

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

**Дронов Александр Викторович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономия, селекция и семеноводство»

**Бельченко Сергей Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономии, селекции и семеноводство»

**Нестеренко Ольга Александровна**, аспирант кафедры «Агрономия, селекция и семеноводство»

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а;

тел/факс: +7(48341) 24-721; e-mail: cit@bgsha.com

**Ключевые слова:** кукуруза, раннеспелые гибриды, зерновая продуктивность, адаптивность, стабильность, коэффициент регрессии, селекционная ценность, стрессоустойчивость.

В статье представлены результаты сравнительной оценки зерновой продуктивности и параметров адаптивности раннеспелых гибридов кукурузы на юго-западе Нечерноземья (Брянская область). Цель данной работы - изучить и дать оценку продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Нечерноземья. В качестве объекта исследований были взяты 22 гибрида раннеспелой группы (ФАО 100-200). В задачи агроэкологического испытания за период 2016-2019 гг. входила всесторонняя оценка адаптивных свойств изучаемых генотипов кукурузы по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность». Изучены особенности продукционного процесса посевов кукурузы в зависимости от изменений метеорологических условий возделывания по годам испытания, что позволило объективно оценить уровень варьирования урожая зерна. Нами рассчитаны следующие показатели: индекс условий среды ( $I_s$ ), параметры экологической пластичности - стабильность ( $S_d^2$ ) и пластичность ( $b$ ), стрессоустойчивость, размах урожайности ( $d$ ), гомеостатичность (Нот), коэффициент вариации ( $V$ ). В результате проведенных испытаний за 4 года урожайность зерна кукурузы варьировала от 6,02 т/га гибрида LG 2195 селекции Limagrain Europe (Франция) до 8,69 т/га гибрида Ладожский 181 МВ (НПО «Семеноводство Кубани»). По комплексу параметров адаптивности отмечены гибриды отечественной селекции Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ и зарубежной селекции - P7954 (Pioneer, Франция) и Кромвелл (KWS, Германия), обладающие стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и высокой продуктивностью зерна в агроландшафтных условиях Брянской области.

### Введение

В настоящее время изменение климата и расширение ареала возделывания кукурузы в Российской Федерации обуславливают необходимость использования адаптивных подходов в её селекции. Такое положение ставит перед учёными-селекционерами первоочередную задачу - повышение общей адаптивной способности за счет её специфичности и высокой урожайности зерна гибридов независимо от года и зоны возделывания. В этой связи необходимо, чтобы современные гибриды были более высокоурожайными и устойчивыми к стрессовым факторам среды, лимитирующими формирование потенциально возможной продуктивности. Только адаптивность гибрида (обусловленная гомеостатичностью его генотипа) может обеспечить стабильность урожая в различных экологических условиях [1-9].

Цель данной работы заключалась в оцен-

ке продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Нечерноземья. В задачи исследования входили комплексная и всесторонняя оценка адаптивных свойств испытываемых генотипов кукурузы по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность»; обоснование особенностей продукционного процесса посевов кукурузы на зерно в зависимости от изменений метеорологических условий возделывания по годам конкурсного испытания.

### Материалы и методы исследований

Полевые эксперименты проводились в период 2016-2019 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ. В качестве объекта исследований были взяты 22 гибрида раннеспелой группы (ФАО 100-200) отечественной и зарубежной селекции. Опыты по изучению и агроэкологической оценке раннеспелых генотипов кукурузы

Таблица 1

**Метеорологические условия за вегетационный период исследований (по данным метеостанции Брянского ГАУ 2016-2019 гг.)**

Показатель	Год	Месяц					За вегетационный период
		май	июнь	июль	август	сентябрь	
Сумма осадков, мм	2016	26,6	67,8	95,0	20,2	38,4	248,0
	2017	48,9	49,6	137,9	51,6	36,5	324,5
	2018	21,4	73,1	162,7	12,2	4,0	273,4
	2019	103,3	62,4	100,1	34,5	26,0	326,3
	Климатическая норма	55,0	65,0	82,0	64,0	46,0	312,0
Температура воздуха, °С	2016	15,3	18,6	20,7	19,6	12,4	17,3
	2017	12,9	16,4	18,2	20,0	13,5	16,2
	2018	17,4	17,8	21,3	18,3	14,3	17,8
	2019	16,2	21,0	17,3	17,1	12,8	16,9
	Климатическая норма	12,5	16,6	18,4	17,1	11,4	15,2

проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методическим рекомендациям по проведению опытов с кукурузой [10,11].

Почва опытного поля - серая лесная легкосуглинистая среднекультуренная. Почва характеризуется содержанием органического вещества (гумуса) 3,8-4,0 %, высокой обеспеченностью подвижным фосфором 216-226 мг, средней обеспеченностью обменным калием 156-196 мг/кг почвы, высокой степенью насыщенности основаниями - 85,6%. Реакция почвенного раствора на уровне 5,6-5,8 (рН солевой вытяжки), гидролитическая кислотность (Нг) - 2,63 мг-экв. на 100 г почвы. Предшественниками по годам исследований являлись озимые зерновые культуры и однолетние травы. Агротехника полевых опытов общепринятая в регионе для пропашных культур. Посев гибридов кукурузы проводили сеялкой точного высева СПЧ-6. Ширина междурядий - 70 см при норме высева семян - 80 тыс. шт. всхожих семян на 1 га, размещение вариантов - систематическое. Перед посевом в предпосевную обработку почвы применяли нитрофоску в количестве: азота, фосфора и калия по 160 кг д.в. каждого элемента на запланируемую урожайность 10 т зерна/га. Система защиты посевов кукурузы от вредных объектов представлена препаратами компании «Август»: баковые смеси гербицидов Дублон Голд, вдг (0,07 л/га) и Балерина, сз - 0,3 л/га, Адьо, ж-0,2; Гумистим 2 л/га. В фазу 5-6 листьев кукурузы опрыскивание от сорняков Титус Плюс, вдг-0,384; Тренд-90, ж-0,2 л/га.

В течение вегетационного периода изучаемых гибридов кукурузы проводили фено-

логические наблюдения, определение высоты растений, параметры листьев, початков. Учёт биологической продуктивности проводили с деланки площадью 10 м<sup>2</sup> в 4-х кратной повторности. При учёте зерновой продуктивности определяли следующие показатели структуры урожая: длина початков, число рядов зёрен, их количество в ряду, масса зерна с початка, уборочная влажность, масса 1000 штук, объёмная масса зерна, урожайность в пересчёте на 14%-ную влажность. Лабораторные анализы качества зерна выполнены в Центре коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ с помощью инфракрасного анализатора ИнфраЛюм ФТ 12, оснащенного программным обеспечением «СпектраЛюм/Про». Результаты исследований подвергались математической обработке, данные урожайности обрабатывали дисперсионным методом по Б.А. Доспехову [12]. Индекс условий среды ( $I_s$ ) и показатели параметров экологической пластичности: стабильность ( $S_a^2$ ) и пластичность ( $b$ ), по Эберхарту и Расселлу (S.A. Eberhart, W.A. Russell) определяли в изложении В.З. Пакудина [13,14], стрессоустойчивость и генетическую гибкость гибридов по уравнениям А.А. Rosiette, J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко [15], размах урожайности ( $d$ ) - по В.А. Зыкину [16], параметры гомеостатичности (Ном) - по В.В. Хангильдину [17], коэффициент вариации ( $V$ ) - по Б. А. Доспехову [12]. Индекс стабильности (ИС), показатель уровня и стабильности сорта, гибрида (ПУСС), показатель реализации потенциальной урожайности - по Э.Д. Неттевичу [18,19].

#### **Результаты исследований**

За период проведения полевых опытов в

течение 2016-2019 годов (по данным метеорологической станции Брянского ГАУ) погодные условия района исследований заметно различались среднесуточной температурой воздуха и количеством выпавших осадков (табл.1).

В 2016 году за вегетационный период (май-сентябрь) в среднем температура воздуха составила 17,3°C и была выше климатической нормы на 2,1°C. Следует отметить, что в августе-сентябре наблюдался повышенный температурный режим воздуха, что сказалось на завершение вегетационного периода гибридов кукурузы, зерно которых практически вызрело, достигнув начала полной спелости за 118-126 суток (индекс условий среды составил  $I_j=+0,2$ ).

Метеорологические условия вегетационного периода 2017 года оказались достаточно благоприятными для возделывания кукурузы на зерно в агроклиматических условиях района исследований. Такие условия гидротермического режима существенно сказались на раннем цветении и созревании зерна в конце сентября, достигнув фазы восковой спелости - начало полной. При этом индекс условий среды имел отрицательное значение  $I_j=-0,6$ .

Вегетационный период 2018 года характеризовался повышенным температурным режимом воздуха, увлажненностью и недостатком осадков по сравнению со среднемноголетними значениями, расчётный гидротермический коэффициент вегетационного периода 2018 года - ГТК составил 1,16 (слабозасушливый, по Селянинову). В среднем за вегетационный период выпало осадков меньше на 38,6 мм (климатическая норма - 312 мм), температурный режим характеризовался превышением на 2,6°C в сравнении с климатической нормой (15,2°C). Индекс условий среды  $I_j=+1,2$ .

Весенне-летний вегетационный период 2019 года отличался теплыми и дождливыми маем и июнем, количество осадков в мае составило 103,3 мм, которые в основном выпали в первой половине месяца. Сумма атмосферных осадков в июне составила 62,4 мм (среднемесячная температура воздуха 21,0°C, что выше климатической нормы на 2,3°C), тогда как наибольшее количество выпало в июле - 100,1 мм (при средней температуре воздуха - 17,3°C), и в целом июль оказался прохладным и дождливым. В этой связи следует отметить следующий факт, что очень сильно пострадали посевы кукурузы в первой декаде июня, когда прошли проливные дожди со шквалистым ветром, грозой и градом. Для кукурузы такие погодные условия,

сложившиеся в июне-июле, оказались экстремальными, растения испытали стресс и в условиях контрастных дневных и ночных температур. Август характеризовался умеренно теплой погодой и незначительным выпадением атмосферных осадков. По завершению вегетационного периода к уборке кукурузы (II-III декады сентября) отмечалась климатически умеренная погода для региона, однако зерно практически всех гибридов имело повышенную влажность до 36-40 % при индексе условий среды, который составил  $I_j=-0,8$ . Отрицательное значение индекса среды сказалось на формировании среднегодовой урожайности зерна, которая была ниже по сравнению с предыдущими годами, что явилось следствием низкого адаптационного потенциала исследуемых генотипов.

Для анализа продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы использовали понятие «среднесортная урожайность» согласно методике, предложенной Л. А. Животковым с сотрудниками [20]. В данном случае сопоставление урожайности проводилось не со стандартом, а со средней урожайностью зерна изучаемых гибридов по опыту. Её величина выражала общую норму реакции определенной совокупности гибридов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. При этом цифровое значение данного показателя выражалось в процентах (долевое участие) либо как относительная величина (коэффициент адаптивности). По величине данного показателя можно говорить об адаптивности или продуктивности гибрида. В неблагоприятных условиях потенциальная продуктивность реализуется слабо, а адаптивность, наоборот, более чётко.

Параметры изменчивости урожайности зерна 22 раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-200) за годы агроэкологического испытания на базе аграрного университета в рамках проведения мероприятия «День Брянского поля» (демонстрационные посевы 2016-2019 гг.) представлены в таблице 2.

В среднем за 4 года испытания высокой урожайностью зерна свыше 7-8 т/га отмечены агроценозы следующих гибридов: Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ, Р 7954, MAS 13.V, MAS 18.L.

Коэффициент вариации свидетельствовал о степени варьирования урожайности зерна по годам и более высокой норме реакции их на условия возделывания. В среднем за годы испытания низкими показателями коэффициента вариации, и, следовательно, высокой экологи-

Таблица 2

Параметры урожайности зерна раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-200), опытное поле Брянского ГАУ, 2016-2019 гг.

Гибрид	Урожайность зерна в пересчёте на 14 %-ную влажность, т/га				Среднее за 4 года	Коэффициент вариации V, %	Коэффициент адаптивности
	2016	2017	2018	2019			
Воронежский 158 СВ	6,55	6,08	7,58	4,67	6,22	19,43	0,89
Воронежский 160 СВ	5,44	5,10	9,83	4,73	6,28	38,05	0,88
Каскад 166 АСВ	6,81	6,36	10,26	5,35	7,20	29,64	1,02
Каскад 195 СВ	6,56	6,12	9,57	6,32	7,14	22,80	1,02
Ладожский 148 СВ	6,81	5,99	7,10	6,01	6,48	8,71	0,93
Ладожский 150 СВ	8,05	5,85	7,37	5,94	6,80	15,95	0,98
Ладожский 175 МВ	6,58	5,91	9,18	6,35	7,01	21,08	1,00
Ладожский 181 МВ	8,75	7,80	9,50	8,71	8,69	8,01	1,26
Ладожский 185 МВ	7,50	7,12	8,90	6,08	7,40	15,76	1,06
Ладожский 191 МВ	7,21	6,75	7,85	8,04	7,46	7,95	1,08
Краснодарский 194 АМВ	7,69	6,26	8,69	6,77	7,35	14,55	1,06
P 7535 (Pioneer, Франция)	7,39	6,11	7,82	4,49	6,45	23,19	0,92
P 7954 (Pioneer, Франция)	8,62	7,20	8,14	7,07	7,76	9,63	1,12
Корифей (KWS, Германия)	7,44	6,46	7,95	6,05	6,98	12,52	1,00
Кромвелл (KWS, Германия)	6,54	6,21	7,12	6,23	6,53	6,51	0,94
Колтер (KWS, Германия)	6,27	5,88	8,39	6,23	6,69	17,11	0,96
MAS 12.R (Франция)	7,67	6,10	7,15	5,83	6,69	12,98	0,96
MAS 13.V (Франция)	8,69	6,55	7,80	6,02	7,27	16,63	1,04
MAS 14.G (Франция)	7,68	7,22	7,71	6,30	7,23	9,10	1,04
MAS 18.L (Франция)	8,24	7,31	7,43	6,11	7,27	12,08	1,05
LD 2195 (Франция)	5,71	5,20	7,08	6,22	6,05	13,24	0,87
FELDI CS (Франция)	5,72	6,08	6,89	5,98	6,17	8,19	0,89
Средняя урожайность гибридов по опыту	7,18	6,35	8,15	6,16	6,96		
Индекс среды Ij	0,2	-0,6	1,2	-0,8			

ческой стабильностью выделились следующие гибриды - Кромвелл (6,5 %), Ладожский 191 МВ (7,9 %), Ладожский 181 МВ (8,0 %), FELDI CS (8,2 %). Наиболее высокие значения коэффициента вариации отмечены у гибридов Воронежский 160 СВ (38,0 %), Каскад 166 АСВ (29,6 %), P 7535 (23,2 %), Каскад 195 СВ (22,8 %).

За период исследований коэффициент адаптивности составил величину больше единицы, что характерно свидетельствовало о высокой степени выраженности реакции на неблагоприятные условия: Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ, P 7954 и др. Наименьшее значение коэффициента адаптивности 0,87 отмечено у гибрида французской селекции LD 2195, который проявил слабую реакцию на действия внешних условий, выразившуюся незначительным ростом зерновой продуктивности - 6,05 т/га.

#### Обсуждение

Для более полной характеристики адаптивных свойств изучаемых гибридов нами рас-

считан ряд статистических показателей, применяемых для оценки и сравнения генотипов. В этой связи следует отметить, что проведенными ранее научными исследованиями параметров адаптивности зерновых озимых и яровых культур, кукурузы, картофеля, земляники в различных регионах России предлагается разделить показатели на 3 категории [21, 22, 23, 24] 1-я категория - показатели, определяющие пластичность - коэффициент регрессии ( $b_i$ ), коэффициент вариации (V); 2-я - стабильность -  $S_d^2$ , индекс стабильности (ИС); 3-я - гомеостатичность - показатель уровня стабильности сорта (гибрида) - ПУСС, гомеостатичность ( $H_{om}$ ), селекционная ценность ( $Sc$ ).

В таблице 3, исходя из модели и уравнений расчёта параметров адаптивности, экспериментальные данные показали высокую отзывчивость на изменение условий ( $b_i > 1$ ) и наиболее ценные гибриды, которые относят к интенсивным, но менее приспособленным к неблагоприятным условиям, а также низкому агрофону:



Таблица 3

## Стрессоустойчивость и параметры адаптивности раннеспелых гибридов кукурузы в агроэкологическом испытании (2016-2019 гг.)

Гибрид	Параметр адаптивности					
	$y_{\min} - y_{\max}$ стрессоустойчивость, т/га	$\frac{(y_{\min} + y_{\max})}{2}$ генетическая гибкость, т/га	d (размах урожайности), %	$b_i$ (коэффициент регрессии)	$S_d^2$ (коэффициент стабильности)	$(H_{от})$ гомеостатичность
Воронежский 158 СВ	-2,9	6,1	38,4	1,22	0,35	11,0
Воронежский 160 СВ (st)	-5,1	7,3	51,9	2,42	1,28	3,2
Каскад 166 АСВ	-4,9	7,8	47,9	2,24	0,61	4,9
Каскад 195 СВ	-3,5	7,8	36,1	1,63	0,68	9,1
Ладожский 148 СВ	-1,1	6,5	15,6	0,60	0,03	67,0
Ладожский 150 СВ	-2,2	7,0	27,3	0,90	0,77	19,4
Ладожский 175 МВ	-3,3	7,5	35,6	1,49	0,52	10,2
Ладожский 181 МВ	-1,7	8,7	17,9	0,61	0,27	63,8
Ладожский 185 МВ	-2,8	7,5	31,7	1,22	0,18	16,6
Ладожский 191 МВ	-1,3	7,4	16,0	0,15	0,50	72,8
Краснодарский 194 АМВ	-2,4	7,5	28,0	1,13	0,14	20,8
P 7535 (Pioneer, Франция)	-3,3	6,2	42,6	1,46	0,73	8,4
P 7954 (Pioneer, Франция)	-1,6	7,8	18,0	0,62	0,36	52,0
Корифей (KWS, Германия)	-1,9	7,0	23,9	0,93	0,06	29,3
Кромвелл (KWS, Германия)	-0,9	6,7	12,8	0,46	0,01	110,2
Колтер (KWS, Германия)	-1,8	6,8	24,0	0,73	0,47	28,0
MAS 12.R (Франция)	-2,7	7,4	30,7	0,96	1,05	16,4
MAS 13.V (Франция)	-1,4	7,0	18,3	0,57	0,24	56,3
MAS 14.G (Франция)	-2,1	7,2	25,8	0,53	0,81	28,3
MAS 18.L (Франция)	-1,9	6,1	26,6	0,62	0,49	24,3
LD 2195 (Франция)	-1,2	6,3	17,0	0,39	0,19	64,4
FELDI CS (Франция)	-2,5	7,1	38,4	1,13	0,39	15,6

Воронежский 160 СВ ( $b_i=2,42$ ), Каскад 166 АСВ ( $b_i=2,24$ ), Каскад 195 СВ ( $b_i=1,63$ ), Краснодарский 194 АМВ ( $b_i=1,13$ ), Колтер ( $b_i=1,13$ ). В связи со специфической адаптацией данные гибриды максимально реализовали свой генетический потенциал при возделывании только в благоприятных условиях. Генотипы, у которых  $b_i < 1$  и близкий к нулю показатель  $S_d^2$ , слабо реагировали на улучшение внешних условий (полунтенсивные), но в то же время для них характерна достаточно высокая стабильность урожайности (Ладожский 148 СВ, Кромвелл, FELDI CS).

Гибриды с коэффициентом регрессии равным или близким единице относились к пластичным. Изменение их урожайности полностью соответствует изменению условий возделывания. Такие гибриды смогут обеспечить лучший эффект при их размещении на средних агрофонах, например, Ладожский 150 СВ, Корифей, MAS 13.V и другие.

При различных метеорологических условиях важным показателем оценки гибридов кукурузы является их устойчивость к стрессу (засухе, высокой температуре воздуха, избы-

точному увлажнению и др.), уровень которого определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью зерна. Показатель стрессоустойчивости ( $y_{\min} - y_{\max}$ ) имеет отрицательное значение, чем меньше разрыв максимальной и минимальной урожайности, тем выше стрессоустойчивость генотипа (сорт, гибрид). На основании проведенных исследований было установлено, что относительно высокие значения данного параметра выявлены у следующих гибридов: Кромвелл (-0,9 т/га), Ладожский 148 СВ (-1,1), FELDI CS (-1,2) и Ладожский 191 МВ (-1,3 т/га). Эти гибриды в меньшей степени снижали урожайность зерна в экстремальных условиях.

Компенсаторную способность генетической гибкости гибрида отражает показатель  $\frac{(y_{\min} + y_{\max})}{2}$  средней урожайности в контрастных условиях. Чем выше степень соответствия между гибридом и различными факторами среды (климатические, биотические, эдафические и др.), тем выше данный показатель. Высокую среднюю урожайность зерна в контрастных условиях возделывания сформировали гибриды

Ладожский 181 МВ (8,69 т/га), Р 7954 (7,76), Ладожский 191 МВ (7,46) и Краснодарский 194 АМВ (7,35 т/га).

Отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью зерна гибрида к максимальной урожайности, выраженной в процентах, отражается в критерии размаха урожая (d). Чем ниже показатель, тем стабильнее урожайность генотипа в конкретных условиях. В наших испытаниях минимальное значение размаха урожайности зерна отмечено у следующих гибридов кукурузы: Кромвелл (12,8 %), Ладожский 148 СВ (15,6), Ладожский 191 МВ (16,0) и FELDI CS (17,0%).

Важной характеристикой сортов (гибридов) является величина гомеостаза, под которым, по мнению В.В. Хангильдина с коллегами [17], понимается «система адаптивных реакций генотипа, направленных на обеспечение стабилизации определенного потенциала урожая зерна или биомассы в широких границах условий среды». Благодаря проявлению гомеостатичности ( $H_{om}$ ) растения способны нормально развиваться при неблагоприятных внешних условиях. Это способность растительного организма поддерживать программу своего развития в некоторых определенных рамках, позволяющих ему развиваться при изменяющихся условиях внешней среды. Связь гомеостатичности с коэффициентом вариации (V) характеризуется устойчивостью признака в изменяющихся условиях среды, другими словами, способностью поддерживать низкую вариабельность продуктивности. Коэффициент вариации (V) - стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности. Это относительный показатель количественной изменчивости. В наших исследованиях наибольшую стабильность при изменении условий возделывания с наименьшими значениями коэффициента вариации и высокой гомеостатичностью проявили следующие гибриды кукурузы: Кромвелл ( $V=6,51\%$ ,  $H_{om}=110,2$ ), Ладожский 191 МВ ( $V=7,95\%$ ,  $H_{om}=72,8$ ), Ладожский 148 СВ ( $V=8,71\%$ ,  $H_{om}=67,0$ ). Промежуточное положение занимали такие гибриды как Р 7954 и MAS 14.G.

При расчёте индекса стабильности (ИС) и показателя уровня стабильности урожайности сорта (гибрида) - ПУСС в качестве стандарта нами был принят гибрид Воронежский 160 СВ, рекомендованный для производственного использования в 3 регионах на территории РФ. Индекс стабильности (ИС) - важная характеристика

генотипа (сорта, гибрида, популяции). Генотипы с большим индексом стабильности представлены как более стабильные, то есть более приспособленные к конкретным условиям. В наших опытах самый высокий индекс стабильности получен у гибридов Ладожский 181 МВ (1,09), Кромвелл (1,00), Ладожский 191 МВ (0,94) и Р 7954 (0,81) соответственно.

Из показателей гомеостатичности ПУСС является комплексным, так как позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности сорта (гибрида) и характеризует способность отзываться на улучшение условий возделывания, а при их ухудшении - поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Чем больше ПУСС, тем генотип (сорт, гибрид) лучше. По показателю ПУСС выделились, как и по другим показателям, перспективные гибриды раннеспелой группы Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Кромвелл и Р 7954.

По показателю селекционная ценность ( $S_c$ ) выделенные нами раннеспелые гибриды расположились в следующем порядке (по убыванию): Ладожский 181 МВ, Р 7954, Ладожский 191 МВ, MAS 14.G, Кромвелл.

#### **Заключение**

Таким образом, для более полной характеристики и объективной оценке гибридов кукурузы при агроэкологическом испытании необходимо использовать сочетание различных статистических моделей и показателей, а адаптивность генотипа (сорт, гибрид) следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности.

Следовательно, на основании проведенных исследований за период 2016-2019 гг. наиболее ценными среди раннеспелых генотипов кукурузы по комплексу параметров адаптивности отмечены гибриды отечественной селекции Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ и зарубежной селекции - Р7954 (Pioneer, Франция) и Кромвелл (KWS, Германия). Эти перспективные гибриды, обладающие стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и высокой продуктивностью зерна в агроландшафтных условиях Брянской области, можно рекомендовать для производственного внедрения в условиях юго-запада Центрального региона России.

#### **Библиографический список**

1. Сотченко, В. С. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы : спец. 06.01.05 - Селекция и семеноводство сельско-

хозяйственных растений : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Сотченко Владимир Семенович. – Санкт-Петербург, 1992. – 48 с.

2. Орлянский, Н. А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья : 06.01.05 - селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Орлянский Николай Алексеевич. – Воронеж, 2004. – 40 с.

3. Орлянский, Н. А. Оценка результатов экологического сортоиспытания гибридов кукурузы с использованием селекционных индексов / Н. А. Орлянский, Н. А. Орлянская // Кукуруза и сорго. – 2016. - № 2. – С. 3-7.

4. Чирко, Е. М. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов проса (*Panicum miliaceum*) в условиях юго-западного региона республики / Е. М. Чирко // Известия национальной академии наук Беларуси. – 2009. - № 3. – С. 49-54.

5. Кравченко, Р. В. Адаптивность и стабильность проявления урожайных свойств гибридов кукурузы на фоне антропогенных факторов / Р. В. Кравченко // Научный журнал КубГАУ. – 2012. - № 77(03). – С. 1-15.

6. Гульняшкин, А. В. Результаты изучения экологической адаптивности новых раннеспелых гибридов кукурузы / А. В. Гульняшкин, С. С. Анашенков, Д. В. Варламов // Зерновое хозяйство России. – 2014. - № 4. – С. 31-35.

7. Раннеспелые гибриды кукурузы - для условий Западной Сибири / В. С. Ильин, А. М. Логинова, Г. В. Гейц, С. В. Губин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - № 6. – С. 16-18.

8. Зезин, Н. Н. Экологическая пластичность гибридов кукурузы и её связь с продуктивностью в условиях Среднего и Южного Урала / Н. Н. Зезин, А. Э. Панфилов, В. В. Кравченко // Кукуруза и сорго. – 2015. - № 3. – С. 3-8.

9. Мадякин, Е. В. Характеристика гибридов кукурузы по продуктивности и адаптивной способности в условиях недостаточного увлажнения / Е. В. Мадякин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т.17, № 4(3). – С. 588-591.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. – Москва : Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. – 197 с.

11. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск : ВНИИ кукурузы, 1980. – 36 с.

12. Доспехов, Б. А. Методы полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений / Б. А. Доспехов. – Москва : Альянс, 2014. – 351 с.

13. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop. Sci. – 1966. - V. 6, № 1. – P. 36-40.

14. Пакудин, В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. - № 4. – С. 109-113.

15. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. - № 6. – С. 49-53.

16. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ: методические рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск : Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1984. – С. 1–24.

17. Хангильдин, В. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин, С. В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – 1984. - № 1. – С. 67-76.

18. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. - № 1. – С. 66-73.

19. Неттевич, Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности / Э. Д. Неттевич // Вестник РАСХН. – 2001. - № 3. – С. 34-38.

20. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секутаева // Селекция и семеноводство. – 1994. - № 2. – С. 3–6.

21. Левакова, О. В. Результаты изучения экологической адаптивности и стабильности новых сортов и линий ярового ячменя в условиях Рязанской области / О. В. Левакова, Л. М. Ерошенко // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. - № 1(37). – С. 18-22.

22. Мамеев, В. В. Изменчивость и прогнозирование урожайности озимой пшеницы в юго-западной части Центрального региона России (на примере Брянской области) / В. В. Мамеев, В. Е. Ториков // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2017. - № 1(18). – С. 24-30.

23. Оценка параметров адаптивности сортов

озимой мягкой пшеницы / И. А. Рыбась, Д. М. Марченко, Е. И. Некрасов, М. М. Иванисов, Т. А. Гричаникова, В. И. Романюкина // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. - № 4(58). – С. 51-54.

24. Николаев, П. Н. Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового

ячменя в условиях Омской области / П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов, О. А. Юсова // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2018. - № 1(41). – С. 43-48.

## COMPARATIVE EVALUATION OF GRAIN PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY OF EARLY SEASON MAIZE HYBRIDS UNDER CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF BLACK EARTH

Dronov A.V., Belchenko S.A., Nesterenko O.A.

FSBEI HE Bryansk SAU

243365, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino street, Sovetskaya street, 2a

Tel/Fax: +7(48341) 24-721;

e-mail: [cit@bgsha.com](mailto:cit@bgsha.com)

*Key words:* maize, early-ripe hybrids, grain productivity, adaptability, stability, regression coefficient, breeding value, stress resistance.

The article shows the results of a comparative assessment of grain productivity and adaptability parameters of early-ripe maize hybrids in the South-West of non-chernozem region (Bryansk region). The aim of this work is to study and evaluate the productive and adaptive potential of early-ripe maize hybrids in the agroclimatic conditions of the non-chernozem region. 22 hybrids of the early-ripe group (FAO 100-200) were taken as the object of research. The tasks of agroecological examining for the period 2016-2019. included an overall assessment of adaptive properties of studied maize genotypes in terms of environmental stability and plasticity, using the "yield" criterion. The features of the production process of maize seeds depending on changes in meteorological conditions of cultivation for the years of examining were studied, which allowed us to assess objectively the level of variation in the grain yield. We calculated the following indicators: index of environmental conditions (Ij), parameters of environmental plasticity - stability (Sd2) and plasticity (bi), stress resistance, yield span (d), ultrastability (Hom), variation coefficient (V). As a result of examining carried out over 4 years, the yield of maize grain varied from 6.02 t/ha of the LG 2195 hybrid of Limagrain Europe selection (France) to 8.69 t/ha of the Ladoga 181 MV hybrid (NGO "Kuban Seed Production"). According to the set of adaptability parameters, hybrids of domestic selection Ladozhsky 181 MV, Ladozhsky 191 MV, Krasnodar 194 AMV and foreign selection - P7954 (Pioneer, France) and Cromwell (KWS, Germany), which have stability, selection value, stress resistance and high productivity of grain in agro-landscape conditions of the Bryansk region were noted.

### Bibliography

1. Sotchenko, V. S. Selection and seed production of early and medium-early ripe maize hybrids: spec. 06.01.05 – Selection and seed production of agricultural plants: abstract of the dissertation for the degree of doctor of agricultural sciences / Sotchenko Vladimir Semenovich. – Saint-Petersburg, 1992. – 48 p.
2. Orlyansky, N. A. Selection and seed production of grain maize to increase adaptability in the conditions of the Central Chernozem region: 06.01.05-selection and seed production of agricultural plants: abstract of the dissertation for the degree of doctor of agricultural Sciences / Orlyansky Nikolay Alekseevich. – Voronezh, 2004. – 40 p.
3. Orlyansky, N. A. Evaluation of the results of ecological grain testing of maize hybrids using selection indices / N. A. Orlyansky, N. A. Orlyanskaya // *Maize and sorghum*. – 2016. - № 2. – P. 3-7.
4. Chirko, E. M. Comparative assessment of grain productivity and adaptability of millet varieties (*Panicum miliaceum*) in the conditions of the South-Western region of the Republic / E. M. Chirko // *Izvestia of the national Academy of Sciences of Belarus*. – 2009. - № 3. – P. 49-54.
5. Kravchenko, R. V. Adaptability and stability of corn hybrids ' yield properties on the background of anthropogenic factors / R. V. Kravchenko // *Scientific journal CubSAU*. – 2012. - № 77(03). – P. 1-15.
6. Gulnyashkin, A. V. Results of studying the ecological adaptability of new early-ripe maize hybrids / A. V. Gulnyashkin, S. S. Anashenkov, D. V. Varlamov // *Grain farming of Russia Poccuu*. – 2014. - № 4. – P. 31-35.
7. Early-ripe maize hybrids-for conditions in Western Siberia / V. S. Ilyin, A. M. Loginova, G. V. Geyts, S. V. Gubin // *Modern problems of science and education*. – 2014. - № 6. – P. 16-18.
8. Zezin, N. N. Ecological plasticity of maize hybrids and its relation to productivity in the conditions of the Middle and Southern Urals / N. N. Zezin, A. E. Panfilov, V. V. Kravchenko // *Maize and sorghum*. – 2015. - № 3. – P. 3-8.
9. Madyakin, E. V. Characteristics of maize hybrids by productivity and adaptive capacity in conditions of insufficient moisture / E. V. Madyakin // *Izvestiya of Samara scientific centre of Russian academy of science*. – 2015. – V.17, № 4(3). – P. 588- 591.
10. Methods of state variety testing of agricultural crops. Edition 2. – Moscow : State Commission for variety testing of agricultural crops, 1989. – 197 p.
11. Guidelines for conducting experiments with maize. - Dnepropetrovsk: maize ASRI, 1980. – 36 p.
12. Dospikhov, B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions / B. A. Dospikhov. – Moscow : Alyans, 2014. – 351 p.
13. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // *Crop. Sci*. – 1966. - V. 6, № 1. – P. 36-40.
14. Pakudin, V. Z. Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties / V. Z. Pakudin, L. M. Lopatina // *Agricultural biology*. – 1984. - № 4. – P. 109-113.
15. Goncharenko, A. A. About adaptability and ecological stability of grain varieties / A. A. Goncharenko // *Vestnik of RAAS*. – 2005. - № 6. – P. 49-53.
16. Zykin, V. A. Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis: methodological recommendations / V. A. Zykin, V. V. Meshkov, V. A. Sapega. – Novosibirsk : Siberian branch of AUAAS, 1984. – P. 1–24.
17. Khanhildin, V. V. The problem of homeostasis in genetic selection studies / V. V. Khanhildin, S. V. Biryukov // *Genetic and cytological aspects in the selection of agricultural plants*. – 1984. - № 1. – P. 67-76.
18. Nettevich, E. D. Improvement of the efficiency of spring wheat selection for yield stability and grain quality / E. D. Nettevich, A. I. Morgunov, M. I. Maksimenko // *Vestnik of agricultural science*. – 1985. - № 1. – P. 66-73.
19. Nettevich, E. D. Influence of cultivation conditions and duration of study on the results of evaluation of varieties by yield / E. D. Nettevich // *Vestnik of RAAS*. – 2001. - № 3. – P. 34-38.
20. Zhivitkov, L. A. Methods for identifying potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator «yield» / L. A. Zhivitkov, Z. A. Morozova, L. I. Sekutaeva // *Breeding and seed farming*. – 1994. - № 2. – P. 3–6.
21. Levakova, O. V. Results of the study of ecological adaptability and stability of new varieties and lines of spring barley in the Ryazan region / O. V. Levakova, L. M. Yeroshenko // *Vestnik of AIC Upper Volga region*. – 2017. - № 1(37). – P. 18-22.
22. Mameev, V. V. Variability and forecasting of winter wheat yield in the South-Western part of the Central region of Russia (on the example of the Bryansk region) / V. V. Mameev, V. E. Torikov // *Agrarian Vestnik of Upper Volga region*. – 2017. - № 1(18). – P. 24-30.
23. Assessment of adaptability parameters of winter soft wheat varieties / I. A. Rybas, D. M. Marchenko, E. I. Nekrasov, M. M. Ivanisov, T. A. Grihanikova, V. I. Romanyukin // *Grain farming in Russia*. – 2018. - № 4(58). – p. 51-54.
24. Nikolaev, P. N. Plasticity, stability and adaptability of grain quality of spring barley varieties in the Omsk region / P. N. Nikolaev, N. I. Aniskov, O. A. Yusova // *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. – 2018. - № 1(41). – P. 43-48.