

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ РАННЕСПЕЛЫХ (ФАО 150-199) ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

ВОЛКОВ Дмитрий Петрович, *Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы*

ЖУЖУКИН Валерий Иванович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ЗАЙЦЕВ Сергей Александрович, *Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы*

ГУДОВА Людмила Александровна, *Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы*

НОСКО Оксана Сергеевна, *Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы*

4

Представлены результаты экологического испытания гибридов (2008–2018 гг.) кукурузы (ФАО 150-199), созданных в разных селекцентрах России. Объем питомника экологического испытания гибридов ЭСИ-1 варьировал в интервале 21–46 наименований. Коэффициенты асимметрии и эксцесса урожайности зерна, уборочной влажности и биохимических показателей не значимы на 5%-м уровне, то есть распределение параметров нормальное. Важной особенностью гибридов при длительном изучении в пункте испытания ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» является значительное варьирование гидротермического коэффициента (0,32–1,1). В опыте отмечается (2010 г.) резкое снижение урожайности зерна гибридов кукурузы (более чем в 2 раза) в условиях экстремальной засухи, что особенно проявлялось во второй половине вегетации. 2012–2018 гг. отличались относительно стабильной урожайностью стандарта и лучших гибридов кукурузы, созданных в НИУ России. Ранжировка гибридов по средней урожайности располагается в следующей последовательности: КС > (Краснодарский 194 МВ) > Во > Кр > ЮВ > Зе > Дп > Ик > По > Фо > Ом. Уборочная влажность зерна свидетельствует о технологической возможности подсушивания зерна раннеспелых гибридов кукурузы, так как реальная избыточная влажность может быть снята без существенных затруднений. Ранжировка гибридов по среднему значению уборочной влажности зерна: Ик < Ом < Фо < st (Краснодарский 194 МВ) < КС < По < Дп < ЮВ < Во < Зе < Кр. В опыте выявлено варьирование биохимического состава зерна гибридов кукурузы. Ранжировка лучших гибридов по содержанию сырого протеина представлена в следующей чередовании Дп < Зе < Во < КС < Кр < Ик < Фо < По < Ом < контроль (Краснодарский 194 МВ) < ЮВ.

Введение. В настоящее время резервы расширения посевов кукурузы не исчерпаны во многих регионах РФ [5]. Современный уровень развития селекции кукурузы на скороспелость обеспечивает гарантированное созревание раннеспелых гибридов до полной спелости зерна в Нижневолжском, Средневолжском, Центральном, Центрально-черноземном, Уральском, Западно-Сибирском регионах [1, 3]. В этих регионах существенными технологическими преимуществами обладают раннеспелые гибриды, о чем свидетельствуют результаты государственных испытаний, производственных посевов и экологических сортоиспытаний [4]. В целях оптимизации организации селекционно-семеноводческой работы по кукурузе в РФ селекционные центры работают по совместной программе Координационного совета (координатор – ВНИИ кукурузы, г. Пятигорск). Одним из условий совместной работы является обмен селекционных учреждений перспективными гибридами [6]. Предварительное экологическое испытание селекционного материала в различных регионах по единой программе

исследований позволяет определить адаптивность, пластичность и зоны возделывания перспективных гибридов кукурузы [7].

Методика исследований. В изучение включены раннеспелые гибриды кукурузы, созданные в селекцентрах – участниках Координационного совета по селекции и семеноводству кукурузы России. Общее количество гибридов в питомнике экологического испытания (ЭСИ-1, ФАО 150-199) варьирует по годам исследований (21–46 шт.). Варьирование объема выборки объясняется тем, что в разные годы селекционные центры представляли для сортоиспытания разное количество гибридов (3–5 шт.). В качестве стандарта использовали следующие гибриды: Краснодарский 194 МВ, Катерина СВ, Росс 140 СВ. Выбор гибридов-стандартов согласовывали на заседаниях Координационного совета. Для упрощения обозначения принята система сокращенных наименований гибридов: Ик – ФГБНУ Всероссийский НИИ кукурузы (г. Пятигорск), Ом – Омский филиал ФГБНУ Всероссийский НИИ кукурузы (г. Омск), Кр – ФГБНУ КНИИСХ





им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар), КС – ООО НПО «Семеноводство Кубани» (Краснодарский край), Фо – ООО ИПА «Отбор» (Республика КБР), По – Поволжский филиал ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоградская обл.), ЮВ – ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов), Зе – ВНИИЗК (г. Волгоград), Дп – ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП» им. В.В. Докучаева (Воронежская обл.), Во – Воронежский филиал ВНИИ кукурузы (Воронежская обл.). Площадь делянки 7,7 м². Число растений на 1 м² – 4,5 шт. Повторность – трехкратная. Агротехника выращивания – зональная. Гидротермический коэффициент в период вегетации варьировал от 0,32 до 1,1. Содержание сырого протеина в зерне определяли согласно методике – «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка» (ГОСТ 10846-91).

Для характеристики вариационных рядов изучаемых параметров (урожайность зерна, влажность зерна в уборку, содержание протеина в зерне) использованы эмпирические показатели, характеризующие соответствие нормальному распределению. Приближенную оценку соответствия нормальному распределению биометрических показателей при помощи коэффициентов асимметрии и эксцесса [2]. Асимметрия считается незначительной при $A_s \leq 0,2$, а в случае $A_s \geq 0,5$ скошенность сильная. Предельная граница отрицательного эксцесса до $E_x = -2$. Положительный эксцесс классифицируется как незначительный, если $E_x < 0,5$. В случае островершинности $E_x > 3$, а при плосковершинности $E_x < 3$.

Результаты исследований. Учитывая изменчивость количества объектов исследования, предоставляемых по согласованию с Координационным советом по селекции кукурузы, а также определенные ограничения однофакторного дисперсионного анализа, выполнена статистическая обработка по показателям урожайности зерна, уборочной влажности и биохимического состава зерна гибридов

кукурузы группы спелости ФАО 150-199 (табл. 1, 2). Коэффициенты вариации анализируемых показателей (урожайность зерна, содержание протеина в зерне) указывают на разнообразие гибридов, включенных в программу исследований. Значения коэффициентов асимметрии и эксцесса характеризуют вариационные ряды гибридов по урожайности зерна, уборочной влажности и содержанию протеина в зерне как соответствующие нормальному распределению (табл. 1, 2, 3), за исключением показателей 2010 г. (см. табл. 1) и 2013 г. (см. табл. 3).

Урожайность гибридов кукурузы различных селекционных центров варьировала в следующих пределах: Ик – 2,2,33–6,97 т/га, Кр – 1,88–7,78 т/га, КС – 1,89–7,42 т/га, Фо – 1,97–6,98 т/га, По – 1,82–6,61 т/га, Ом – 3,56–5,52 т/га, ЮВ – 2,35–8,04 т/га, Краснодарский 194 МВ (st) – 2,06–7,22 т/га (рис. 1, 2). Ранжирование гибридов по урожайности, созданных в различных селекционных центрах, располагается в следующей последовательности: контроль КС > (Краснодарский 194 МВ) > Во > Кр > ЮВ > > Зе > Дп > Ик > По < Фо > Ом. В опытах выявили в трех случаях существенное преимущество по урожайности зерна новых гибридов по сравнению со стандартом. В 8 случаях из 11 превышение средней урожайности экспериментальных гибридов по сравнению со стандартом не было установлено.

Размах варьирования влажности зерна при уборке у наиболее урожайных гибридов наблюдали в следующих пределах: Ик – 14,5–23,7 %, Кр – 15,0–33,9 %, КС – 15,6–25,5 %, Фо – 11,2–32,7 %, По – 11,5–32,0 %, Ом – 14,5–23,2 %, ЮВ – 15,3–30,3 %, Краснодарский 194 МВ (st) – 14,1–29,8 %. Ранжировка лучших гибридов по среднему значению уборочной влажности зерна: Ик < Ом < Фо < st (Краснодарский 194 МВ) < КС, По < Дп < ЮВ < Во < Зе < Кр. По среднему значению уборочной влажности зерна наименьшие

Таблица 1

Общая характеристика изменчивости урожайности зерна гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 150-199)

Параметр	Урожайность зерна, т/га										
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Стандарт st	4,21	4,53	2,06	5,04	5,03	7,22	4,6	5,16	4,57	4,56	4,77
Средняя \bar{x}	5,55	4,43	2,03	3,88	4,26	7,25	3,47	5,04	3,47	4,25	5,14
Ошибка s_x	0,15	0,13	0,07	0,20	0,11	0,14	0,09	0,15	0,11	0,13	0,09
Дисперсия s^2	0,497	0,54	0,10	1,03	0,51	0,55	0,33	0,77	0,46	0,63	0,40
Стандартное отклонение s	0,71	0,74	0,32	1,01	0,71	0,74	0,57	0,88	0,68	0,79	0,63
Коэффициент вариации V , %	15,5	16,6	15,5	26,1	16,8	10,2	16,5	17,3	19,6	18,6	12,3
Коэффициент асимметрии A	-0,20 ns	0,09 ns	1,12*	0,02 ns	0,26 ns	0,31 ns	-0,03 ns	0,73 ns	0,67 ns	-0,48 ns	-0,25 ns
Ошибка коэффициента асимметрии s_a	0,49	0,41	0,50	0,46	0,37	0,43	0,38	0,40	0,37	0,39	0,35
Коэффициент эксцесса E	0,28 ns	1,23 ns	1,03 ns	0,58 ns	0,13 ns	0,34 ns	-0,81 ns	0,66 ns	-0,26 ns	0,50 ns	0,03 ns
Ошибка коэффициента эксцесса s_e	0,94	0,81	0,96	0,88	0,73	0,83	0,75	0,78	0,73	0,77	0,69
min	2,86	2,5	1,60	2,07	2,93	5,71	2,37	3,72	2,39	2,05	3,63
max	5,83	6,11	2,85	5,80	5,87	8,79	4,60	7,58	5,15	5,90	6,45
Число гибридов n	22	32	21	26	40	30	38	35	40	36	46

Общая характеристика изменчивости уборочной влажности зерна гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 150-199)

Параметр	Уборочная влажность зерна, %										
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Стандарт <i>st</i>	17,1	19,40	7,4	13,7	21,4	15,5	14,8	15,1	22,8	24,3	21,6
Средняя <i>x</i>	19,9	24,8	16,7	23,4	28,4	16,4	15,2	15,8	23,8	25,3	23,5
Ошибка <i>sx</i>	0,60	0,52	1,41	1,28	0,87	0,33	0,27	0,20	0,32	0,42	0,24
Дисперсия <i>s</i> ²	7,82	8,83	42,00	42,59	30,46	3,17	2,78	1,39	4,06	6,42	2,66
Стандартное отклонение <i>s</i>	2,80	2,97	6,48	6,53	5,52	1,78	1,67	1,18	2,02	2,53	1,63
Коэффициент вариации <i>V</i> , %	14,1	12,0	38,7	27,9	19,5	10,9	11,0	7,5	8,5	10,0	6,9
Коэффициент асимметрии <i>A</i>	0,08 ns	-0,34 ns	0,44 ns	0,81 ns	-0,29 ns	1,33*	0,68 ns	0,52 ns	-0,02 ns	-0,73 ns	0,12 ns
Ошибка коэффициента асимметрии <i>sa</i>	0,49	0,41	0,50	0,46	0,37	0,43	0,38	0,40	0,37	0,39	0,35
Коэффициент эксцесса <i>E</i>	-0,57 ns	-0,35 ns	-1,16 ns	0,84 ns	-0,75 ns	3,42*	0,85 ns	0,34 ns	-0,63 ns	0,35 ns	-0,39 ns
Ошибка коэффициента эксцесса <i>se</i>	0,94	0,80	0,96	0,88	0,73	0,84	0,75	0,78	0,73	0,77	0,69
min	14,8	18,0	7,40	13,70	17,9	13,4	11,5	14,0	19,7	19,1	20,0
max	25,2	30,5	28,4	39,6	39,0	29,0	19,2	18,9	27,7	29,8	29,8
Число гибридов <i>n</i>	22	34	21	26	40	30	38	35	40	36	46

затраты на подсушивание потребуются при возделывании гибридов селекционеров (Ик, Ом, Фо). Следует отметить, что лучшие гибриды Всероссийского НИИ кукурузы в годы испытаний отличались меньшей влажностью зерна в сравнении с другими объектами исследований.

Среднее содержание сырого протеина в зерне раннеспелых гибридов кукурузы (ФАО 100-149) варьировало в следующих пределах – 9,20–12,51 % (см. табл. 3). Размах варьирования содержания сырого протеина у лучших гибридов различных селекционеров наблюдали в следующих пределах: Ик – 8,73–12,81 %, Кр – 8,87–12,52 %, КС – 8,63–12,15 %, Фо – 8,64–12,1 %, По – 9,45–11,79 %, ЮВ – 8,48–13,38 %, Ом – 8,76–14,52 %, Во – 8,86–12,0 %, Зе – 8,28–11,78 %, Дп – 9,07–

10,33 %, Краснодарский 194 МВ (st) – 9,99–12,47 % (рис. 3). Проведена ранжировка гибридов по среднему значению содержания сырого протеина в зерне: Дп < Зе < Во < КС < Кр < Ик < Фо < По < Ом < контроль (Краснодарский 194 МВ) < ЮВ.

По максимальному содержанию протеина в зерне выявлено преимущество гибридов селекционеров (ЮВ, Ом, По). У гибридов местной селекции содержание протеина в зерне несколько выше по сравнению с другими генотипами и в этом проявляется региональный аспект в селекции кукурузы.

Заключение. Таким образом, следует, что в селекции раннеспелой кукурузы роль региональных селекционеров не утрачивает своего значения, так как земледельческая террито-

Таблица 3

Общая характеристика изменчивости содержания протеина в зерне гибридов кукурузы (группа спелости ФАО 150-199)

Параметр	Содержание сырого протеина, %										
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Стандарт <i>st</i>	9,99	10,68	12,47	11,33	11,52	10,60	10,23	10,13	10,18	10,23	11,32
Средняя <i>x</i>	10,17	10,20	11,54	11,33	12,51	9,40	11,16	10,27	10,87	9,35	9,20
Ошибка <i>sx</i>	0,18	0,20	0,12	0,14	0,21	0,18	0,15	0,12	0,14	0,13	0,17
Дисперсия <i>s</i> ²	0,75	0,82	0,31	0,49	1,73	1,02	0,76	0,46	0,76	0,67	1,37
Стандартное отклонение <i>s</i>	0,87	0,90	0,56	0,70	1,32	1,01	0,87	0,68	0,87	0,82	1,17
Коэффициент вариации <i>V</i> , %	8,5	8,9	4,8	6,2	10,5	10,7	7,8	6,6	11,1	8,8	12,8
Коэффициент асимметрии <i>A</i>	-0,39 ns	-0,40 ns	0,29 ns	0,61 ns	0,17 ns	-0,14 ns	-0,11 ns	0,67 ns	-0,59 ns	0,34 ns	0,63 ns
Ошибка коэффициента асимметрии <i>sa</i>	0,49	0,50	0,50	0,46	0,37	0,43	0,41	0,41	0,37	0,37	0,35
Коэффициент эксцесса <i>E</i>	-0,97 ns	-1,02 ns	-0,13 ns	0,10 ns	-0,75 ns	0,05 ns	-0,47 ns	-0,08 ns	-0,24 ns	-0,63 ns	0,47 ns
Ошибка коэффициента эксцесса <i>se</i>	0,94	0,96	0,96	0,88	0,73	0,83	0,81	0,81	0,73	0,73	0,69
min	8,67	8,67	10,50	10,28	10,28	7,14	9,19	9,24	5,75	8,09	6,8
max	11,51	11,51	12,70	12,91	15,38	11,67	12,75	11,88	9,28	11,32	12,38
Число гибридов <i>n</i>	22	21	21	26	40	30	32	32	40	40	46



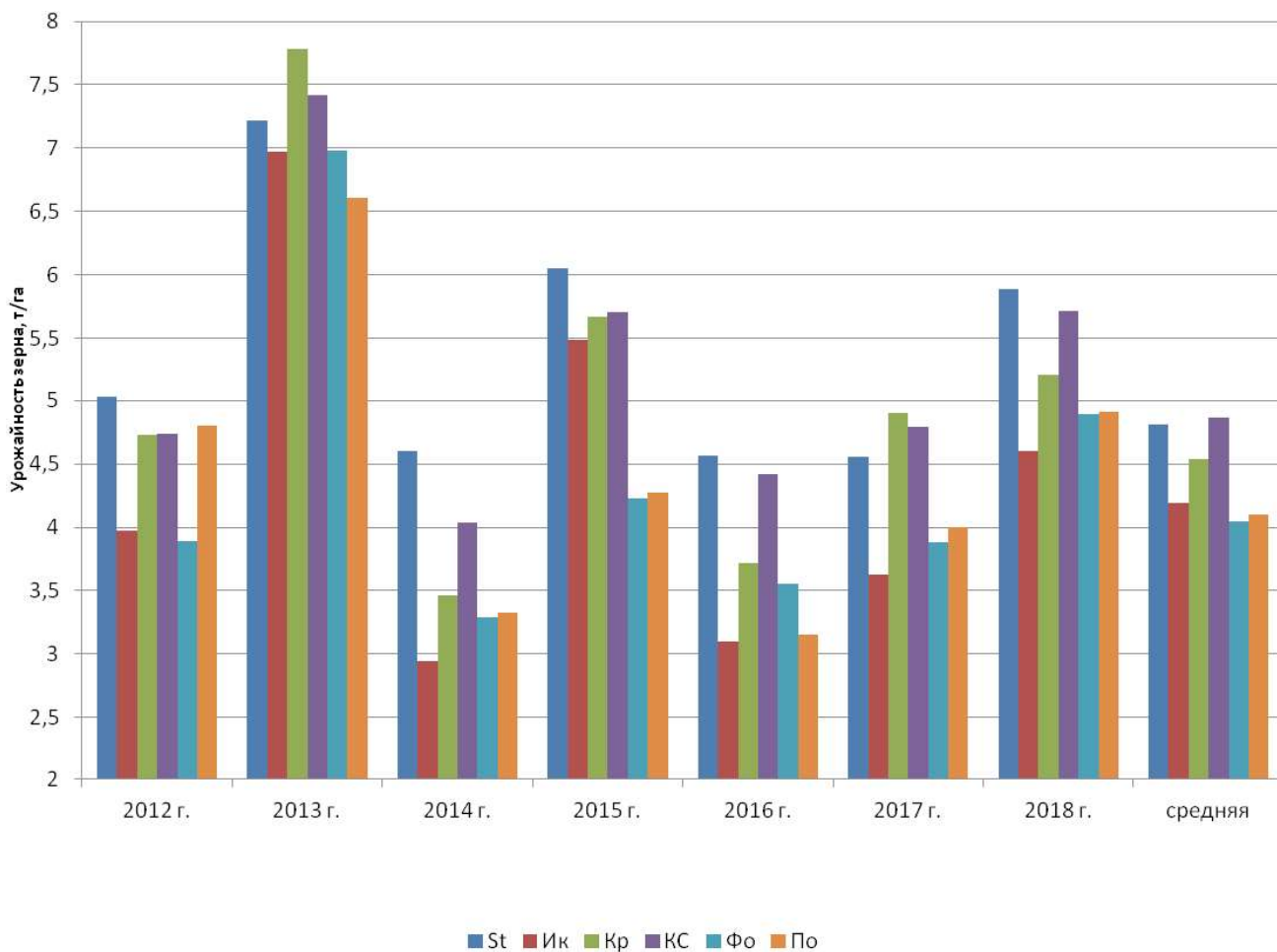


Рис. 1. Урожайность зерна гибридов кукурузы, созданных в южных селекцентрах РФ, т/га

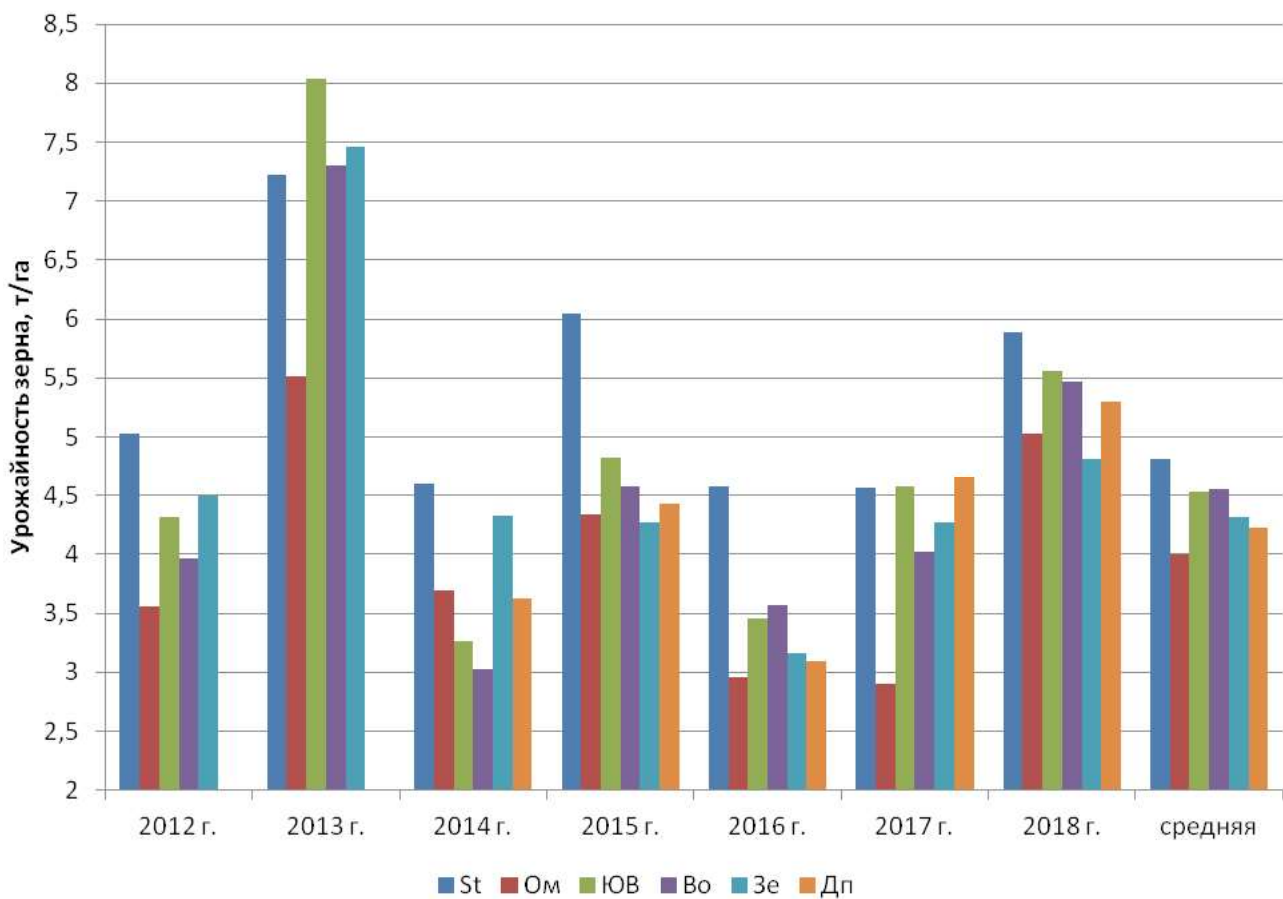


Рис. 2. Урожайность зерна гибридов кукурузы, созданных в селекцентрах РФ



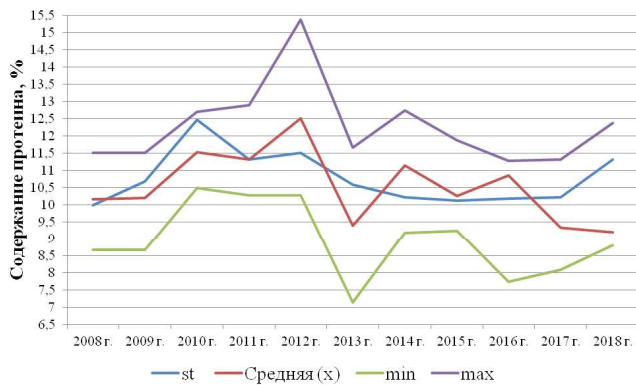


Рис. 3. Содержание сырого протеина в зерне лучших гибридов кукурузы, созданных в селекцентрах РФ

рия находится в разнообразных (часто неблагоприятных) условиях, а величина и качество урожая лимитируются разными по своей природе факторами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П. Методические подходы в селекции очень ранних (FAO 100–149) гибридов кукурузы в Нижнем Поволжье // *Аграрная наука*. – 2018. – № 6. – С. 48–50.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Высшая школа, 1990. – 352 с.
3. Орлянский Н.А. Проблемы и перспективы возделывания и селекции зерновой кукурузы в Центральном Черноземье // *Кукуруза и сорго*. – 2007. – № 6. – С. 2–4.
4. Панфилов А.Э. Культура кукурузы в Зауралье. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – 356 с.
5. Панфилов А.Э., Супрунов А.И., Казакова Н.И., Иванова Е.С. Биологические аспекты гибридного семеноводства кукурузы в лесостепи Зауралья // *АПК России*. – 2017. – Т. 24. – № 5. – С. 1122–1127.

6. Сотченко В.С., Сотченко Ю.В. Состояние и перспективы семеноводства кукурузы // *Кукуруза и сорго*. – 2014. – № 1. – С. 3–8.

7. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева / В.С. Сотченко [и др.] // *Кормопроизводство*. – 2019. – № 4. – С. 26–31.

Волков Дмитрий Петрович, зав. отделом, главный научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы. Россия.

410050, г. Саратов, ул. 1-й Институтский проезд, 4. Тел.: (8452) 79-49-69; e-mail: rossorgo@yandex.ru.

Жужукин Валерий Иванович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Растениеводство, селекция и генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1. Тел.: (8452) 26-16-88.

Зайцев Сергей Александрович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы. Россия.

Гудова Людмила Александровна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы. Россия.

Носко Оксана Сергеевна, младший научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы. Россия.

410050, г. Саратов, ул. 1-й Институтский проезд, 4. Тел.: (8452) 79-49-69; e-mail: rossorgo@yandex.ru.

Ключевые слова: кукуруза; гибриды; производство семян; урожайность; семеноводство; продуктивность; протеин; изменчивость.

VARIABILITY OF ECONOMICALLY VALUABLE PARAMETERS OF EARLY RIPE (FAO 150-199) CORN HYBRIDES IN THE LOWER VOLGA REGION

Volkov Dmitriy Petrovich, Senior Researcher, Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia

Zhuzhukin Valeriy Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Crop Production, Selection and Genetics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Zaytsev Sergey Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Gudova Lyudmila Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Nosko Oksana Sergeevna, Junior Researcher, Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia

Keywords: corn; hybrids; seed production; productivity; seed production; productivity; protein; variability.

The article discusses the results of the ecological testing of hybrids (2008–2018) of maize (FAO 150–199), created in different breeding centers of Russia. The volume of the nursery for the environmental testing of ESI-1 hybrids varied in the range of 21–46 items. The coefficients of asymmetry and excess of grain yield, harvesting moisture and biochemical parameters are not significant at the 5% level, that is, the distribution of parameters is normal. An important feature of the long-term study of hybrids at the test point of the Federal State Budget

Scientific Research Institution of RosNIISK Rossorgo is a significant variation in the hydrothermal coefficient (0.32–1.1). The experience (2010) showed a sharp decrease in the grain yield of maize hybrids (more than 2 times) in conditions of extreme drought, especially manifested in the second half of the growing season. Period 2012–2018 differs in relatively stable productivity of the standard and the best corn hybrids created at the National Research University of Russia. The ranking of hybrids by average productivity is in the following sequence: KS > (Krasnodar 194 MV) > Vo > Kr > YUV > Ze > Dp > Ik > Po > Fo > Om. Harvesting grain moisture indicates the technological feasibility of drying the grain of early ripe maize hybrids, since the real excess moisture can be removed without significant difficulties. The ranking of hybrids by average productivity is in the following sequence: KS > (Krasnodar 194 MV) > Vo > Kr > YUV > Ze > Dp > Ik > Po > Fo > Om. Harvesting grain moisture indicates the technological feasibility of drying the grain of early ripe maize hybrids, since the real excess moisture can be removed without significant difficulties. Hybrids are ranked according to the average value of grain harvesting moisture: Ik < Om < Fo < st (Krasnodar 194 MV) < KS < Po < Dp < YUV < Vo < Ze < Kr. The experiment revealed a variation in the biochemical composition of the grain of maize hybrids. The ranking of the best hybrids by crude protein content is presented in the following alternation: Dp < Ze < Vo < KS < Kr < Ik < Fo < Po < Om < st (Krasnodar 194 MV) < YUV.

