

**ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА  
ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (ФАО 100-300) В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А.В. Дронов**, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0001-5398-4822

E-mail: dronov.bsgaha@yandex.ru

**С.А. Бельченко**, доктор сельскохозяйственных наук

**В.В. Мамеев**, кандидат сельскохозяйственных наук

**О.А. Нестеренко**, аспирант

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*В статье приведены результаты изучения продуктивного потенциала и параметров адаптивной способности гибридов кукурузы (ФАО 100-300) в условиях юго-запада Нечерноземья (Брянская область). Опыты по изучению адаптивности и оценке урожайности зерна различных по спелости гибридов кукурузы отечественной и зарубежной селекции проводились на серых лесных почвах опытного поля Брянского ГАУ в период 2016-2019 годов. Цель данной работы - дать оценку продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы на зерно в агроклиматических условиях Нечерноземья. В качестве объекта исследований были взяты 22 гибрида раннеспелой группы (ФАО 100-200) и 19 среднеранних гибридов (ФАО 201-300). В задачи исследования входила комплексная оценка адаптивных свойств изучаемых генотипов кукурузы по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность зерна». Изучены особенности продукционного процесса посевов кукурузы в зависимости от изменений метеорологических условий возделывания по годам экспериментального испытания, что позволило объективно оценить уровень варьирования урожая зерна. Рассчитаны следующие показатели: индекс условий среды ( $I_j$ ), параметры экологической пластичности – стабильность ( $Sd^2$ ) и пластичность ( $bi$ ), стрессоустойчивость, размах урожайности ( $d$ ), гомеостатичность ( $Нот$ ), коэффициент вариации ( $V$ ). В результате проведенных испытаний за 4 года индексы условий среды ( $I_j$ ) изменялись от  $-0,2$  до  $+1,2$ : наиболее благоприятные условия в обеспечении высокого урожая зерна кукурузы сложились в 2018 году. По комплексу параметров адаптивной способности отмечены перспективные гибриды отечественной селекции Ладожский 181 МВ, Ладожский 191 МВ, Краснодарский 194 АМВ, Воронежский 279 СВ, Ладожский 221 МВ и зарубежной селекции – П 7954 (Pioneer, Франция), Кромвелл (KWS, Германия), Роналдинио (KWS, Германия), П 8523, П 8816 (Pioneer, Франция), ДКС 2960 (Монсанто, Швейцария), обладающие стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и высокой урожайностью зерна до 7-8 т/га в условиях Брянской области.*

**Ключевые слова:** кукуруза, раннеспелые и среднеранние гибриды, адаптивная способность, урожайность зерна.

**Для цитирования:** Дронов А.В., Бельченко С.А., Мамеев В.В., Нестеренко О.А. Параметры адаптивной способности и урожайности зерна гибридов кукурузы (ФАО 100-300) в условиях юго-западной части Нечерноземья (Брянская область). *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):116-126. 10.24412/2309-348X-2022-1-115-125

**PARAMETERS OF ADAPTIVE CAPACITY AND GRAIN YIELD OF CORN  
HYBRIDS (FAO 100-300) IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WESTERN PART OF  
NON-CHERNOZEM REGION (BRYANSK REGION)**

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

FSBEI HE BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

**Abstract:** *The article presents the results of studying the productive potential and adaptive capacity parameters of maize hybrids (FAO 100-300) in the conditions of the south-west of Non-Chernozem region (Bryansk region). Experiments on the study of adaptability and evaluation of grain yields of different ripeness of maize hybrids of domestic and foreign breeding were carried out on gray forest soils of the experimental field of the Bryansk State Agrarian University in the period 2016-2019. The purpose of this work is to assess the productive and adaptive potential of early-ripening and mid-early corn hybrids for grain in the agro-climatic conditions of Non-Chernozem region. 22 hybrids of the early-maturing group (FAO 100-200) and 19 medium-early hybrids (FAO 201-300) were taken as the object of research. The objectives of the study included a comprehensive assessment of the adaptive properties of the studied corn genotypes according to the parameters of environmental stability and plasticity, using the "yield" criterion. The features of the production process of corn crops depending on changes in meteorological conditions of cultivation over the years of experimental testing have been studied, which made it possible to objectively assess the level of variation in grain yield. The following indicators were calculated: environmental conditions index ( $I_j$ ), environmental plasticity parameters - stability ( $Sd^2$ ) and plasticity ( $bi$ ), stress resistance, yield span ( $d$ ), homeostaticity ( $Hom$ ), coefficient of variation ( $V$ ). As a result of the tests carried out over 4 years, the indices of environmental conditions ( $I_j$ ) varied from - 0.2 to +1.2: the most favorable conditions for ensuring a high yield of corn grain developed in 2018. According to the complex of adaptive ability parameters, hybrids of domestic breeding Ladozhsky 181 MV, Ladozhsky 191 MV, Krasnodarsky 194 MV Voronezhsky 279 MV, Ladozhsky 221 MV and foreign breeding - P 7954 (Pioneer, France), Cromwell (KWS, Germany), Ronaldinio (KWS, Germany), P 8523, P 8816 (Pioneer, France), DKS 2960 (Monsanto, Switzerland), possessing stability, breeding value, stress resistance and high grain yield up to 7-8 t/ha in the conditions of the Bryansk region.*

**Keywords:** corn, early-ripening and mid-early hybrids, adaptive capacity, grain yield.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной указом Президента В.В. Путиным (21 января 2020 г.) и распоряжением Правительства РФ от 12 апреля 2020 года, определены основные задачи по развитию животноводства до 2030 года, что определяет стратегическое направление отрасли на длительный период [1]. Для реализации Доктрины возникает актуальная необходимость разработки модернизации животноводства и кормопроизводства, которые должны решаться на федеральном и региональном уровнях. Важная роль в реализации почвенно-климатического потенциала территорий принадлежит сортам и гибридам нового поколения, устойчивым к неблагоприятным факторам среды, включая почвенные условия (кислотность, уплотнение и др.). В современных условиях своевременная смена сорта (гибрида) кормовых культур позволяет увеличить сбор сухого вещества от 7 до 15%, а также значительно повысить качество продукции.

Кукуруза (*Zea mays* L.) является универсальной, широко распространенной и одной из высокомаржинальных (прибыльных) сельскохозяйственных культур мирового земледелия. Она способна решать проблему производства зерна и качественных кормов при условии рационального использования почвенно-климатических ресурсов. Но в то же время потенциал современных гибридов используется всего лишь на 35-40%.

Роль и ценность кукурузы - «царицы полей» в современном сельском хозяйстве трудно переоценить, это – культура высокой урожайности и разностороннего использования, так на продовольственные цели используют около 20 % зерна кукурузы, на технические цели – около 15% и примерно 2/3 – на корм. Кроме продовольственных и кормовых целей, данную культуру широко используют для переработки на биологическое топливо и биоэтанол [2, 3]. На территории Российской Федерации кукуруза, являясь традиционно ведущей кормовой

культурой, используется для производства высокоэнергетических кормов – питательной зелёной массы, фуражного зерна, качественного силоса. По своим кормовым достоинствам и универсальности использования кукуруза превосходит многие другие зернофуражные культуры, зерно – незаменимый компонент комбикормов. Для кормления зерно используется в целом виде, но лучше применять плющенное, дроблёное или размоленное зерно, что улучшает его усвояемость [4].

Хорошо известно, что одним из основных направлений в селекции кукурузы является выведение гибридов нового поколения с высоким потенциалом адаптации. Такой потенциал представляет собой способность приспособления и устойчивости растений к неблагоприятным стресс-факторам окружающей среды как засуха, холод, избыточное увлажнение, болезни, вредители, засоренность посевов и другие [5].

Следовательно, следует отметить, что методология взаимоотношения «генотип-среда обитания» (ВГС) обусловлена алгоритмом изучения адаптивных свойств и параметров продуктивного потенциала с использованием статистических моделей и показателей, характеризующих экологическую пластичность, стабильность и гомеостатичность генотипов, их устойчивость к неблагоприятным стрессорам, повышение урожайности и качества растениеводческой продукции.

Целью данной работы являлась оценка параметров адаптивности и урожайности гибридов кукурузы на зерно различных по спелости (ФАО 100-300) в агроклиматических условиях Брянской области. На основании поставленной цели решались следующие задачи: провести агроэкологическую оценку параметров адаптивной способности гибридов кукурузы при использовании критерия «урожайность зерна»; обосновать особенности продукционного процесса посевов кукурузы по зерновой технологии возделывания на агросерых лесных почвах региона.

#### **Условия, материал и методы исследований**

Полевые эксперименты проводились в период 2016-2019 гг. на стационаре опытного поля Брянского ГАУ в качестве объекта исследований взяты 22 гибрида раннеспелой группы (ФАО 100-200) и 19 среднеранних гибридов (ФАО 201-300) отечественной и зарубежной селекции. Опыты по изучению и агроэкологической оценке параметров адаптивной способности гибридов кукурузы проводили в соответствии с Широким унифицированным классификатором СЭВ и Международным классификатором СЭВ видов *Zea mays L.*, Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6, 7].

Почвенный покров стационара опытного поля представлен серыми лесными почвами, легкосуглинистого состава. Они характеризуются 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%. Уровень реакции почвенного раствора составляет 5,6-5,8 (рН солевой вытяжки), гидролитическая кислотность (Нг) – 2,63 мг-экв. на 100 г почвы. Предшественниками по годам исследований были озимые зерновые культуры и однолетние травы на зелёный корм. В предпосевную обработку почвы применяли нитрофоску в количестве: НРК по 160 кг д.в. каждого элемента на запланируемую урожайность 10 т зерна/га. Посев гибридов кукурузы проводили сеялкой точного высева СПЧ-6 с шириной междурядий – 70 см и нормой высева семян – 80 тыс. шт. всхожих семян на 1 га, размещение вариантов – систематическое, площадь посевной делянки – 100 м<sup>2</sup>. 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, Адью, ж-0,2; Гумистим 2 л/га. В течение вегетационного периода гибридов кукурузы проводили фенологический мониторинг, определение высоты растений и высоты прикрепления початков. Учёт биологической продуктивности зерна проводили с делянки площадью 10 м<sup>2</sup> в 4-х кратной повторности. При учёте определяли показатели структуры урожая: длина початков, число рядов зёрен, их количество в ряду, масса зерна с початка, уборочная

влажность, масса 1000 штук, урожайность в пересчёте на 14%-ную влажность. Статистическую обработку данных и проведение полевых опытов осуществляли по методике Б.А. Доспехова [8]. Индекс условий среды ( $I_j$ ) и показатели параметров экологической пластичности: стабильность ( $S_d^2$ ) и пластичность ( $b_i$ ) по Эберхарту и Расселлу (S.A. Eberhart, W.A. Russell) определяли в изложении В.З. Пакудина [9]. Агроэкологическая оценка параметров адаптивной способности испытываемых гибридов кукурузы проводилась по общепринятым методикам, применяемые в агрономии и селекции сельскохозяйственных растений. Биометрические данные подвергали обработке на персональном компьютере с помощью компьютерных программ Excel 2019, Statistica 10.

За период проведения агроэкологического испытания в течение 2016-2019 годов метеорологические условия района исследований заметно различались среднесуточной температурой воздуха и динамикой выпавших атмосферных осадков (рис. 1, 2).

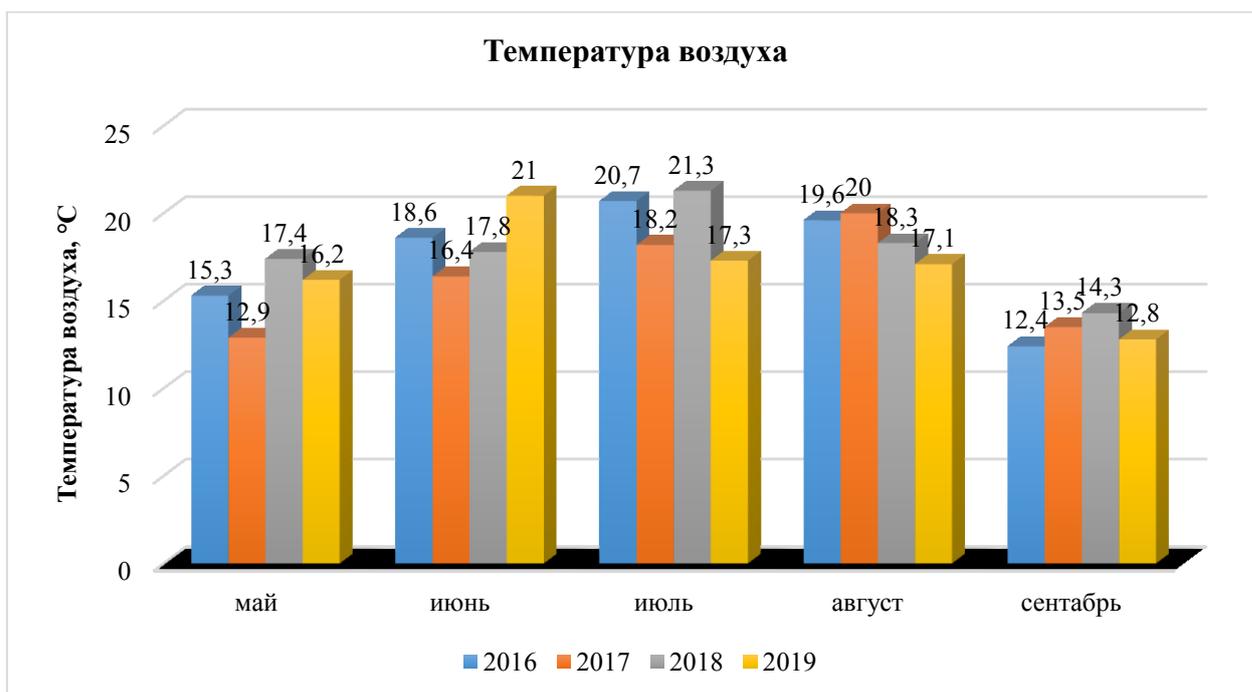


Рис.1. Температурный режим вегетационных периодов кукурузы за 2016-2019 гг. (данные агрометеостанции Брянского ГАУ)

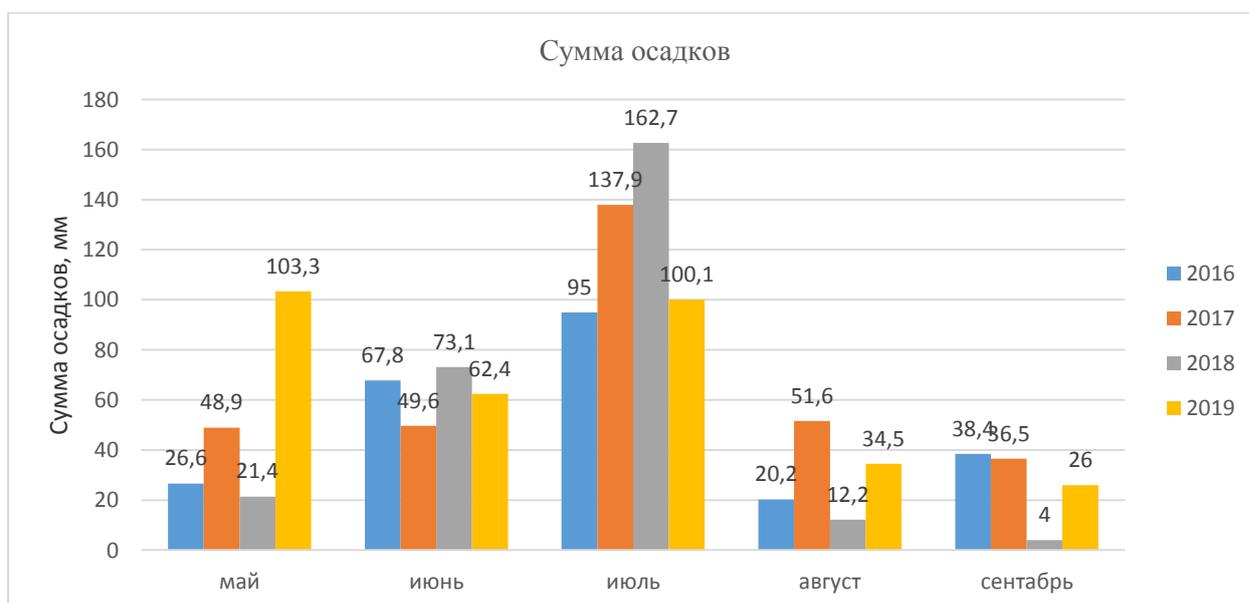


Рис. 2. Динамика выпадения осадков в период 2016-2019 гг. (опытное поле Брянского ГАУ)

### Результаты и их обсуждение

Для анализа продуктивного и адаптивного потенциала раннеспелых гибридов кукурузы использовали понятие «среднесортная урожайность» согласно методике, предложенной Л.А. Животковым с сотрудниками [10]. 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 выражалась 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 урожайности зерна и адаптивности 22 раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-200) и 19 среднеранних (ФАО 201-300) за годы агроэкологического испытания приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

#### Параметры урожайности зерна раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-200)

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
П 7535 (Pioneer, Франция)	7,39	6,11	7,82	4,49	6,45	23,19	0,92
П 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			

Таблица 2

**Урожайность зерна, параметры экологической пластичности и стабильности  
среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 201-300)**

Гибрид	Урожайность зерна в пересчёте на 14%-ную влажность, т/га				Среднее за 4 года	Коэффициент адаптивности	Коэффициент вариации V, %	d (размах урожайности), %
	2016	2017	2018	2019				
Краснодарский 291 АМВ	6,94	7,1	7,25	5,63	6,73	0,98	11,1	22,3
Воронежский 279 СВ	8,94	7,98	9,9	6,33	8,29	1,19	18,4	36,1
Ладожский 221 МВ	7,64	7,1	9,5	5,8	7,51	1,08	20,4	38,9
Ирондель, Франция	7,26	6,8	8,08	5,99	7,03	1,02	12,4	25,9
Птерокс, Франция	7,94	7,18	7,39	6,7	7,30	1,06	7,0	15,6
Максалия, Франция	7,35	6,72	7,61	5,8	6,87	1,00	11,7	23,8
Микси, Франция	8,48	7,55	6,83	6,94	7,45	1,09	10,1	19,5
Роналдинио, Германия	6,27	5,88	6,4	5,73	6,07	0,88	5,2	10,5
Кипарис, Германия	6,72	6,03	7,58	6,32	6,66	0,97	10,1	20,4
Классик, Германия	5,6	6,4	7,3	5,9	6,29	0,91	11,6	23,4
ААЛЬВИТО, Франция	6,5	6,1	7,0	5,8	6,34	0,92	8,0	16,2
ЛГ 3258, Франция	6,3	5,9	7,0	5,1	6,09	0,88	13,1	26,9
ЛГ 3285, Франция	6,4	5,8	7,1	6,0	6,32	0,92	9,5	18,8
П 8307 (Pioneer), Франция	6,6	7,1	7,5	5,2	6,58	0,95	15,4	31,1
П 8523 (Pioneer), Франция	6,7	6,0	6,9	6,4	6,49	0,95	6,0	12,8
П 8816 (Pioneer), Франция	7,7	7,1	9,8	7,5	8,02	1,16	15,1	27,8
ДКС 3203, Швейцария	8,7	7,8	8,3	5,7	7,63	1,10	17,2	33,8
ДКС 2960, Швейцария	7,3	6,9	8,2	7,6	7,50	1,09	7,0	15,1
Текни, Франция	6,1	6,6	7,2	6,0	6,47	0,94	8,6	17,0
Средняя урожайность гибридов по опыту	7,13	6,73	7,72	6,13	6,93			
Индекс среды Ij	0,2	-0,2	0,8	-0,8				

Коэффициент вариации свидетельствовал о степени варьирования урожайности зерна

по годам и более высокой норме реакции на условия возделывания. В среднем за годы испытания низкими показателями коэффициента вариации, и, следовательно, высокой экологической стабильностью выделились следующие раннеспелые 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%), П 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, Р 7954 и др. Наименьшее значение коэффициента адаптивности 0,87 отмечено у гибрида французской селекции LD 2195, который проявил слабую реакцию на действия внешних условий, которая выразилась невысокой урожайностью зерна – 6,05 т/га.

В среднем за 4 года испытания высокой урожайностью кукурузного зерна свыше 7-8 тонн с 1 га отмечены следующие среднеранние гибриды: Воронежский 279 СВ и П 8816 (Pioneer, Франция) – 8,29 и 8,02 т/га соответственно. С урожайностью зерна свыше 7,0-7,5 т/га выделились такие гибриды как ДКС 2960, ДКС 3203 (Швейцария), Ирондель, Микси (Франция). Коэффициент адаптивности составил величину больше единицы, что характеризовало высокую степень реакции генотипов на неблагоприятные стресс-факторы окружающей среды: Воронежский 279 СВ, Ладожский 221 МВ, Ирондель, Птерокс (RAGT Semences, Франция), П 8816 (Pioneer, Франция), ДКС 3203 (Монсанто, Швейцария) и др. Наименьшее значение коэффициента адаптивности 0,88 отмечено у гибрида LD 3258 (Limagrain, Франция), у которого выявлена слабая реакция на условия внешней среды и получено зерна – 6,05 т/га, а также у гибрида Классик (KWS, Германия) при коэффициенте адаптивности 0,91 с урожайностью 6,29 т/га. В среднем за годы испытания низкими показателями коэффициента вариации и соответственно высокой экологической стабильностью отмечены следующие гибриды: Роналдинио (5,2%), П 8523 (6,0%), Птерокс (7,0%), ДКС 2960 (7,0%).

Для более полной характеристики адаптивных свойств изучаемых гибридов нами рассчитан ряд статистических показателей, применяемых для оценки и сравнения генотипов. В интерпретации S.A. Eberhart, W.A. Russell «пластичность» – это положительный отклик генотипа на улучшение условий выращивания». В качестве параметра для оценки такого отклика ими предложен расчёт коэффициента линейной регрессии ( $b_i$ ), который может принимать значения больше единицы (высокая отзывчивость) и меньше (слабая отзывчивость), а также может быть равным единице (изменение урожайности полностью соответствуют изменению условий).

В таблице 3 приведены параметры адаптивности раннеспелых гибридов, 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: 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 (полуинтенсивные), 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.

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.

Таблица 3

**Параметры адаптивности раннеспелых гибридов кукурузы в агроэкологическом испытании (ср. за 2016-2019 гг.)**

Гибрид	Параметры 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)	( $H_{om}$ ) 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
П 7535 (Pioneer, Франция)	-3,3	6,2	42,6	1,46	0,73	8,4
П 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

В таблице 4 приведены данные по отдельным показателям параметров адаптивности среднеранних гибридов, которые показали, что к интенсивным гибридам с наибольшей отзывчивостью на изменение условий отнесены Ладожский 221 МВ ( $b_i = 2,23$ ), Воронежский 279 СВ ( $b_i = 2,22$ ), ДКС 3203 ( $b_i = 1,63$ ) и П 8816 ( $b_i = 1,41$ ), а остальные генотипы характеризовались как слабоотзывчивые на изменения условий возделывания.

Таблица 4

**Параметры адаптивности среднеранних гибридов кукурузы в агроклиматических условиях Брянской области (ср. за 2016-2019 гг.)**

Гибрид	Пластичность, $b_i$ (коэффициент регрессии)	Индекс стабильности	Генетическая гибкость, т/га $(\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2})$	Гомеостатичность ( $H_{om}$ )	Стрессоустойчивость, т/га $Y_{min} - Y_{max}$
Краснодарский 291 АМВ	0,93	0,61	6,4	37,6	-1,6
Воронежский 279 СВ	2,22	0,45	8,1	12,6	-3,6
Ладожский 221 МВ	2,23	0,37	7,7	9,9	-3,7
Ирондель, Франция	1,28	0,57	7,0	27,1	-2,1
Птерокс, Франция	0,52	1,04	7,3	83,7	-1,2
Максалия, Франция	1,15	0,59	6,7	32,4	-1,8
Микси, Франция	0,80	0,73	7,7	44,5	-1,7
Роналдинио, Германия	0,45	1,16	6,1	173,7	-0,7
Кипарис, Германия	0,83	0,66	6,8	42,5	-1,6
Классик, Германия	0,64	0,54	6,4	31,8	-1,7
ААЛЬВИТО, Франция	0,73	0,80	6,4	70,5	-1,1
ЛГ 3258, Франция	1,17	0,47	6,1	24,6	-1,9
ЛГ 3285, Франция	0,77	0,66	6,5	49,6	-1,3
П 8307 (Pioneer), Франция	1,30	0,43	6,3	18,3	-2,3
П 8523 (Pioneer), Франция	0,34	1,09	6,4	123,6	-0,9
П 8816 (Pioneer), Франция	1,41	0,53	8,4	19,5	-2,7
ДКС 3203, Швейцария	1,63	0,44	7,2	15,2	-2,9
ДКС 2960, Швейцария	0,36	1,07	6,4	87,2	-1,2
Текни, Франция	0,63	0,75	8,1	61,3	-1,6

Индекс стабильности (ИС) следует отнести к ценной характеристике гибридов

кукурузы. Генотипы с большим индексом стабильности являются как более стабильные и более приспособленные к конкретным условиям возделывания района исследований. В наших экспериментах высокий индекс стабильности получен у ряда перспективных гибридов Роналдинио, KWS, Германия (1,16), П 8523 Pioneer, Франция (1,09), ДКС 2960, Швейцария (1,07) и Птерокс, Франция (1,04). Относительно высокие значения показателя стрессоустойчивости ( $Y_{min}-Y_{max}$ ) выявлены у гибридов Роналдинио (-0,7 т/га), П 8523 (-0,9), ААЛЬВИТО (-1,1), Птерокс и ДКС 2960 (-1,2 т/га). Данные гибриды меньше снижали урожайность в экстремальных условиях произрастания. Гибриды с высокой стрессоустойчивостью характеризуются сравнительно низкой реакцией на изменение условий возделывания (коэффициент регрессии  $b_i$ ), но, вместе с тем, они отличаются низкой дисперсией урожайности по годам.

В наших исследованиях наибольшую стабильность при изменении условий возделывания с наименьшими значениями коэффициента вариации и высокой гомеостатичностью проявили следующие гибриды кукурузы раннеспелой группы: Кромвелл ( $V=6,51\%$ ,  $H_{om}=110,2$ ), Ладожский 191 МВ ( $V=7,95\%$ ,  $H_{om}=72,8$ ), Ладожский 148 СВ ( $V=8,71\%$ ,  $H_{om}=67,0$ ). Расчёт показателя гомеостатичности выявил низкое его значение у большинства гибридов кукурузы среднеранней группы спелости. Наибольшей гомеостатичностью характеризовались гибриды Роналдинио ( $H_{om}=173,7$ ), П8523 ( $H_{om}=123,6$ ), ДКС 2960 ( $H_{om}=87,2$ ), Птерокс ( $H_{om}=83,7$ ), которые отличались меньшей вариабельностью урожайности и сравнительно высокой стрессоустойчивостью.

#### Заключение

Таким образом, для более полной характеристики и объективной оценки гибридов кукурузы при агроэкологическом испытании необходимо использовать сочетание различных статистических моделей и показателей, а адаптивность генотипа следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности. 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 - П 7954 (Pioneer, Франция) и Кромвелл (KWS, Германия). В группе среднеранних гибридов кукурузы (ФАО 201-300) по параметрам адаптивности и урожайности зерна выделены гибриды отечественной селекции Воронежский 279 СВ, Ладожский 221 МВ и зарубежной селекции - Роналдинио (KWS, Германия), П 8523, П 8816 (Pioneer, Франция), ДКС 2960 (Монсанто, Швейцария). Эти перспективные гибриды обладают адаптивностью, экологической стабильностью, селекционной ценностью, стрессоустойчивостью, высокой урожайностью зерна и их следует рекомендовать для производственного внедрения в агроландшафтных условиях юго-запада Центрального региона России.

#### Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочные правовые системы: Законодательство. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
2. Лобач И.А. Экспорт семян кукурузы и подсолнечника: возможность, стратегия, перспектива // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – Т.4. – № 44 (22). – С. 4-6.
3. Мадякин Е.В. Характеристика перспективных гибридов кукурузы разных групп спелости по продуктивности зерна и адаптивной способности в условиях недостаточного увлажнения // Молодой учёный. – 2016. – № 27.3. – С. 39-42.
4. Дуборезов В.М., Виноградов В.Н., Дуборезов И.В., Андреев И.В. Эффективность консервантов при хранении и плющении зерна кукурузы // Кормопроизводство. – 2018. – №3. – С. 31-34.
5. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т.51. – №5. – С. 617-626.
6. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. – Павловск: Типография ВИР, 1977. – 80 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. – М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. – 197 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – М.: Альянс, – 2014. – 351 с.

9. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – №4. – С. 109-113.
10. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.

### References

1. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii (Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21 yanvarya 2020 g. № 20) [Elektronnyj resurs] [The Doctrine of Food Security of the Russian Federation (Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020) [Electronic resource]. *ConsultantPlus: reference legal systems: Legislation*. - Access mode: <http://www.consultant.ru>. (In Russian)
2. Lobach I.A. Eksport semyan kukuruzy i podsolnechnika: vozmozhnost', strategiya, perspektiva [Export of corn and sunflower seeds: opportunity, strategy, perspective]. *Breeding, seed production and genetics*, 2018, vol.4, no 44 (22), pp. 4-6. DOI 10.24411/2413-4112-2018-10008 (In Russian)
3. Madyakin E.V. Harakteristika perspektivnyh gibridov kukuruzy raznyh grupp spelosti po produktivnosti zerna i adaptivnoj sposobnosti v usloviyah nedostatochnogo uvlazhneniya [Characteristics of promising corn hybrids of different ripeness groups in terms of grain productivity and adaptive ability in conditions of insufficient moisture]. *Molodoj uchyonyj*, 2016, no 27.3, pp. 39-42. (In Russian)
4. Duborezov V.M., Vinogradov V.N., Duborezov I.V., Andreev I.V. Effektivnost' konservantov pri hranenii i plyushchenii zerna kukuruzy [The effectiveness of preservatives in the storage and flattening of corn grain]. *Kormoproizvodstvo*, 2018, no 3, pp. 31-34. DOI 10.25741/2413-287X-2018-07-3-011 (In Russian)
5. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovyh kul'tur (obzor) [improving adaptability in the selection of grain crops (review)]. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2016, vol.51, no 5, pp. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus (In Russian)
6. Shirokij unificirovannyj klassifikator SEV i Mezhdunarodnyj klassifikator SEV vidov Zea mays L. [Wide unified classifier of COMECON and International classifier of COMECON species Zea mays L.]. *Pavlovsk: Tipografiya VIR*, 1977, 80 p. (In Russian)
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Vypusk 2 [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 2.]. *Moscow: Goskomissiya po sortoispytaniyu sel'skohozyajstvennyh kul'tur*, 1989, 197 p. (In Russian)
8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij): uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. *Moscow: Al'yans*, 2014, 351 p. (In Russian)
9. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Assessment of ecological plasticity and stability of agricultural varieties]. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 1984, no 4, pp. 109-113. (In Russian)
10. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekutaeva L.I. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «urozhajnost'» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator "yield"]. *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, no 2, pp. 3-6. (In Russian)