

УДК 633.283:631.526.32–048.24(476)

Т. А. АНОХИНА¹, Е. М. ЧИРКО², Р. М. КАДЫРОВ¹, Л. И. ГВОЗДОВА¹

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЧУМИЗЫ

¹Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Жодино, Республика Беларусь,
e-mail: brestagro@np.by

²Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 15.02.2012)

Введение. Чумиза (*Setaria italica maxima*) – старейший в мире хлебный злак, родиной которого является юго-восточная Азия. Это однолетнее растение из группы просовидных злаков. Как и просо, чумиза является культурой универсального использования и имеет продовольственное и кормовое значение. Ее можно возделывать на зерно, зеленый корм, сенаж, сено и силос. Зерно чумизы имеет тонкую оболочку и легко поддается обрушиванию. Крупа чумизы отличается высоким содержанием белков, жира, углеводов и, обладая высокой энергетической ценностью, занимает первое место по питательности среди прочих круп. В состав золы, содержание которой в крупе составляет 1,5%, входят: Si, Ca, K, P, F, S, Mg, а также преобладают соединения кремниевой и фосфорной кислоты.

Украинские исследователи сообщают о высоких биохимических показателях зеленой массы и сена чумизы по сравнению со злаковыми травами и других зерновых культур, в частности, в отличие от соломы проса и овса солома чумизы лучше поедается и хранится. Даже в фазу уборочной спелости на зерно на долю листьев, в которых содержание питательных веществ значительно выше, чем в стеблях, приходится 50–56 % от общей массы соломы [1].

По биологическим особенностям и основным ботаническим характеристикам чумиза имеет много общего с просом. Именно поэтому длительное время она относилась к р. *Panicum italicum L.* В современной классификации чумиза (*Setaria italica maxima*) относится к роду щетинников (*Setaria*). Из всех щетинников она наиболее близка к могару (*Setaria italica mocharium*) и относится к одному с ним виду, но отличается от последнего большей высотой, более длинной и мощной метелкой.

Наибольшую популярность чумиза получила в Маньчжурии, Китае, Корее и Японии, где она является одной из древнейших и основных продовольственных культур. В России традиционными зонами возделывания чумизы являются Центрально-Черноземная и Центральная зоны. В то же время сортимент этой культуры в России ограничен только четырьмя сортами: Стачуми 3, Стрела, Рубиновая, Янтарная.

В нашей республике интерес к чумизе возрос в начале XXI столетия, когда в сельскохозяйственном производстве вновь стали культивироваться засухоустойчивые культуры, способные обеспечивать урожайность с минимальной зависимостью от складывающихся погодных условий. С этой целью практически во всех регионах республики были проведены экологические испытания просовидных культур (пайзы, могары, чумизы), а также суданской травы, сахарного сорго, сорго-суданкового и сорго-просяного гибридов. Одновременно в лаборатории селекции крупяных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и в ряде региональных научных учреждений была начата селекционная работа с данными культурами, предприняты попытки получения кондиционного семенного материала, поскольку сдерживающим фактором внедрения их в производство являлось отсутствие собственных семян.

С 2012 г. по результатам Государственного сортоиспытания внесен в каталог для возделывания в Республике Беларусь сорт чумизы Золушка, созданный РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» совместно с РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» методом индивидуально группового отбора из сложной гибридной популяции. Данный сорт предназначен для использования на зеленую массу. Однако в последние годы есть необходимость изучить чумизу не только на кормовые цели, но и для производства крупы, что открывает широкие перспективы для селекционной работы и создает предпосылки для создания отечественных сортов. Особенно, если учесть, что согласно исследованиям, проведенным в РНИУП «Институт радиологии», чумиза входит в число культур, рекомендованных для возделывания на загрязненных радионуклидами территориях в схеме зеленого конвейера, поскольку, характеризуется достаточной продуктивностью, хорошим качеством, невысокими параметрами накопления радионуклидов [2]. Выявление изменчивости признаков и свойств сортообразцов и сортов чумизы в конкретных почвенно-климатических условиях дает возможность проведения целенаправленной селекционной работы с культурой, прежде всего создание сортов зернового направления, сочетающих в себе достаточно высокую продуктивность и стабильность.

Цель исследований – оценить зерновую продуктивность и адаптивный потенциал сортообразцов чумизы по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «урожайность зерна».

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», расположенном в г. Жодино Минской области, в 2007–2010 гг. Почва селекционного севооборота дерново-подзолистая супесчаная, среднекультуренная, пахотный горизонт которой характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,5–5,7, гидролитическая кислотность – 1,8–2,1 мг-экв/100 г почвы, гумус – 2,2–2,6 %, P_2O_5 – 190–200, K_2O – 230–305 мг/кг почвы.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались как между собой, так и от среднеемноголетних показателей. Средняя температура воздуха в 2007 г. к началу посева в III декаде мая составила 21,9 °С, количество осадков – 69 мм, что способствовало появлению дружных всходов. Средняя температура июня составила 18,2 °С, что на 1,7 °С выше средней многолетней, а количество осадков – 44 мм, или 56,4 % от нормы.

Погодные условия 2008 г. характеризовались пониженными температурами. Как в мае, так и в июне температура была ниже средней многолетней на 1,6 °С, при этом количество осадков отмечено на уровне нормы – 101,4 и 95 % соответственно. Последнее обусловило относительно медленное развитие растений чумизы. В августе средняя температура воздуха была выше нормы на 1,7 °С, а осадков выпало 82,9% от нормы (54,6 мм).

Метеорологические условия 2009 г. существенно отличались от предыдущих лет. Первые месяцы вегетации (май-июнь) характеризовались большим количеством осадков на фоне низкой температуры воздуха, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений. Вторая половина вегетационного периода была умеренно прохладной с чередованием сухих и влажных периодов.

Значения температуры воздуха в 2010 г. в мае превышало средний многолетний уровень на 3,9 °С, а количество атмосферных осадков за этот период превысило норму в 1,5 раза. Июнь и июль также характеризовались повышенной температурой воздуха, значение которой были выше средней многолетней на 5,5–6,6 °С, при этом отмечалось обильное выпадение осадков, зачастую в виде ливней. В целом норма по выпадению осадков была превышена в 1,8 раза. В августе воздух также прогревался на 5,9–6,4 °С выше нормы на фоне резкого снижения осадков, количество которых составило 64 % от нормы.

В качестве исходного материала использовались образцы чумизы различного происхождения, в основном российской селекции, которые в течение 6 лет подвергались семейно-групповому отбору на зерновую продуктивность метелки в условиях центральной части Беларуси.

Учитываемый признак – урожайность зерна. Данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом [3]. Пластичность изучаемых сортов (b_1) и стабильность (S_d^2) оценивали по методике Эберхарта и Рассела в изложении В. А. Зыкина [4], индекс стабильности (ИС), показатель уровня и стабильности сорта (ПУСС), показатель реализации потенциала урожайности – по Э. Д. Неттевичу [5], дисперсия (σ^2) и коэффициент вариации (V) рассчитаны по Б. А. Дос-

пехову [3], гомеостатичность (Ном) и селекционная ценность – по В. В. Хангильдину [6], показатель относительной стабильности (S_t^2) и среднюю стабильную урожайность (А) – по Н. А. Соболеву. Год с максимальным проявлением изучаемого признака и с самым высоким уровнем индекса среды (I) принят в оценках урожайности как Y_{max} , с минимальным проявлением и с наименьшим значением индекса среды – за Y_{min} . При расчете показателей ИС и ПУСС в качестве стандарта принят сорт Золушка.

Результаты и их обсуждение. Если исходить из того, что новые сорта лучше старых, то должен наблюдаться непрерывный рост урожайности и валовых сборов на фоне сортосмены. Вместе с тем рост урожайности и валовых сборов, как правило, наблюдается только в благоприятные годы. Здесь на первый план выходит проблема адаптивности создаваемых сортов, их способности обеспечивать высокую и стабильную урожайность в различных условиях среды. Как показывает практика, по мере повышения продуктивности устойчивость к неблагоприятным факторам агроценозов снижается, а урожайность зависит от погодных условий в большей степени, чем от применяемой технологии возделывания. По мнению А. А. Жученко [7], повышение продуктивности неразрывно связано с адаптивностью сельскохозяйственных растений, их устойчивостью, что достигается как за счет модификационной, так и генотипической изменчивости.

Определение уровня реакции растений на меняющиеся факторы среды с целью отбора наиболее перспективных форм, обеспечивающих стабильно высокий урожай в конкретных почвенно-климатических условиях, является основной задачей селекционной работы. При этом, как показывает научный и практический опыт, широко распространенная оценка сортов и сортообразцов лишь по средним урожаям не обеспечивает выявления всех их достоинств и недостатков и требует дополнительных критериев оценки [8–10].

Данные по урожайности зерна сортов и сортообразцов чумизы, полученные в результате экологического сортоиспытания в 2007–2010 гг., были подвергнуты статистической обработке с применением различных моделей и методик, определяющих показатели пластичности, стабильности и устойчивости. Это позволило более широко и объективно оценить набор изучаемых образцов. Достаточный временной промежуток наблюдений (четыре года), а также контрастность погодных условий в годы проведения исследования способствовали проявлению адаптивных свойств образцов, находившихся в испытании (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Оценка зерновой продуктивности сортов и сортообразцов чумизы по результатам экологического сортоиспытания, 2007–2010 гг., ц/га

№ п/п	Сорт, сортообразец	Урожайность					$Y_{min}-Y_{max}$	$(Y_{max} + Y_{min})/2$
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее		
1	Быстрое (просо)	23,2	24,1	15,6	24,2	21,8	-8,6	19,9
2	Золушка	24,1	18,5	13,1	30,2	21,5	-17,1	21,7
3	Si-57/5	25,0	15,3	10,9	22,9	18,5	-14,1	18,0
4	Si-68	23,3	18,5	11,9	31,2	21,2	-19,3	21,6
5	Si-57/31	28,5	22,8	11,9	30,1	23,3	-18,2	21,0
6	Стрела 27	21,8	22,5	11,0	29,1	21,1	-18,1	20,1
7	Стрела 177	24,8	16,5	10,7	25,9	19,5	-15,2	18,3
8	Стрела красная	20,5	10,0	10,6	16,2	14,3	-9,9	15,6
9	Стрела 72	21,8	23,1	19,5	28,0	23,1	-8,5	23,8
10	Стрела 156	18,0	19,8	17,6	30,6	21,5	-13,0	24,1
11	Стрела 116	19,3	18,8	15,3	28,9	20,6	-13,6	22,1
12	Si-57	26,5	17,8	12,1	26,2	20,7	-14,4	19,3
13	Si-57/123	25,3	19,6	11,1	30,2	21,6	-19,1	20,7
14	Si-57/63	24,5	19,5	12,7	31,6	20,1	-18,9	22,2
15	Si-57/82	20,5	16,8	10,4	26,0	18,4	-15,6	18,2
16	Стрела 141	22,5	24,0	12,9	28,1	21,9	-15,2	20,5
НСР ₀₅		3,0	2,9	2,4	3,6	–	–	–
Индекс среды (I_t)		2,4	-1,5	-7,7	6,7	–	–	–

Зерновую продуктивность сортов и сортообразцов оценивали по сравнению с просом сорта Быстрое, а также с сортом чумизы Золушка. Исследования показали, что для чумизы, как и для проса, характерна высокая вариабельность урожайности зерна по годам, обуславливаемая погодными условиями конкретного вегетационного периода. За годы исследований зерновая продуктивность изучаемых сортообразцов варьировала от 10,0 до 31,2 ц/га. В 2009 г., который был неблагоприятным для просовидных культур по температурному режиму и характеру увлажнения ($I_1 = -7,7$), среднесортная урожайность чумизы не превысила уровень 13,0 ц/га. В благоприятном 2010 г. более ярко проявились потенциальные возможности анализируемых сортообразцов, при этом средняя урожайность изучаемого набора образцов чумизы составила 27,7 ц/га, что на 12,6 % выше зерновой продуктивности проса. Это еще раз доказывает перспективность использования данной культуры для производства зерна.

Сопоставление зерновой продуктивности селекционных образцов с сортом Золушка показывает, что в изучаемом наборе имеется ряд форм, для которых характерна не только достаточно высокая потенциальная продуктивность, но и более низкий показатель ($Y_{\min} - Y_{\max}$). По мнению А. А. Гончаренко [10], чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностями, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире диапазон его приспособительных возможностей. В нашем случае по данному показателю предпочтительнее выглядят сортообразцы Стрела красная и Стрела 72. При этом если у сортообразца Стрела красная величина (-9,9) достигнута стабильно невысокой зерновой продуктивностью на протяжении четырех лет испытания, то у Стрелы 72 – за счет более высокого нижнего порога урожайности в неблагоприятные годы. Характеристику образцов по разности между минимальной и максимальной урожайностью дополняет величина $((Y_{\max} + Y_{\min})/2)$, которая отражает среднюю урожайность сорта в контрастных условиях. По данному показателю сортообразцы Стрела 52, Стрела 156, Стрела 116 и Si-57/63 превысили сорт Золушка, что свидетельствует о высокой степени соответствия между данными генотипами и внешними факторами среды. Низкой компенсаторной способностью характеризовались сортообразцы Стрела красная, Si-57/82, Si-57/5 и Стрела 177, у которых средняя урожайность в контрастных условиях находилась в пределах 15,6–18,3 ц/га. Исходя из вышеизложенного очевидно, что для дальнейшей селекционной работы необходимо отбирать формы, у которых разрыв между максимальной и минимальной урожайностью более незначительный. Это повышает в дальнейшем вероятность их устойчивости к стрессовым воздействиям, в данном случае к неблагоприятным погодным условиям вегетационного периода.

Для более объективной оценки изученных образцов был произведен расчет ряда статистических показателей, определяющих их адаптивные свойства (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Адаптивные свойства сортообразцов чумизы, среднее 2007–2010 гг.

№ п/п	Сортообразец	\bar{x} , ц/га	b_i	S_d^2	S_i^2	A	σ^2	V, %	ИС	ПУСС	Hom	Sc
1	Быстрое	21,8	0,55	15,3	0,96	21,4	17,2	19,0	1,15	–	13,3	14,10
2	Золушка (St)	21,5	1,17	2,7	0,88	20,2	54,0	34,0	0,63	100	4,46	9,32
3	Si-57/5	18,5	0,95	29,4	0,87	17,2	43,2	35,5	0,52	44,7	3,69	8,06
4	Si-68	21,2	1,30	3,7	0,85	19,6	66,1	38,3	0,55	54,6	2,86	8,08
5	Si-57/31	23,3	1,28	11,9	0,88	21,9	67,8	35,3	0,66	71,6	3,62	9,21
6	Стрела 27	21,1	1,28	17,1	0,87	19,7	56,2	35,5	0,59	58,3	3,28	7,98
7	Стрела 177	19,5	0,82	21,2	0,90	18,5	36,9	36,9	0,53	48,5	3,47	8,06
8	Стрела крас.	14,3	0,54	40,3	0,83	13,0	34,8	34,8	0,41	27,3	3,91	6,98
9	Стрела 72	23,1	0,47	9,5	0,98	22,8	12,2	15,5	1,49	160,1	17,48	16,09
10	Стрела 156	21,5	0,74	45,5	0,92	20,6	37,7	28,6	0,75	75,0	5,79	12,36
11	Стрела 116	20,6	0,84	16,9	0,92	19,8	33,9	28,3	0,73	69,9	5,36	10,90
12	Si-57	20,7	1,06	7,4	0,87	19,5	48,7	33,7	0,61	59,2	4,26	9,45
13	Si-57/123	21,6	1,32	1,9	0,86	20,0	67,3	37,9	0,57	57,3	2,98	7,94
14	Si-57/63	20,1	1,28	18,1	0,84	18,4	63,7	39,7	0,51	47,3	2,68	8,32
15	Si-57/82	18,4	1,05	0,5	0,87	17,2	42,9	35,6	0,52	44,2	3,31	7,36
16	Стрела 141	21,9	0,95	18,1	0,94	20,9	29,3	29,3	0,75	76,2	4,91	10,5

В научной практике довольно распространена методика оценки пластичности и стабильности генотипов по методу Эберхарта и Рассела в изложении В. А. Зыкина или В. З. Пакудина. Как следует из модели расчета, изложенной авторским коллективом во главе с В. А. Зыкиным [4], наибольшую ценность представляют сорта, у которых $b_i > 1$, а дисперсия (S_d^2) стремится к нулю. Такие сорта относятся к высокоинтенсивным. Они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. Сорта с высокими показателями b_i и S_d^2 менее ценны, так как их высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая. Генотипы, у которых $b_i < 1$ и близкий к нулю показатель (S_d^2), слабо реагируют на улучшение внешних условий (их чаще всего именуют сорта полуинтенсивного типа), но в то же время для них характерна достаточно высокая стабильность урожайности.

Наиболее пластичными сортообразцами по данной оценке являются Si-68, Si-57/31, Стрела 27, Si-57/123, Si-57/63, которые характеризуются высокой нормой реакции на изменение условий среды. При этом сортообразцы Si-68, Si-57/123, также как сорт Золушка, удачно сочетают высокий уровень показателя (b_i) со стабильностью (S_d^2). У ряда генотипов (Si-57/82, Стрела 141, Si-57, Si-57/5) коэффициент регрессии близок к 1, в то же время по показателю (S_d^2) сортообразцы попадают в разные оценочные группы. Низкой стабильностью отмечены следующие образцы Si-57/5 и Стрела 141, а для Si-57/82 и Si-57 характерно невысокое значение (S_d^2). Сортообразцы Стрела 72, Стрела красная и Стрела 156 слабо реагируют величиной урожая на изменение внешних факторов, при этом последним двум присущи самые низкие показатели стабильности.

Вместе с тем, по мнению некоторых авторов [6, 11, 12], показатели b_i и S_d^2 дают только некоторое суждение о поведении сорта в различных условиях, поскольку их расчет ведется с использованием индекса условий среды, величина которого определяется исключительно набором испытываемых сортов, т.е., если в нашем случае из расчета заведомо исключить несколько самых низкопродуктивных генотипов, то ранг оцениваемых сортов претерпит значительные изменения. Кроме этого, недостатком данной методики является низкая статистическая значимость коэффициентов регрессии при небольшом числе лет (пунктов) испытания.

Н. А. Соболевым [11] предложено вести оценку стабильности изучаемого набора сортов по показателю относительной стабильности S_t^2 , при расчете которого используется средняя урожайность и общая дисперсия урожайности данного сорта. Как видно из расчетных данных, полученные величины S_t^2 по большинству сортообразцов не совпадают с результатами оценки по S_d^2 . Так, сортообразцы Si-57/82, Si-57/123 и Si-68, занимавшие по показателю S_d^2 первые три позиции, по величине относительной стабильности переместились соответственно на шестое, седьмое и восьмое места. В то же время верхние позиции заняли сортообразцы Стрела 72 и Стрела 141, которые по предыдущей оценке занимали средние места в рейтинге. По методу Н. А. Соболева показатель S_t^2 должен использоваться совместно с критерием А, характеризующим среднюю стабильную урожайность: чем выше данный показатель, тем более удачно у оцениваемого образца сочетается средняя урожайность и экологическая стабильность. Это характерно в нашем случае для сортообразцов Стрела 72 и Si-57/31.

Показатели σ^2 (дисперсия) и V (коэффициент) вариации широко используются в статистических моделях оценок как самостоятельные характеризующие величины, а также в качестве вспомогательных для расчета других критериев. По нашим расчетам, самые низкие величины дисперсии и коэффициента вариации отмечены у сортообразца Стрела 72, что подтверждает его оценку по показателям S_t^2 и А. Следует отметить, что в отношении коэффициента вариации существуют противоречивые мнения: одни авторы относят его к показателю, характеризующему стабильность оцениваемого генотипа [5, 12, 13], другие используют как один из критериев оценки пластичности [14]. Тем не менее величина дисперсии и вариационный коэффициент достаточно наглядно отражают характер поведения генотипа в меняющихся условиях среды и могут применяться для оценки адаптивности.

Показатель ПУСС является комплексным и учитывает одновременно уровень и стабильность урожайности [5, 15]. Сопутствующим показателем при использовании критерия показателя уровня и стабильности урожайности сорта является индекс стабильности ИС. Следует отметить, что для расчета ИС некоторые авторы рекомендуют использовать среднеквадратическое

отклонение, основываясь на работах В. В. Хангильдина [12]. В нашем случае для вычисления индекса стабильности мы брали коэффициент вариации, как предложено Э. Д. Неттевичем [6]. Как видно из полученных данных, наибольшие величины ИС и ПУСС свойственны сортообразцу Стрела 72. Остальные сортообразцы по показателю уровня и стабильности урожайности значительно уступали стандарту, хотя по индексу стабильности ряд генотипов превышал стандарт или был на уровне.

Критерии Hom и Sc , именуемые как гомеостатичность и селекционная ценность, также учитывают степень развития признака, в данном случае урожайности зерна, в зависимости от меняющихся условий [6]. Эти два показателя широко используются в практической селекции для оценки селекционного материала.

Под гомеостатичностью понимается способность сорта противостоять снижению продуктивности в условиях воздействия лимитирующего фактора. Гомеостаз отражает способность генетических механизмов сводить к минимуму последствия неблагоприятных воздействий внешней среды. Из анализируемого набора сортообразцов наибольшей гомеостатичностью и селекционной ценностью характеризуется Стрела 72. Сортообразцы Стрела 156, Стрела 116 и Стрела 141 также заслуживают внимания с селекционной точки зрения, так как обладают относительно высокими показателями Hom и Sc .

В то же время если вернуться к оценке этих же генотипов по средней урожайности, то только Стрела 72 и Стрела 141 попадают в зону внимания, так как занимают в ранге второе и четвертое место соответственно. При использовании для ранжирования критериев b_i и S_d^2 ни один из названных образцов не поднялся выше пятой позиции.

Из вышеизложенного становится очевидным, что не существует универсального параметра, способного полноценно и адекватно оценивать реакцию генотипа на окружающую среду. Эта реакция многогранна и включает в себя понятия «пластичность», «стабильность» и «гомеостатичность», поэтому объективным является использование комплекса параметров.

Нами была предпринята попытка установить взаимосвязь между параметрами, оценивающими адаптивные свойства генотипов, с помощью расчета корреляционной зависимости (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Коэффициенты корреляции между параметрами адаптивности сортообразцов чумызы, среднее 2007–2010 гг.

Параметры	\bar{x}	b_i	S_d^2	σ^2	V	S_t^2	A	Hom	Sc	ИС	ПУСС
\bar{x}	–										
b_i	0,320	–									
S_d^2	–0,425	–0,536*	–								
σ^2	0,137	0,914*	–0,337	–							
V	–0,368	0,709*	–0,098	0,805*	–						
S_t^2	0,560*	–0,536*	0,020	–0,732*	–0,884*	–					
A	0,988*	0,180	–0,380	–0,011	–0,490	0,675*	–				
Hom	0,355	–0,645*	–0,031	–0,703*	–0,933*	0,766*	0,467	–			
Sc	0,578*	–0,542*	0,068	–0,628*	–0,936*	0,883*	0,680*	0,896*	–		
ИС	0,579*	–0,485	–0,136	–0,519	–0,928*	0,853*	0,677*	0,965*	0,945*	–	
ПУСС	0,667*	–0,394	–0,186	–0,519	–0,891*	0,845*	0,753*	0,931*	0,937*	0,993*	–

* Существенно при $r_{05} = 0,532$.

Расчет коэффициентов корреляции показал, что средняя урожайность достоверно связана с показателями ПУСС, ИС, Sc и S_t^2 . Между урожайностью и отзывчивостью, гомеостатичностью и дисперсией выявлена также положительная, но не достоверная связь, что позволяет говорить о возможности отбора и выявления форм, сочетающих в себе высокую продуктивность, отзывчивость на изменения условия среды и гомеостатичность. Установлена отрицательная связь между средней зерновой продуктивностью и коэффициентом вариации. Следует отметить, что корреляционная зависимость между средней стабильной урожайностью и показателями адаптивности сохраняется практически в такой же зависимости, как и при использовании для рас-

счетов величины средней урожайности. Однако теснота связи по ряду критериев усиливается, что свидетельствует о большей предпочтительности использования для статистической оценки адаптивности средней стабильной урожайности.

Признак b_1 достоверно тесно положительно связан с показателями σ^2 и V , а связь с гомеостатичностью, селекционной ценностью, стабильностью и относительной стабильностью достоверно отрицательная. Это указывает на то, что повышение интенсивности сортов с односторонним их отбором по данному параметру в процессе селекции, а также и в системе Государственного сортоиспытания приводит к снижению адаптивности. Регрессионный коэффициент достоверно отрицательно связан с индексом стабильности и показателем уровня и стабильности урожая.

Величина S_d^2 достоверно отрицательно связана с отзывчивостью на изменения условий среды, с другими показателями связь недостоверна или отсутствует.

Дисперсия и коэффициент вариации связаны между собой тесной положительной связью. При этом, как видно из табл. 3, связь дисперсии с другими показателями практически идентична связи у коэффициента вариации, что свидетельствует о близком их смысловом и оценочном значении.

Сопряженность между показателями ПУСС, ИС, Hom , Sc и S_t^2 тесная положительная, что свидетельствует о принципиальной близости между собой свойств гомеостатичности и стабильности, которые взаимно дополняют друг друга при характеристике и оценке генотипа.

Заключение. Для объективной и полной характеристики сортов и сортообразцов при экологическом сортоиспытании, а также при оценке селекционного материала необходимо использовать сочетание различных статистических моделей и показателей, а адаптивность сорта следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности.

Из анализируемого набора сортообразцов наибольшей гомеостатичностью и селекционной ценностью характеризуется Стрела 72, у которого выявлено оптимальное сочетание уровня средней урожайности и экологической стабильности.

Уровень корреляционной зависимости между параметрами, оценивающими адаптивные свойства генотипов, свидетельствует, что ряд применяемых оценочных показателей имеет близкое смысловое значение и в отдельных случаях они могут взаимозаменять или дополнять друг друга.

Литература

1. *Подобед, Л. И.* Рациональная, достаточная и экологически сбалансированная система кормопроизводства / Л. И. Подобед, Е. В. Руденко, В. В. Гиска. – Одесса: Печатный дом, 2009. – 216 с.
2. Новые экономически выгодные кормовые культуры на загрязнённых радионуклеидами почвах / Г. В. Седукова [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 4. – С. 26–28.
3. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. *Зыкин, В. А.* Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск: Сиб. отд-е ВАСХНИЛ, 1984. – 24 с.
5. *Неттевич, Э. Д.* Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // Вест. с.-х. науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
6. *Хангильдин, В. В.* Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы / В. В. Хангильдин, И. Ф. Шаяхметов, А. Г. Мардамшин // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа, 1979. – С. 5–39.
7. *Жученко, А. А.* Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А. А. Жученко // С.-х. биология. – 2000. – № 3. – С. 3–29.
8. *Литун, П. П.* Взаимодействие генотип-среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения / П. П. Литун // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: сб. науч. тр. – Киев, 1980. – С. 63–92.
9. *Лопатина, Л. М.* Планирование экологических испытаний и оценка пластичности сортов и гибридов с помощью регрессионных моделей / Л. М. Лопатина // Вестник с.-х. науки. – 1986. – № 5. – С. 71–75.
10. *Гончаренко, А. А.* Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вест. Рос. академии с.-х. наук. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
11. *Соболев, Н. А.* Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов / Н. А. Соболев // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: сб. науч. тр. – Киев, 1980. – С. 100–106.
12. *Удачин, Р. А.* Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы / Р. А. Удачин // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 5. – С. 2–6.

13. Оценка экологической пластичности и стабильности формирования урожайности зерна у сортов гречихи / А. П. Лаханов [и др.] // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2001. – № 1. – С. 6–8.
14. Бебякин, В. М. Экологическая устойчивость сортов и форм яровой твердой пшеницы по массе зерна с растения и зерновому уборочному индексу / В. М. Бебякин // Селекция и семеноводство. – 1993. – № 1. – С. 28–30.
15. Неттевич, Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности / Э. Д. Неттевич // Вест. Рос. акад. с.-х. наук. – 2001. – № 3. – С. 34–38.

T. A. ANOKHINA, E. M. CHIRKO, R. M. KADYROV, L. I. GVOZDOVA

EVALUATION OF GRAIN PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF GREEN FOXTAIL

Summary

The analysis of cultivation of green foxtail samples of different origin proves that it's possible to use this crop for grain production in Belarus. It is shown that at the initial stages of evaluation of the initial material by grain productivity it is reasonable to use the parameters which characterize the homeostatic nature of the selected population. Such parameters as Puss, IC, Sc, and St2 have the closest association with each other.

The conducted research shows that of all the analysed samples the sample Strela 72 is characterized by the most homeostatic nature and selective value. Also this sample combines the level of average yield and ecological stability.