. 26).



#### Результаты дисперсионного анализа по урожайности

Источник варьирования	df	mS	Fфакт.
A (генотип)	145	39638,6	8197,95*
B (среда)	2	2678313,1	553920,75*
A x B	290	19428,1	4018,07*
Неучтённый фактор	876	4,8	-

Примечание: df – степень свободы; mS – средний квадрат; F факт. – фактическое значение критерия Фишера; варианса достоверна при 95% уровне значимости: \* –  $P < 0,05$ .

Рисунок 26 - Доля влияния факторов на изменчивость урожайности, % (2015-2017 гг.).

По результатам комплексной оценки 146 коллекционных образцов ячменя, выделены источники по селекционным ценным признакам: полевая всхожесть семян, устойчивость к полеганию, устойчивость к тёмно-бурой пятнистости число продуктивных стеблей, масса зерна с растения, масса 1000 зёрен, масса зерна с 1 м<sup>2</sup>, которые можно рекомендовать для селекционно-генетических программ (табл. 18).

Комплексом адаптивных и продуктивных свойств обладают С.І. 11071, к-30711, Перу; Mansholts Fletument D, к-24799, Нидерланды; Ботаническая форма, к-24820, Galina, к-22728, Германия; Cosmos 34, к-25977, L-2048/63/2Lageiewnik, к-22176, Польша; Харьковский 70, к-23683, Украина; Knezsa 65, к-22809, Венгрия; M-702/70, к-22199, Чехословакия.

Таблица 18 - Образцы ячменя, выделившиеся по ряду селекционно-ценных признаков (2015-2017 гг.)

Признак	Образцы
Полевая всхожесть семян, n = 17	(к-30711; к-30666) Перу; (к-14965; к-14950) Таджикистан; к-16026, Казахстан; к-23493, США; (к-25783; к-24857; к-24820; к-25788) Германия; (к-22942; к-22934; к-23454) Эфиопия; к-21967, Франция; к-24799, Нидерланды; (к-33813; к-22816) Венгрия.
Устойчивость к полеганию, n = 37	(к-30663; к-30624; к-30711) Перу; к-14965, Таджикистан; (к-28119; к-30820; к-30448; к-30449; к-30453) Россия; к-10986, Япония; к-30367, Сирия; к-30370, Ирак; (к-22733; к-24678) США; (к-22728; к-25752; к-25170; к-23339) Германия; (к-23052; к-22308; к-22961; к-23450; к-23454; к-25008; к-22955) Эфиопия; (к-24913; к-22226; к-24860; к-24013) Чехословакия; (к-23891; к-23978; к-23491) Франция; к-24740, Украина; (к-22176; к-25478; к-25977) Польша; к-22315, Нидерланды.
Устойчивость к тёмно-бурой пятнистости, n = 5	(к-30666; к-30656) Перу; к-001, Казахстан; к-30367, Сирия; к-22050, Украина.
Число продуктивных стеблей, n = 6	к-30666 Перу; к-738, Казахстан; (к-25478; к-22176; к-25977) Польша; к-22809, Венгрия.
Масса зерна с растения, n = 8	(к-30624; к-30664) Перу; к-22728, Германия; к-20024, Эфиопия; к-23491, Франция; к-23683, Украина; (к-24979; к-22199) Чехословакия.
Масса 1000 зёрен, n=6	к-25752, Германия; (к-20024; к-26620; к-22961) Эфиопия; к-25977, Польша; к-22807, Венгрия.
Урожайность, n=13	к-30711 Перу; (к-23504; к-24799) Нидерланды; (к-24820; к-22728) Германия; (к-22176; к-25977) Польша; (к-23683; к-24741) Украина; к-22809, Венгрия; (к-22942; к-26620; к-22199) Чехословакия.