

Растениеводство

УДК 633.14: 630.165.6

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201933-9>**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ
С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ**

А.А. Гончаренко, академик РАН, **А.В. Макаров**, доктор сельскохозяйственных наук,
С.А. Ермаков, **Т.В. Семенова**, **В.Н. Точилин**, **Н.В. Цыганкова**,
С.Е. Скатова, кандидаты сельскохозяйственных наук, **О.А. Крахмалева**

Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,
143026, Московская область, Одинцовский район, ул. Калинина, 1
E-mail: goncharenko05@mail.ru

Представлены результаты 10-летнего (2008-2017) сравнительного изучения сортов озимой ржи с рецессивно-полигенным (первая группа) и доминантно-моногонным (вторая группа) типом короткостебельности. В каждой группе испытывали по 5 сортов, которые оценивали по 6 признакам: урожайность, зимостойкость, высота растения, масса 1000 зерен, число падения и вязкость водного экстракта зернового шрота. По каждому признаку определяли: стабильность фенотипа (SF), экологическое варьирование (CV), экологическую пластичность (bi), общую (OAC) и специфическую (CAC) адаптивную способность, селекционную ценность генотипа (СЦГ). Средняя урожайность по группам сортов была одинаковой (соответственно 6,69 и 6,62 т/га), однако сорта с доминантным типом короткостебельности отличались достоверно лучшей перезимовкой растений (на 6,3%) и имели более короткий стебель (на 9,3 см). На экологическое варьирование признаков существенно влияли все три фактора: погодные условия года (75,5-95,0%), генотип сорта (1,1-12,5%) и взаимодействие сорт x годы (2,9-22,3%). Наиболее сильно погодные условия года влияли на варьирование урожайности (86,3% для первой группы и 95,0% для второй). По признаку зимостойкости сила влияния фактора сорт x годы была выше, чем по другим признакам, и составила соответственно 9,3 и 22,3%. Экологическая устойчивость у сортов второй группы была в 2 раза выше (CV=12,4%), чем у сортов первой группы (CV=24,3%). Сделано заключение, что сорта озимой ржи с доминантной короткостебельностью обладают более низкой нормой реакции на неблагоприятные условия перезимовки, складывающиеся в годы с высоким снеговым покровом. Поэтому основным ареалом возделывания таких сортов ржи должны быть регионы, где главным лимитирующим фактором является низкая перезимовка из-за сильного поражения растений снежной плесенью. Кроме того в основных ржаносеющих областях России целесообразно возделывать сорта ржи с разным типом короткостебельности, но с учетом их агроэкологической специфики.

**ECOLOGICAL STABILITY OF VARIETIES OF WINTER RYE
WITH VARIOUS TYPE OF A SHORT-STEM**

Goncharenko A.A., **Makarov A.V.**, **Ermakov S.A.**, **Semenova T.V.**,
Tochilin V.N., **Tsyganokova N.V.**, **Skatova S.E.**, **Krakhmaleva O.A.**

Federal Research Center "Nemchinovka",
143026, Moskovskaya oblast, Odintsovskiy rayon, ul. Kalinina, 1
E-mail: goncharenko05@mail.ru

Results 10 years' (2008-2017) comparative studying of varieties of winter rye with recessive-polygenic (the first group) and dominant-monogenic (the second group) short-stem type are presented. In each group tested 5 varieties which estimated on 6 traits: productivity, winter hardiness, plant height, weight is 1000 grains, number of falling and viscosity of water extract of grain meal. Determined by each trait: stability of a phenotype (SF), ecological variation (CV), ecological plasticity (bi), general (GAA) and specific (SAA) adaptive ability, selection value of a genotype (SVG). Average productivity on groups of varieties was identical (respectively 6,69 and 6,62 t/ha), however varieties with dominant-monogenic type of a short-stem differed authentically in the best winter hardiness of plants (for 6,3%) and had shorter stalk (on 9,3 cm). On the ecological variation of traits was influenced significantly by all three factors: weather conditions of year (75,5-95,0%), variety genotype (1,1-2,5%) and interaction variety x years (2,9-22,3%). The most strongly weather conditions of year influenced a productivity variation (86,3% for the first group and 95,0% for the second). On the trait of winter hardiness force of influence of a factor a variety x years was higher, than on other traits, and made respectively 9,3 and 22,3%. Ecological stability at varieties of the second group was twice higher (CV=12,4%), than at varieties of the first group (CV=24,3%). The conclusion is made that varieties of winter rye with a dominant-monogenic short-stem have lower norm of reaction to the adverse conditions of a rewintering developing in years with a high snow cover. Therefore regions where the main limiting factor is the low rewintering because of strong defeat of plants a snow mold have to be the main area of cultivation of such varieties of winter rye. The opinion is expressed that in the main winter rye regions of Russia it is expedient to cultivate varieties of winter rye with different types of a short-stem, but taking into account their agroecological specifics.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, тип короткостебельности, экологическое варьирование, фенотипическая стабильность, адаптивность, селекционная ценность

Key words: winter rye, variety, short-stem type, ecological variation, phenotypical stability, adaptability, selection value

В настоящее время в селекции озимой ржи на устойчивость к полеганию широко используют два типа короткостебельности: рецессивно-полигенный

и доминантно-моногонный. Последний получил широкое распространение после обнаружения в 1967 г. В.Д. Кобылянским мутантной формы ЕМ-1, короткосте-

бельность у которой детерминирована наличием доминантного аллеля H1 (Dw1) в гомо- или гетерозиготном состоянии [1]. Особенность его в том, что он снижает высоту растений диплоидной ржи на 33-37%, при этом образуется относительно толстый стебель с широкой листовой пластинкой [2]. Аналогичный тип короткостебельности был обнаружен также у местной ржи из Болгарии (K-10028), на базе которой получен известный сорт Чулпан, получивший широкое распространение в производстве [3]. Всего к настоящему времени в РФ на основе доминантной короткостебельности отселектировано около 40 сортов ржи, что составляет более половины от числа допущенных к использованию. Их преимущество состоит в благоприятном сочетании признаков короткостебельности и зимостойкости. Однако по некоторым другим признакам они существенно уступают сортам с рецессивно-полигенным типом, выделяясь более поздним колошением, относительно низкой натурой зерна, низким содержанием крахмала и объемным выходом хлеба [4]. В целом для обоих типов короткостебельности характерен сильно выраженный плейотропный эффект генов короткостебельности, негативно проявляющийся по признакам продуктивности колоса и растения [5].

Что касается сравнительной оценки сортов ржи по уровню экологической устойчивости и стабильности, то такие исследования проводили в основном на отдельных сортах вне связи с их типом короткостебельности, при этом ученые анализировали преимущественно признаки, наилучшим образом отражающие сортовую дифференциацию [6, 7]. В свете современных требований такое сравнение представляет несомненный интерес, поскольку потенциальная урожайность сорта и его устойчивость к неблагоприятным погодным условиям часто находятся в отрицательной корреляции [8], из-за чего реализовать ее удается не более чем на 50% [9]. Основная причина – недостаточная генетическая защита от различных экологических стрессов (вымерзание, выпревание, засуха, недобор суммы активных температур, эпифитотии болезней и др.). По определению Дж. Ацци [10], величина урожая всегда есть результат компромисса между продуктивностью растения и его устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, то есть практическая реализация урожайности напрямую зависит от экологической «прочности» сорта.

В связи с этим актуальная задача селекции – повышение экологической стабильности сортов, их способности обеспечивать высокую и устойчивую урожайность в различных условиях произрастания. Эта способность зависит от нормы реакции генотипа сорта на различные факторы внешней среды. Если сорт слабо реагирует на изменение условий, или обладает широкой экологической устойчивостью, то он лучше будет противостоять действию различных внешних факторов. Адаптивный сорт – экологически пластичный, приспособленный не только к оптимуму, но к минимуму и максимуму внешних факторов среды. Однако селекция таких сортов встречает ряд проблем, так как по мере повышения потенциальной продуктивности увеличивается разрыв между минимальной и максимальной урожайностью и усиливается экологическая зависимость создаваемых сортов [11]. Поэтому односторонняя селекция на высокую потенциальную продуктивность недостаточно эффективна, ее не удастся реализовать в случае сильных засух, морозных зим и других неблагоприятных погодных факторов. Приоритетным направлением селекции должно быть сочетание высокой потенциальной урожайности с устойчивостью к природным стрессам.

Критерием адаптивной ценности сорта считают уровень его средней урожайности в различных по времени и месту условиях среды. Если высокая средняя урожайность – это результат высокой продуктивности только в благоприятных условиях, то такой сорт будет хуже сорта, который обладает лучшей адаптацией к неблагоприятным условиям [12]. В случае равной урожайности преимущество следует отдавать сорту с максимальной экологической приспособленностью. Отобрать такие специфически адаптивные генотипы можно лишь в условиях, максимально сходных с теми, в которых будут возделывать сорт. Все это предопределяет актуальность экологической направленности селекции.

Эмпирически адаптивный потенциал сорта можно оценить при испытании его в разных экологических условиях. В качестве показателя экологической устойчивости часто используют «фактор стабильности» SF , предложенный D. Lewis [13]. Он представляет собой отношение наиболее высокого выражения признака к самому низкому, которое генотип имел в варьирующих условиях среды, то есть показывает способность генотипа создавать узкий (или широкий) диапазон фенотипов в меняющихся условиях среды. Если фактор $SF = 1$, то генотип максимально устойчив по фенотипу, так как не изменяет признаки при выращивании в разных средах. Если $SF > 1$, то фенотип неустойчив и его фенотипическая нестабильность будет тем больше, чем выше этот показатель.

В качестве меры оценки отзывчивости генотипа на изменяющиеся условия широко используют коэффициент линейной регрессии bi , предложенный S.A. Eberhart и W.A. Russell [14]. Чем выше этот коэффициент, тем выше удельное приращение (или снижение) величины признака на единицу изменения параметра внешнего фактора. Анализ многочисленных данных, полученных на основе этой модели, показал, что для большинства культур доминирующее влияние на динамику признака урожайности оказывает фактор «год», а не фактор «место» [9]. Поэтому оценка экологической реакции сорта на основе многолетних данных предпочтительнее, поскольку позволяет вычислить не только коэффициент экологической вариации признака по годам (CV), но и полнее раскрыть спектр других экологических факторов влияния, а также оценить изменчивость сорта с учетом вариансы взаимодействия генотип – среда. Последняя составляющая в структуре фенотипической вариабельности признака очень важна для создания сорта с широкой нормой реакции [15]. В этих целях для получения более объективной оценки экологической устойчивости сортов используют показатели общей (ОАС) и специфической (САС) адаптивной способности, а также комплексный показатель селекционной ценности генотипа (СЦГ) [16].

Целью наших исследований было сравнительное изучение сортов озимой ржи с различным типом короткостебельности (рецессивно-полигенным и доминантно-моногенным) по различным параметрам экологической устойчивости, стабильности и адаптивной способности.

Методика. Исходным материалом для сравнения были 5 сортов озимой ржи с рецессивно-полигенным (группа I) и 5 сортов с доминантно-моногенным (группа II) типом короткостебельности. В первую группу вошли сорта Валдай, Альфа, Московская 12, Московская 15 и Московская 18, во вторую – сорта Крона, Татьяна, Память Кондратенко, Грань и Парча. Сравнительное испытание проводили на опытном поле института в течение 10 лет (2008-2017) на де-

Табл. 1. Сравнительная оценка двух групп сортов озимой ржи по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам (среднее за 2008-2017 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Зимостойкость, %	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Число падения, с	Вязкость водного экстракта, сП
Валдай	6,67	85,6	139,5	32,7	197	5,2
Альфа	6,46	81,6	142,6	30,8	258	5,9
Московская 12	6,55	83,8	135,7	32,5	230	5,8
Московская 15	7,19	88,1	136,7	31,0	198	5,0
Московская 18	6,58	84,6	136,2	33,4	210	4,9
Среднее по группе I	6,69±0,13	84,8±1,1	138,1±1,3	32,1±0,5	218±11,5	5,34±0,20
Крона	6,79	88,6	136,7	31,9	205	7,0
Татьяна	6,66	93,4	129,9	30,8	200	6,4
Грань	6,53	91,0	127,6	31,5	190	5,7
Парча	6,65	90,3	128,2	31,1	195	6,0
ГК-985	6,49	92,5	123,5	31,1	186	5,0
Среднее по группе II	6,62±0,05	91,1±0,8	128,8±2,4	31,3±0,2	195±3,4	6,01±0,33
t факт.	0,49	4,60*	3,38*	1,48	1,92	1,70
t 05	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30

* Различие существенно при 5%-ном уровне значимости.

лянок 12 м² при 4-кратной повторности. Учитывали следующие признаки: урожайность (т/га), перезимовка растений (%), высота растений (см), масса 1000 зерен (г), число падения (с), вязкость водного экстракта зернового шрота (сП).

Погодные условия в годы исследований сильно варьировали как в осенне-зимние месяцы, так и в период налива и созревания зерна, что позволило выявить экологическую реакцию сортов по широкому спектру признаков. Наиболее благоприятные условия для формирования высокой (более 7,0 т/га) урожайности сложились в 2008, 2009, 2011, 2015 и 2016 гг., или в 50% случаев. В другие годы причиной снижения урожайности были сильное (70-90%) поражение растений снежной плесенью (2013, 2014, 2017 гг.), сильная засуха в период налива зерна (2010 г.), раннее полегание растений из-за холодной и влажной погоды в июне (2012 г.). Наиболее высокий потенциал урожайности (в среднем 8,65 т/га) изучаемые сорта сформировали в 2016 г., когда сложились благоприятные условия для перезимовки растений, а в июне удерживалась теплая и умеренно влажная погода. Самая низкая средняя урожайность в опыте (4,33 т/га) получена в 2013 г.: из-за высокого снегового покрова (85 см) и сильного развития снежной плесени гибель растений в среднем составила 43%, а оставшиеся сильно полегли в период налива зерна. Кроме урожайности погодные условия года в период вегетации стали причиной сильного варьирования других признаков: высоты растений (118-152 см), массы 1000 зерен (26,9-36,8 г), числа падения (134-308 с), вязкости водного экстракта (3,9-9,8 сП).

По всем изучаемым признакам проведен двухфакторный дисперсионный анализ и вычислены доля влияния главных факторов (А – погодные условия года, В – генотип сорта, АВ – их взаимодействие), а также экологические параметры: фактор стабильности *SF*, коэффициент экологической вариации *CV*, коэффициент линейной регрессии *bi*, общая (ОАС) и специфическая (САС) адаптивная способность, селекционная

ценность генотипа (СЦГ). Последние три показателя вычисляли по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотьевой [16]. Вязкость водного экстракта зернового шрота определяли в сантипуазах (сП) на вискозиметре по методике, описанной нами ранее [17], число падения измеряли в секундах (с) на приборе Хагберга-Пертена.

Результаты и обсуждение. Сравнительная оценка двух групп сортов ржи по изучаемым признакам представлена в табл. 1. В первой группе наиболее урожайным оказался сорт Московская 15 (7,19 т/га), во второй – сорт Крона (6,79 т/га). В среднем у обеих групп сортов отмечен практически одинаковый уровень урожайности (6,69 и 6,62 т/га), существенных различий не выявлено. Достоверные различия между группами сортов доказаны только по двум признакам: зимостойкости и высоте растений. Сорта с доминантно-моногонным типом короткостебельности в сравнении с рецессивно-полигенным типом отличались лучшей перезимовкой растений (в среднем на 6,3%) и имели более короткий стебель (в среднем на 9,3 см). По массе 1000 зерен, числу падения и вязкости водного экстракта межгрупповые различия были несущественными, хотя у сортов второй группы наблюдали определенный сдвиг в сторону мелкозерности, более низкого числа падения и более высокой вязкости водного экстракта.

Данные дисперсионного анализа показывают (табл. 2), что на варьирование изучаемых признаков существенно влияли все изучаемые факторы. Сравнительная оценка их влияния представлена на рис.1. Как видно, экологическое варьирование признаков сильно зависело от погодных условий года (75,5-95,0%) и значительно меньше от генотипа сорта (1,1-12,5%) и взаимодействия генотип x погодные условия (2,9-22,3%). Различия по силе влияния отмечены и между признаками. Сильнее всего погодные условия года воздействовали на дисперсию урожайности (86,3-95,0%), в меньшей степени – на экспрессию вязкости водного

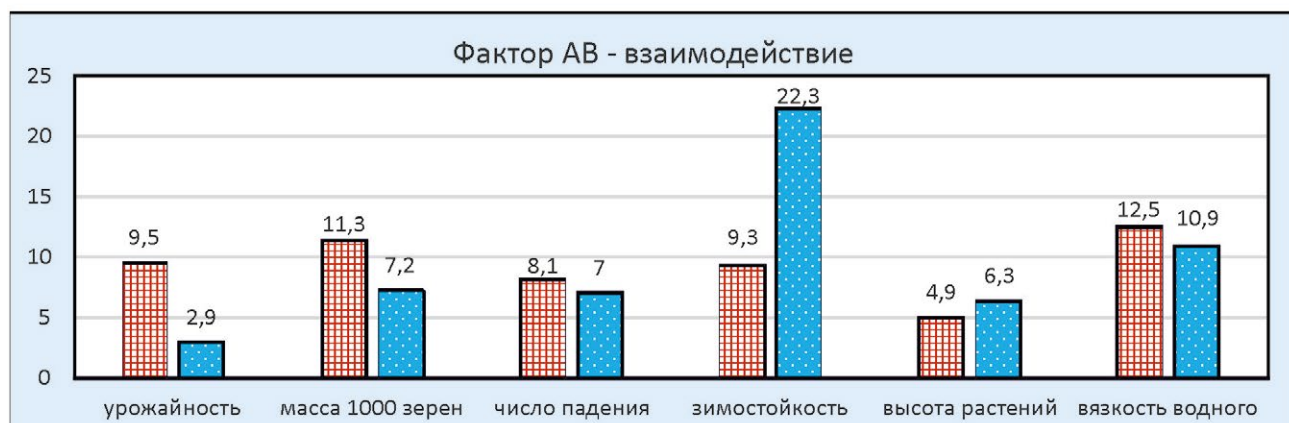
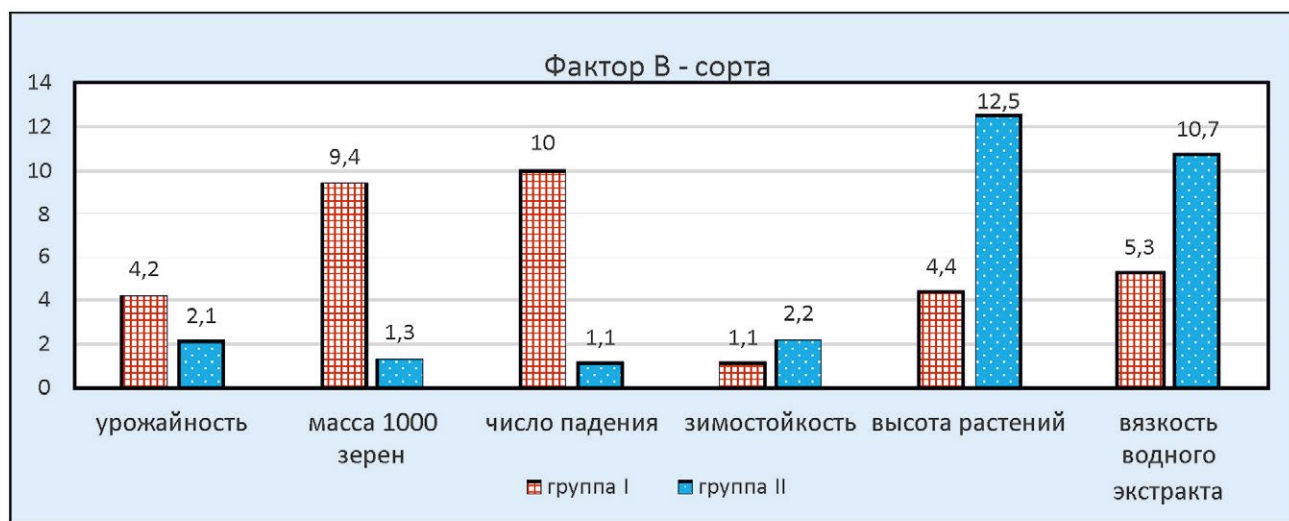
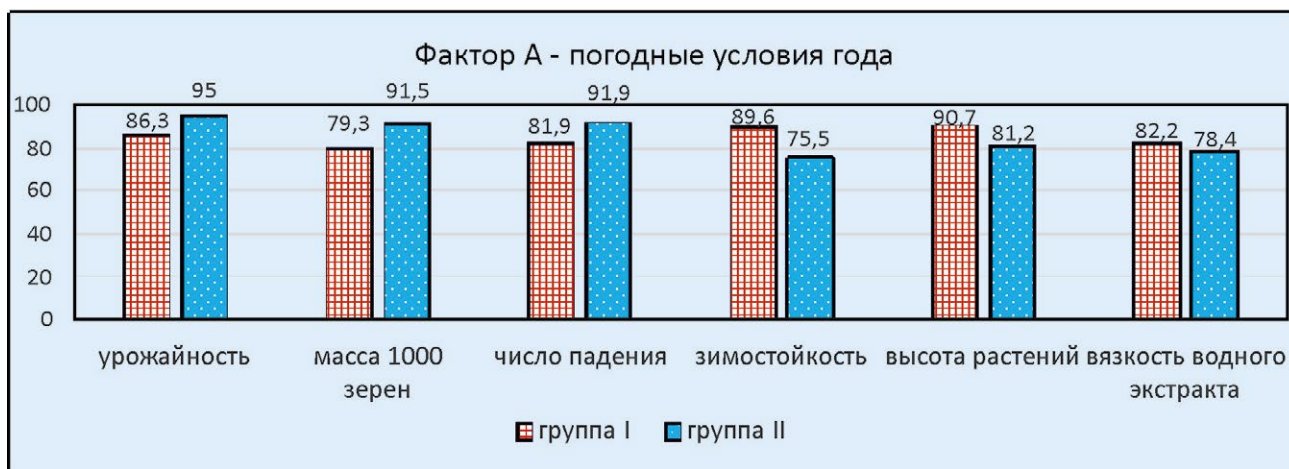


Рис. 1. Сравнительная оценка различных факторов влияния (погодных условий года А, генотипа сорта В и их взаимодействия АВ) на варьирование хозяйственно ценных признаков у сортов ржи с рецессивно-полигенным (группа I) и доминантно-моногенным (группа II) типом короткостебельности (%).

экстракта (78,4-82,2% %). В целом важно отметить, что основной вклад в формирование фенотипа озимой ржи по всем изученным признакам вносит изменчивость, вызванная погодными условиями года, на втором месте – генотип-средовые взаимодействия, вклад которых в 1,1-5,8 раза выше, чем у генотипа сорта. Из этого следует, что создание сортов с широкой нормой реакции невозможно без учета генотип-средовой составляющей.

Особенно интересно сравнить силу влияния этих факторов на межгрупповом уровне, то есть с учетом типа короткостебельности. Так, на урожайность сортов ржи с доминантной короткостебельностью в основном влияли погодные условия года (95,0%) и относительно слабо – генотип сорта (2,1%). Аналогичная тенденция отмечена и по массе 1000 зерен (1,3%), и числу падения (1,1%). Исключением стали высота растений и вязкость водного экстракта: доля влияния

Табл. 2. Результаты дисперсионного анализа шести хозяйственно ценных признаков у сортов озимой ржи

Источник дисперсии	Отношение дисперсий (Fфакт)						F ₀₅ табл.
	уро-жайность	зимостойкость	высота растений	масса 1000 зерен	число падения	вязкость водного экстракта	
Годы (А)	150,7	1066,0	34,3	266,2	5903,8	608,1	1,9
Сорта (В)	3,9	74,3	9,1	22,0	602,8	88,1	1,9
Взаимодействие (АВ)	2,5	35,1	4,7	3,6	68,5	11,3	1,3

генотипа на дисперсию этих признаков была самой высокой и составила соответственно 12,5 и 10,7%. Урожайность сортов с рецессивно-полигенным типом короткостебельности в меньшей степени зависела от погодных условий года (86,3%), что указывает на их более высокую экологическую устойчивость в сравнении с сортами второй группы. Характерная особенность сортов первой группы – относительно высокая доля влияния генотипа сорта на экспрессию таких признаков, как масса 1000 зерен и число падения (соответственно 9,4 и 10,0%).

Что касается признака зимостойкости, то он оказался единственным, дисперсия которого слабо зависела от генотипа сорта и типа его короткостебельности (доля влияния составила всего 1,1 и 2,2%). Более существенный вклад в варьирование зимостойкости вносил фактор АВ – взаимодействие генотип x среда (соответственно 9,3 и 22,3%). Такого рода данные свидетельствуют о том, что диапазон экспрессии признака зимостойкости зависит не только от прямого воздействия сложившихся условий перезимовки, но и от генетической нормы реакции сорта на эти условия. Значимо высокое влияние генотип-средовой вариации на этот признак мы объясняем специфической реакцией сортов на условия зимовки, которая связана с типом их короткостебельности. Суть этой специфики состоит том, что вторая группа сортов в сравнении с первой характеризуется относительно медленным ростом растений в осенний период и низкой интенсивностью нарастания надземной массы перед уходом в зиму [2]. В результате при глубоком снеговом покрове и слабом промерзании почвы, когда складываются благоприятные условия для развития снежной плесени, сорта с доминантно-моногонным типом ко-

роткостебельности зимуют лучше, чем сорта с рецессивно-полигенным типом, которые выделяются более интенсивным ростом вегетативных органов. Следовательно, генотип-средовое взаимодействие служит важной статистической величиной, которая возникает при разной реакции сортов на изменение условий среды [18]. Этот вид взаимодействия хорошо наследуется, и его количественная оценка позволяет выявить, в какой степени результаты воздействия внешних условий зависят от генетических различий между сортами. Вероятно, оценивая и учитывая в процессе селекции генотип-средовые корреляции, мы можем создавать экологически более устойчивые сорта.

Итоговые данные, позволяющие сравнить обе группы сортов ржи по параметрам экологической устойчивости, пластичности и адаптивной способности, представлены в табл. 3. Как видно, относительно низкие и сходные оценки устойчивости по фенотипу сорта обеих групп проявили по высоте растений ($SF=1,30-1,35$) и массе 1000 зерен ($SF=1,35-1,42$). В более широком диапазоне (почти в 2 раза) фенотипы сортов обеих групп варьировали по числу падения ($SF=2,80-2,83$), вязкости водного экстракта ($SF=2,56-2,61$) и урожайности ($SF=2,00-2,17$). Таким образом, по этим признакам какое-либо специфическое влияние типа короткостебельности на величину показателя SF не просматривается. Исключением стал признак зимостойкости, по которому групповые оценки устойчивости фенотипа значимо различались ($SF=2,58$ для первой группы и $SF=1,59$ для второй).

Особый интерес представляет оценка групп сортов по коэффициенту экологической вариации признаков (CV). В наших опытах сорта ржи с доминантно-моногонной короткостебельностью в целом оказались более чувствительными к экологическим стрессам ($CV=10,5-35,6\%$), чем сорта с рецессивно-полигенным типом ($CV=9,1-34,0\%$). Что касается зимостойкости, то экологическая устойчивость по этому признаку у сортов второй группы была в 2 раза выше ($CV=12,4\%$), чем у сортов первой группы ($CV=24,3\%$). Это существенное преимущество, однако, оно оказалось недостаточным для того, чтобы доминантно-моногонные сорта превзошли рецессивно-полигенные по стабильности урожая в условиях неблагоприятно складывающихся погодных условий ($CV=22,8\%$ против $19,1\%$). Вывод подтверждает коэффициент регрессии bi , величина которого у сортов второй группе превысила единицу, а также отрицательная оценка по ОАС.

Наибольший контраст между сравниваемыми группами сортов по показателю САС отмечен по признаку зимостойкости (соответственно 20,5 и 11,3). Это значит,

Табл. 3. Параметры экологической изменчивости и адаптивной способности признаков у групп сортов ржи с различным типом короткостебельности

Признак	Группа сортов	SF	CV	bi	ОАС	САС	СЦГ
Урожайность	I	2,17	19,1	0,85	0,04	1,26	3,68
	II	2,00	22,8	1,06	-0,04	1,50	3,04
Зимостойкость	I	2,58	24,3	1,32	-3,15	20,5	28,4
	II	1,59	12,4	0,65	3,15	11,3	60,8
Масса 1000 зерен	I	1,36	10,4	0,95	0,40	3,32	16,5
	II	1,42	11,0	1,01	-0,40	3,45	15,2
Высота растений	I	1,30	9,1	0,96	4,6	12,6	73,7
	II	1,35	10,5	1,02	-4,7	13,5	59,9
Число падения	I	2,80	34,0	1,05	11	72,7	114,0
	II	2,83	35,6	0,98	-12	69,3	95,4
Вязкость водного экстракта	I	2,56	34,0	0,96	-0,33	1,83	2,62
	II	2,61	33,2	1,06	0,34	2,01	3,04

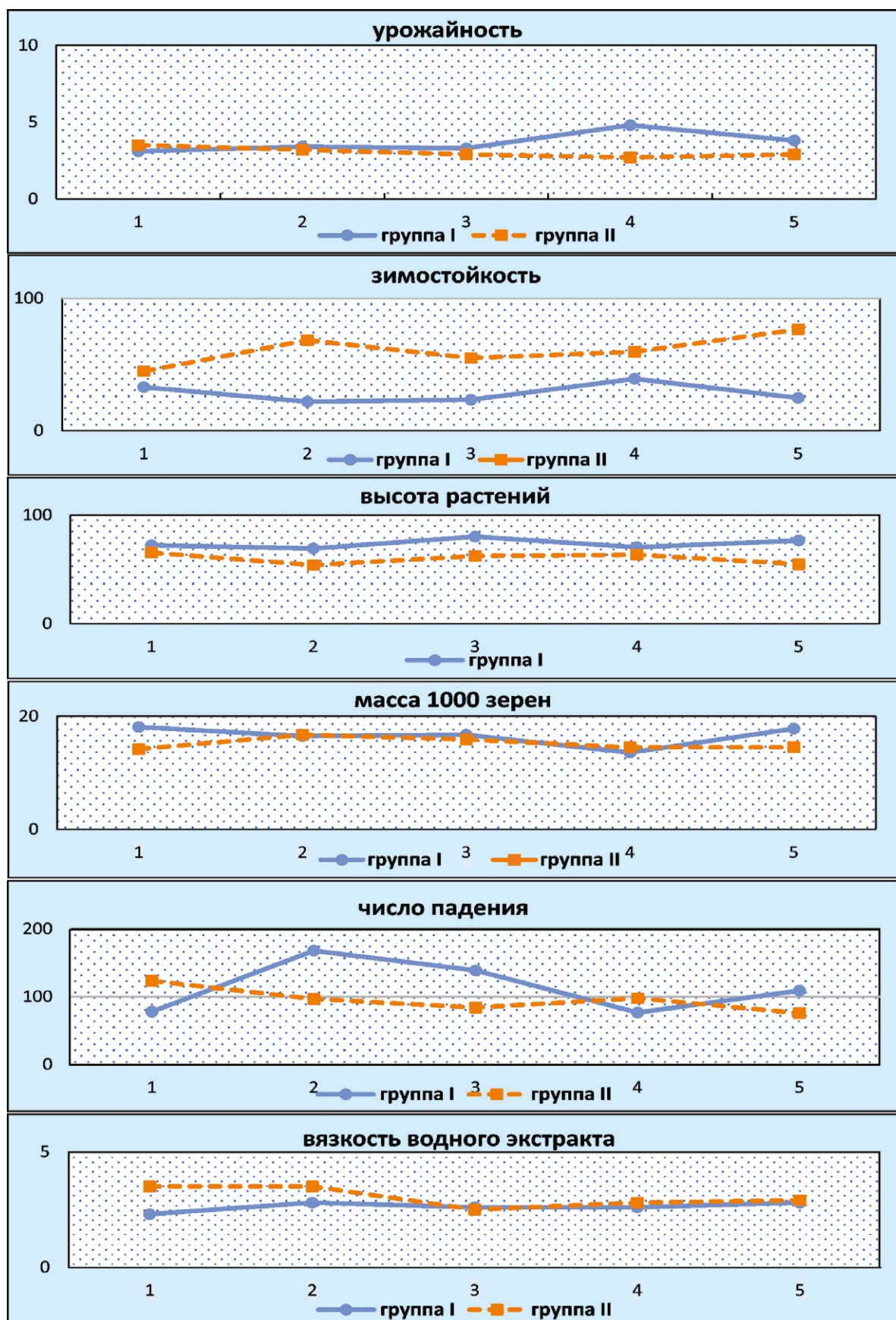


Рис. 2. Сравнительная оценка двух групп сортов озимой ржи по показателю СЦГ.

что сорта с рецессивно-полигенным типом короткостебельности более чувствительны к неблагоприятным условиям перезимовки. Подтверждением тому служит относительно высокое (в 2 раза) их превосходство по норме реакции на эти условия ($bi=1,32$ против $0,65$). Поэтому для получения гарантированно высокой урожайности сорта ржи с рецессивно-полигенным типом короткостебельности целесообразно возделывать в районах с низкой вероятностью гибели растений от поражения снежной плесенью в период зимовки.

Заключительную оценку по интегральному показателю СЦГ ученые считают наиболее объективной, так как сравнение сортов в этом случае проводят по двум показателям – ОАС и экологической стабильности (СУ). Данные табл.3, рис. 2 показывают, что характерной особенностью сортов с рецессивно-полигенным типом короткостебельности служит более высокая селекционная ценность по урожайности, массе 1000 зерен и числу падения, тогда как преимущество сортов с доминантно-моногогенным типом лучше всего проявилось по вязкости водного экстракта, высоте растений и зимостойкости. Используя показатель СЦГ по признаку зимостойкости можно наиболее четко разделить сравниваемые группы сортов в силу сильного плейотропного эффекта доминантного аллеля *H1* (*Dw1*), ответственного за данный тип короткостебельности.

Таким образом, на формирование фенотипа всех изученных признаков в основном влияют условия года. Второе место по силе влияния занимают генотип-средовые взаимодействия, вклад которых в 1,1-5,8 раза выше доли генотипа сорта. Поэтому при создании сортов ржи с широкой нормой реакции очень важно учитывать генотип-средовый компонент изменчивости. Сравнительный анализ выявил неоднозначную экологическую реакцию сортов озимой ржи, созданных на базе источников с различной генетической природой короткостебельности. Экспериментально доказано специфическое влияние доминантного типа короткостебельности на признак зимостойкости. Сорта озимой ржи, созданные на основе этого типа, обладают относительно низкой (в 2 раза) нормой реакции на неблагоприятные условия, складывающиеся при длительном залегании высокого снегового покрова, и вследствие этого лучше зимуют. Сорта ржи с таким типом короткостебельности обладают лучшей адаптивностью к условиям перезимовки в те годы, когда главным лимитирующим фактором оказывается гибель растений из-за сильного поражения снежной плесенью. Однако потенциал экологической устойчивости у них оказался недостаточным, чтобы превзойти сорта с рецессивно-полигенным типом по стабильности урожайности и общей селекционной ценности. Следовательно, селекция новых сортов ржи должна быть экологически направленной, а их районирование необходимо проводить с учетом экологической устойчивости. Создаваемые сорта должны обладать высокой степенью адаптивности тех признаков, которые лимитируют урожай в зоне. С этой точки зрения приоритет следует отдавать селекции сортов ржи на основе разных типов короткостебельности, но обязательно учитывать их агроэкологическую специфику. В целом это позволит существенно повысить адаптивный потенциал культуры и сделать ее производство более надежным и стабильным.

Литература.

1. Кобылянский В.Д. Новый источник короткостебельности для селекции неполегающей ржи // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1971. – № 9. – С.58-62.
2. Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекции. – М.: Колос, 1982. – 270 с.
3. Кунакбаев С.А., Леценко Н.И. О создании короткостебельных сортов ржи // *Селекция и семеноводство*. – 1976. – №4. – С.23-27.
4. Гончаренко А.А., Беркутова Н.С., Тимощенко А.С., Ермаков С.А., Семенова Т.В., Точилин В.Н. Селекция озимой ржи на качество зерна. // *Доклады Россельхозакадемии*. – 1995. – №5. – С.9-11.
5. Кедров-Зихман О.О., Понятовская Л.Н., Ермоленков В.В. Плейотропный эффект гена короткостебельности на самофертильность и массу зерен у диплоидной озимой ржи. // *Доклады АН БССР*. – 1988. – 32. – №1. – С.75-77.
6. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2005. – №6. – С. 49-53.
7. Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Методологические аспекты адаптивной селекции озимой ржи на Северо-Востоке Европейской части России // *Озимая рожь: селекция, семеноводство, переработка. Сб. научных трудов*. – Саратов, 2008. – С.33-38 с.
8. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, - 1984. – 343 с.
9. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 767 с.
10. Аци Д.С. *Сельскохозяйственная экология*, 2013. – 480 с.
11. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // *Сельскохозяйственная биология*. – 2000. – №3. – С.3-12.
12. Yau S.K. Variance of relative yield as an agronomic type of stability measure // *Proceeding of the eight Meeting EUCARPIA Section, Biometrics on Plant Breeding*, 1-6 Juli 1991. – Brno – P. 12-16.
13. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*. – 1954. – 8. – P. 333-356.
14. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci*. – 1966. – 6. – P. 36-40.
15. Сюков В.В., Захаров В.Г., Менибаев А.И. Экологическая селекция растений: типы и практика // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – 21 (5). – P. 534-536.
16. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. *Генотип и среда в селекции растений*. – Минск: Наука и техника. – 1989. – 191 с.
17. Тимощенко А.С., Гончаренко А.А., Лазарева Е.Н. Адаптация роторного вискозиметра VT5L/R к определению относительной вязкости водного экстракта зернового шрота озимой ржи // *Сельскохозяйственная биология*. – 2008. – № 5. – С. 110-115.
18. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. *Экологическая селекция растений*. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.

Поступила в редакцию 15.01.19
Принята к публикации 05.02.19