

Экологическое изучение гибридов кукурузы в степной зоне Нижнего Поволжья

Сергей Александрович Зайцев¹, Дмитрий Петрович Волков¹,
Людмила Александровна Гудова², Валерий Иванович Жужукин³

¹ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия
e-mail: rossorgo@yandex.ru

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов, Россия, e-mail: raiser_saratov@mail.ru

³Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия, e-mail: rector@sgau.ru

Аннотация. В связи с актуализацией проблемы импортозамещения по производству семян и выращиванию кукурузы в Поволжье представляет интерес комплексная оценка отечественных гибридов. В изучении находилось 19 гибридов кукурузы (ФАО 150–499) селекции разных научных учреждений России, которые оценивали по признакам: длина межфазных периодов «всходы – цветение» метелок и початков, высота растений, высота прикрепления початка, урожайность зерна, число зерен с початка, содержание сырого протеина и сырого жира. При математическом расчете параметров гибрид учитывался как фактор А, так и год – фактор В. Была выявлена существенная разница по продолжительности межфазных периодов (фактор А), различий по фактору В не установлено. Относительно длинным стеблем и высоким прикреплением початка отличаются гибриды Радуга, Машук 350 МВ, Краснодарский 377 МВ, Ладозский 410 МВ, Машук 480 СВ. Различное происхождение гибридов и зародышевая плазма определили реакцию генотипов на условия проведения экспериментов, что нашло отражение на существенном их различии по генеративным признакам по факторам А, В и взаимодействию генотип – среда АВ. В опыте выявлено существенное различие по показателям биохимического состава зерна (факторы А, В, АВ), по содержанию жира, золы, клетчатки. По содержанию протеина, безазотистых экстрактивных веществ выявлены различия только между сортами, тогда как фактор года (В) и взаимодействия «генотип – среда» (АВ) оказался незначимым.

Ключевые слова: кукуруза; гибрид; фактор; изменчивость; взаимодействие; урожайность.

Для цитирования: Зайцев С. А., Волков Д. П., Гудова Л. А., Жужукин В. И. Экологическое изучение гибридов кукурузы в степной зоне Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 13–17. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp13-17>.

AGRONOMY

Original article

Ecological study of corn hybrids in the steppe zone of the Lower Volga

Sergey A. Zaytsev¹, Dmitriy P. Volkov¹, Lyudmila A. Gudova², Valeriy I. Zhuzhukin³

¹Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”, Saratov, Russia, rossorgo@yandex.ru

²Federal Agricultural Research Center for South-East Region, Saratov, Russia, e-mail: raiser_saratov@mail.ru

³Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia, rector@sgau.ru

Abstract. In connection with the actualization of the problem of import substitution for the production of seeds and corn cultivation in the Volga region, a comprehensive assessment of domestic hybrids is of interest. The study included 19 maize hybrids (FAO 150–499) bred by various scientific institutions of Russia, which were assessed according to the following characteristics: the length of the sprout-flowering interphase periods of panicles and ears, plant height, ear attachment height, grain yield, number of grains per ear, crude protein and crude fat content. When calculating the parameters mathematically, the hybrid was taken into account as factor A, and the year as factor B. There was a significant difference in the duration of interphase periods (factor A), and the difference in factor B was not established. The hybrids Raduga, Mashuk 350 MV, Krasnodar 377 MV, Ladozhsky 410 MV, Mashuk 480 SV are distinguished by a relatively long stem and high attachment of the ear. Different origins of hybrids and germplasm determined the reaction of genotypes to the experimental conditions, which was reflected in their significant differences in generative traits for factors A, B and genotype - environment AB interaction. The experiment revealed a significant difference in the indicators of the biochemical composition of grain (factors A, B, AB) in the content of fat, ash, and fiber. In terms of the content of protein, nitrogen-free extractive substances, differences were revealed only between varieties, while the factor of the year (B) and the interaction “genotype – environment” (AB) turned out to be insignificant.

Keywords: corn; hybrid; factor; variability; interaction; yield.

For citation: Zaytsev S. A., Volkov D. P., Gudova L. A., Zhuzhukin V. I. Ecological study of corn hybrids in the steppe zone of the Lower Volga. Agrarny nauchny zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):13–17. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp13-17>.

Введение. Кукуруза имеет большое значение для производства товарного зерна и кормов. Задача селекции по выведению высокоурожайных гибридов кукурузы с высокими товарными показателями и биохимическим составом зерна актуальна и в настоящее время [10]. Генетический потенциал урожайности кукурузы превосходит другие культуры на фоне изменения погодных условий в Нижневолжском регионе. Гибриды кукурузы, возделываемые в Нижнем Поволжье, должны быть, как правило, интенсивного типа, отличаться устойчивостью к воздействию биотических, абиотических и техногенных стрессоров [9]. Проблемы возделывания кукурузы для Нижнего Поволжья решаются различными способами: внедряются сорта и гибриды, созданные в селекцентрах Поволжья; выращиваются гибриды из южных селекцентров РФ; значительные площади занимают гибриды иностранной селекции. В связи с актуализацией проблемы импортозамещения по производству семян и выращиванию кукурузы в Поволжье представляет интерес комплексная оценка отечественных гибридов.





Цель данной работы – изучение гибридов кукурузы отечественной селекции по комплексу признаков для их использования в степной зоне Нижнего Поволжья.

Методика исследований. Экспериментальная часть работы проводилась на опытном поле ФГБНУ РОСНИИСК «Россорго» в 2017–2019 гг. По гранулометрическому составу каштановые почвы опытного участка тяжелосуглинистые крупнопылевато-иловатые. Данные почвы обладают высокой влагоемкостью и водоудерживающей способностью. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,38–3,56 %. С глубиной содержание его снижается. Обеспеченность почвы подвижным фосфором низкая, калием – высокая. Гидротермический коэффициент в период май – сентябрь составил в 2017 г. – 0,91, в 2018 г. – 0,69 и в 2019 г. – 0,82.

При изучении 19 гибридов кукурузы площадь делянки составила 15,4 м². Ширина междурядий – 0,7 м. Повторность трехкратная. Густота стояния растений кукурузы к уборке составила 45 тыс. шт./га. Сроки посева кукурузы – вторая декада мая. Фазу всходов кукурузы отмечали 25–28 мая. Агротехника возделывания кукурузы в опыте включала в себя вспашку (25 см), две весенние культивации, внесение почвенного гербицида (2,5 л/га – гезагард, расход рабочей жидкости – 250 л/га), повсходовую обработку гербицидом (маис) по регламенту, междурядную обработку на глубину 7–8 см в фазу 8–9 листьев. Уборку кукурузы проводили в третьей декаде сентября. Учеты и измерения морфометрических параметров, биохимического состава семян проводили по общепринятым методикам [1–5, 8]. Статистическую обработку экспериментального материала осуществляли в соответствии с методическими указаниями [6, 7]. Причем гибрид учитывался как фактор А, а год – фактор В.

Результаты исследований. Гибриды, включенные в опыт, относятся в основном к среднеспелой группе кукурузы, однако выявлена существенная разница по продолжительности межфазных периодов (фактор А), а различие по фактору В не установлено. По высоте растения и высоте прикрепления початка гибриды значительно различаются на 5%-м уровне. Относительно длинным стеблем и высоким прикреплением початка отличаются гибриды Радуга, Машук 350 МВ, Краснодарский 377 МВ, Ладожский 410 МВ, Машук 480 СВ. Диапазон варьирования по признакам – всходы – появление метелки (51,7...62,5 суток), всходы – цветение метелки (54,5...66,0 суток), всходы – цветение початка (56,0...67,1 суток), высота растения (175,7...224,9 см), высота прикрепления верхнего початка (59,0...90,8 см), табл. 1. У гибрида Радуга отмечали протерогинию, а у других гибридов преобладала протерандрия.

Таблица 1

Продолжительность межфазных периодов и высота растений гибридов кукурузы в зависимости от года исследований, 2017–2019 гг.

Гибрид	Срок созревания*	Всходы – появление метелки, сутки	Всходы – цветение метелки, сутки	Всходы – цветение початка, сутки	Высота растений, см	Высота прикрепления верхнего початка, см
Фактор А						
Радуга	4	54,5	58,1	57,4	211,8	81,8
Белозерный 250	4	55,5	57,5	59,5	191,3	66,9
Ньютон	4	52,0	54,5	56,0	187,0	65,8
Краснодарский 291 АМВ	4	55,0	58,0	60,9	187,8	69,8
Белозерный 300	5	56,5	61,0	61,5	192,5	77,4
Белозерный 330	5	56,5	61,0	63,5	210,1	79,4
Машук 350 МВ	5	57,0	61,5	62,0	224,9	88,5
Машук 355 МВ	5	56,5	60,5	62,0	215,6	75,1
Диана МВ	5	55,5	60,0	61,5	201,1	79,9
Машук 360 МВ	5	55,5	58,0	60,5	181,5	59,0
Краснодарский 377 МВ	5	56,5	61,0	62,5	207,4	81,9
Машук 390 МВ	5	57,5	61,5	62,0	198,9	77,1
Янтарный	6	59,8	64,8	66,5	181,5	75,0
Ладожский 410 МВ	6	56,5	60,4	60,4	206,0	81,4
Машук 480 СВ	6	61,5	64,4	65,9	221,6	90,4
Бештау	6	62,5	66,0	67,1	219,7	90,8
Зерноградский 354 МВ	5	55,5	59,5	61,0	203,2	73,0
Зерноградский 364 МВ	5	54,4	58,0	60,5	189,1	76,5
Краснодарский 196 МВ	3	51,7	55,1	57,5	175,7	50,9
Фактор В						
2017 г.		56,4	59,9	61,4	200,9	76,6
2018 г.		56,6	60,5	61,6	204,0	78,6
2019 г.		56,0	59,8	61,4	196,2	72,4
НСР _{0,05}						
НСР (А)		1,79	1,90	1,93	6,34	2,46
НСР (В)		ns	ns	ns	2,52	0,98
НСР (АВ)		3,10	3,29	3,35	10,98	4,27

Примечание: *срок созревания: 3 – раннеспелый, 4 – среднеранний, 5 – среднеспелый, 6 – среднепоздний

Различное происхождение гибридов и зародышевая плазма определили реакцию генотипов на условия проведения экспериментов, что нашло отражение на существенном их различии по генеративным признакам по факторам А, В и взаимодействию генотип – среда АВ (табл. 2). Следует обратить внимание, что более 110,0 г зерна с 1 початка сформировали гибриды Белозерный 330, Машук 350 МВ, Машук 360 МВ, Краснодарский 377 МВ, Машук 390 МВ, Ладожский 410 МВ, Бештау. Наибольшую массу 1000 зерен отмечали у гибридов Машук 350 МВ, Машук 360 МВ, Краснодарский 377 МВ, Ладожский 410 МВ. Наибольшее число зерен с 1 початка было выявлено у гибридов Белозерный 330, Краснодарский 377 МВ, Машук 390 МВ, Бештау, Зерноградский 364 МВ, Краснодарский 196 МВ. Относительно низкую уборочную влажность (менее 24,0 %) выявили у гибридов Белозерный 250, Ньютон, Краснодарский 291 АВВ, Машук 360 МВ, Зерноградский 354 МВ, Краснодарский 196 МВ. Значительная влажность зерна при уборке гибридов Машук 480 СВ, Бештау, Диана МВ, Машук 390 МВ, Зерноградский 364 МВ повышала в определенной мере затраты на подсушивание после уборки. Необходимо отметить широкий диапазон изменчивости генеративных признаков у изучаемых объектов: длину початка (14,2...21,2 см), длину озерненной части початка (13,2...20,0 см), диаметр початка (2,7...4,7 см), число рядов зерен на початке (13,9...17,9 шт.), число зерен в ряду (28,8...39,6 шт.), число зерен на початке (402,4...591,2 шт.), массу зерна со стержнем (66,5...192,1 г), массу зерна с початка (38,8...146,0 г), массу 1000 зерен (99,6...281,5 г), уборочную влажность (21,0...28,2 %), выход зерна (58,5...81,6 %).

Таблица 2

Параметры генеративных признаков в зависимости от года исследований, 2017–2019 гг.

Гибрид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фактор А											
Радуга	16,8	15,1	3,90	14,7	33,3	489,4	127,0	101,1	207,0	25,0	77,2
Белозерный 250	14,2	13,2	4,17	15,1	32,8	493,0	111,8	106,1	218,8	23,1	78,4
Ньютон	15,6	14,4	3,73	14,9	32,6	463,0	98,1	88,6	188,8	22,1	81,6
Краснодарский 291 АВВ	18,1	16,0	4,20	14,7	34,5	506,3	139,7	108,0	213,0	22,6	77,6
Белозерный 300	14,7	13,7	4,07	15,1	31,2	475,6	121,7	91,4	192,5	24,7	75,6
Белозерный 330	16,9	15,3	4,13	16,5	35,9	591,2	144,4	112,4	190,1	24,7	77,8
Машук 350 МВ	17,6	16,1	3,93	14,7	32,1	467,5	144,8	115,6	251,1	24,3	79,9
Машук 355 МВ	16,4	14,4	3,70	14,9	31,1	464,9	113,1	82,5	182,4	25,4	73,3
Диана МВ	18,3	16,0	4,03	15,6	34,3	532,0	135,1	104,2	197,0	26,8	77,5
Машук 360 МВ	17,7	15,7	3,97	14,4	31,3	452,4	139,0	113,0	248,5	23,8	81,2
Краснодарский 377 МВ	21,2	20,0	4,73	14,3	39,6	570,1	192,1	146,0	262,6	25,6	76,1
Машук 390 МВ	17,3	15,4	3,73	14,7	37,8	555,9	152,7	116,7	208,9	27,6	76,7
Янтарный	15,5	14,1	2,70	13,9	28,8	402,4	66,5	38,8	99,6	24,5	58,5
Ладожский 410 МВ	18,0	15,4	4,07	14,4	30,3	438,6	138,7	115,1	281,5	25,6	77,4
Машук 480 СВ	18,8	17,3	4,10	14,8	36,3	538,5	150,2	108,2	202,1	29,2	72,8
Бештау	20,6	18,1	4,27	14,6	38,3	557,8	159,0	123,8	221,3	28,8	77,8
Зерноградский 354 МВ	15,9	14,9	4,03	15,4	31,0	475,2	155,6	105,8	227,2	23,6	68,5
Зерноградский 364 МВ	16,2	15,0	4,07	17,3	32,2	550,6	125,7	97,8	187,4	26,3	75,9
Краснодарский 196 МВ	16,7	14,7	4,00	17,9	31,9	567,5	106,5	85,8	150,3	21,0	81,1
Фактор В											
2017 г.	17,5	15,9	3,95	15,0	33,3	499,4	139,8	107,1	214,7	26,6	75,2
2018 г.	17,3	15,5	4,02	15,3	33,8	518,7	134,4	106,6	207,2	24,7	77,3
2019 г.	16,7	15,2	3,97	15,1	33,3	496,3	124,0	96,0	198,7	24,6	75,7
НСР_{0,05}											
НСР (А)	0,54	0,49	0,13	0,49	1,08	16,05	4,35	3,39	6,85	0,81	2,40
НСР (В)	0,22	0,20	0,05	0,19	0,43	6,38	1,73	1,35	2,72	0,32	0,95
НСР (АВ)	0,94	0,85	0,22	0,84	1,87	27,79	7,54	5,88	11,86	1,40	4,15

Примечание: 1 – длина початка, см; 2 – длина озерненной части початка, см; 3 – диаметр початка, см; 4 – число рядов зерен на початке, шт.; 5 – число зерен в ряду, шт.; 6 – число зерен на початке, шт.; 7 – масса зерна початка со стержнем, г; 8 – масса зерна початка, г; 9 – масса 1000 зерен, г; 10 – уборочная влажность, %; 11 – выход зерна, %.

На содержание питательных веществ в зерне существенное влияние оказывают морфологические особенности зерна, зависящие от генотипа и условий выращивания [10]. Кукуруза по своей природе не относится к числу высокобелковых культур [9]. Главными компонентами запасных белков кукурузы являются спирторастворимый зеин (около 50 % всех белков) и щелочеизвлекаемый глютеин (около 30 %). Исследования многих авторов показали, что увеличение содержания белка в зерне обуславливает повышение содержания всех белковых компонентов. Основным критерием, характеризующим качество зерна, является наличие в нем протеина, незаменимых аминокислот и жира. Количество и качество белка генетически детерминировано и наследование признака матроклинное, то есть высокобелковая материнская форма обуславливает более высокое содержание протеина в зерне, так как 80 % белка сконцентрировано в эндосперме, который включает в себя два набора материнских генов и один – отцовской формы.

В опыте выявлено существенное различие по показателям биохимического состава зерна (факторы А, В, АВ), по содержанию жира, золы, клетчатки. По содержанию протеина, безазотистых экстрактивных веществ выявлены различия только между сортами, тогда как фактор года (В) и взаимодействия генотип – среда (АВ) оказался незна-





чимым (табл. 3). Выявлено относительно большее, чем у других гибридов, содержание протеина в зерне у следующих гибридов: Белозерный 300, Белозерный 330, Янтарный. Установлены интервалы варьирования содержания таких биохимических показателей, как протеин (7,65...10,14 %), жир (3,72...5,67 %), клетчатка (1,65...2,74 %), зола (0,9...1,25 %), БЭВ (81,6...85,34 %).

Таблица 3

Биохимический состав зерна гибридов кукурузы в зависимости от года исследований, 2017–2019 гг.

Гибрид	Содержание, %					Урожайность зерна (при 14%-й влажности), т/га
	протеин	жир	клетчатка	зола	БЭВ	
Радуга	9,22	4,47	2,34	1,14	82,83	4,20
Белозерный 250	9,37	5,17	2,24	1,16	82,07	4,28
Ньютон	9,64	4,62	1,65	1,10	82,99	3,79
Краснодарский 291 АМВ	9,02	4,10	2,36	1,03	83,49	4,86
Белозерный 300	9,90	4,49	2,70	1,25	81,66	4,14
Белозерный 330	10,14	4,54	1,88	1,05	82,39	5,06
Машук 350 МВ	9,46	4,69	1,81	1,21	82,83	5,20
Машук 355 МВ	8,36	3,58	2,60	1,17	84,30	3,72
Диана МВ	8,73	4,32	2,17	1,12	83,65	4,69
Машук 360 МВ	8,08	3,94	1,75	0,90	85,34	5,09
Краснодарский 377 МВ	8,48	4,20	2,74	1,05	83,53	6,57
Машук 390 МВ	8,92	4,58	2,49	1,06	82,74	5,25
Янтарный	10,03	3,99	2,55	1,36	82,08	1,75
Ладожский 410 МВ	8,86	3,49	2,12	1,18	84,36	5,56
Машук 480 СВ	7,65	3,72	2,46	1,18	84,99	4,88
Бештау	9,06	3,93	2,48	1,17	83,37	5,57
Зерноградский 354 МВ	9,80	4,09	2,32	1,22	82,57	4,78
Зерноградский 364 МВ	9,63	4,48	2,18	1,10	82,61	4,34
Краснодарский 196 МВ	8,27	5,67	2,36	1,20	82,50	3,86
Фактор В						
2017 г.	9,10	4,04	2,15	1,13	83,20	4,77
2018 г.	9,08	4,35	2,38	1,14	83,04	4,72
2019 г.	9,07	4,20	2,30	1,14	83,28	4,34
НСР _{0,05}						
НСР (А)	0,29	0,14	0,08	0,04	2,62	0,15
НСР (В)	ns	0,06	0,03	0,01	ns	0,06
НСР (АВ)	0,51	0,24	0,13	0,06	ns	0,26

Таблица 4

Вклад факторов в общую изменчивость изучаемых признаков в двухфакторном опыте, 2017–2019 гг.

Признак	Фактор			
	А	В	АВ	неучтенные (случайные)
Всходы – появление метелки	59,04	0,48	24,01	16,43
Всходы – цветение метелки	60,06	0,48	23,78	15,65
Всходы – цветение початка	53,12	0,02	29,28	17,53
Высота растения	72,56	1,50	21,42	4,51
Высота прикрепления початка	77,42	1,80	19,54	1,23
Длина початка	40,88	2,23	52,82	4,06
Длина озерненной части початка	47,49	2,14	46,38	3,97
Диаметр початка	43,26	0,33	52,05	4,35
Число рядов зерен	38,36	1,19	51,17	9,25
Число зерен в ряду	38,36	0,27	57,15	4,23
Число зерен на початке	45,66	1,50	49,86	2,97
Масса зерна со стержнем с 1 початка	34,34	3,40	61,13	1,13
Масса зерна с 1 початка	28,17	3,43	67,27	1,13
Масса 1000 зерен	24,45	1,45	72,89	1,20
Уборочная влажность	73,09	1,02	23,33	2,55
Выход зерна	43,82	1,23	48,60	6,31
Содержание протеина	68,04	0,01	29,21	2,74
Содержание жира	46,00	1,55	49,18	3,27
Содержание клетчатки	48,16	1,38	49,80	0,66
Содержание золы	52,17	0,27	43,69	3,84
Содержание БЭВ	33,07	0,08	14,87	51,83
Урожайность зерна	26,22	2,38	70,25	1,15

Дисперсионный анализ двухфакторного опыта позволяет определить силу влияния регулируемых и нерегулируемых факторов на результирующий признак. Сила влияния фактора определяется как доля факториальной вариации в общей изменчивости [7]. Вклад факторов в общую изменчивость в опыте различается по признакам (табл. 4). Более 50 % доли влияния фактора гибрида (А) приходится на следующие признаки: всходы – появление метелки, всходы – цветение метелки, всходы – цветение початка, высота растений, высота прикрепления початка, уборочная влажность, содержание протеина, золы (см. табл. 4). Вклад в общую изменчивость фактора В (год) по всем признакам не превышает 4 %. Доля влияния взаимодействия генотип – среда АВ более 50 % по таким признакам, как длина початка, диаметр початка, число рядов зерен, число зерен в ряду, масса зерна со стержнем початка, масса зерна с початка, масса 1000 зерен, урожайность зерна. Менее всего фактор АВ отразился по следующим признакам: высота прикрепления початка и уборочная влажность.

Выход валовой энергии с урожаем зерна гибридов варьировал в интервале 27,59...103,5 ГДж/га. Причем наибольший вклад в энергетическую ценность обеспечивало содержание безазотистых экс-

Выход валовой энергии по полезному веществу гибридов кукурузы (питомник экологического испытания), УНПО «Поволжье», 2017–2019 гг.

Гибрид	Энергия по полезному веществу, ГДж/га				
	всего	протеин	жир	клетчатка	БЭВ
Радуга	66,50	7,94	6,42	1,55	50,60
Белозерный 250	68,43	8,22	7,64	1,47	51,10
Ньютон	60,29	7,80	6,00	0,92	45,58
Краснодарский 291 АМВ	76,65	9,00	6,92	1,79	58,94
Белозерный 300	65,69	8,50	6,33	1,79	49,07
Белозерный 330	80,45	10,46	7,87	1,43	60,70
Машук 350 МВ	82,67	10,05	8,43	1,41	62,78
Машук 355 МВ	57,95	6,25	4,49	1,47	45,74
Диана МВ	73,93	8,27	6,94	1,51	57,21
Машук 360 МВ	79,86	8,61	6,77	1,38	63,10
Краснодарский 377 МВ	103,50	11,14	9,44	2,57	80,35
Машук 390 МВ	83,01	9,44	8,15	1,86	63,56
Янтарный	27,59	3,44	2,49	0,69	20,98
Ладожский 410 МВ	86,74	9,81	6,66	1,81	68,46
Машук 480 СВ	75,98	7,52	6,05	1,90	60,51
Бештау	87,50	10,41	7,45	2,12	67,52
Зерноградский 354 МВ	75,43	9,57	6,68	1,69	57,49
Зерноградский 364 МВ	68,70	8,30	6,56	1,47	52,37
Краснодарский 196 МВ	61,70	6,50	7,36	1,40	46,44

трактивных веществ 20,98...80,35 ГДж/га, тогда как вклад протеина составляет 3,44...11,14 ГДж/га, жира – 2,49...9,44 ГДж/га, клетчатки – 0,69...2,57 ГДж/га. Доля растительных веществ в валовой энергии зерен кукурузы варьировала в следующих интервалах: протеин – 9,7...12,7 %, жир – 7,7...11,2 %, клетчатка – 1,5...2,7 %, БЭВ – 74,5...80,5 %.

Наибольший выход валовой энергии (более 80,0 ГДж/га) был получен с урожаем зерна гибридов Белозерный 330, Машук 350 МВ, Краснодарский 377 МВ, Машук 390 МВ, Ладожский 410 МВ, Бештау (табл. 5).

Заключение. При изучении гибридов кукурузы, допущенных к использованию, установлено, что по урожайности зерна и выходу валовой энергии они значительно различаются. Поскольку установлено, что доля фактора гибрида (А) по урожайности зерна значительно меньше, чем вклад взаимодействия генотип – среда (фактор АВ) в общую изменчивость. Поэтому, вероятно, необходимо к выбору гибрида подходить с учетом изменяющихся факторов внешней среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. М.: Стандартинформ, 2009. 4 с.
2. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Изд-во стандартов, 1992. 10 с.
3. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. М.: Изд-во стандартов, 1998. 11 с.
4. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. М.: Изд-во стандартов, 1992. 9 с.
5. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. М.: Изд-во стандартов, 1996. 8 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
8. Международный классификатор СЭВ вида Zeamays L. / Науч.-техн. совет стран-членов СЭВ по коллекциям диких и культурных видов растений; ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. Л.: ВИР, 1984. 50 с.
9. Мелихов В. В. Теория и практика возделывания кукурузы на зерно в ЦЧО и Поволжье (вопросы прикладной ботаники и селекции). М.: Вестник РАСХН, 2004. 408 с.
10. Шмараев Г. Е. Теоретические основы селекции. Т. 4 // Генофонд и селекция кукурузы. СПб., 1999. 390 с.
11. Troyer A. E. Breeding widely adapted populal maize hybrids // Euphytica. 1996. Vol. 92. P. 163–174.

REFERENCE

1. GOST 10842-89. Grains of cereals and legumes and oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains or 1000 seeds. M.: Standartinform; 2009. 4 p. (In Russ.).
2. GOST 10846-91. Grain and products of its processing. Protein determination method. M.: Publishing house of standards; 1992. 10 p. (In Russ.).
3. GOST 13496.15-97. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determining the content of crude fat. M.: Publishing house of standards; 1998. 11p. (In Russ.).
4. GOST 13496.2-91. Feed, Compound feed, compound feed raw materials. Method for determination of crude fiber. M.: Publishing house of standards; 1992. 9 p. (In Russ.).
5. GOST 26226-95. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determining raw ash. M.: Publishing house of standards; 1996. 8 p. (In Russ.).
6. Dospekhov B. A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: Book on demand; 2012. 352 p. (In Russ.).
7. Lakin G. F. Biometrics. M.: Higher school; 1990. 352 p. (In Russ.).
8. International classifier of the CMEA type Zeamaus L. / Nauch.-tekhn. Council of CMEA member countries on collections of wild and cultivated plant species; All-Russian Research Institute of Plant Industry N. I. Vavilov. L.: VIR; 1984. 50 p. (In Russ.).
9. Melikhov V. V. Theory and practice of growing maize for grain in the Central Chernobyl region and the Volga region (questions of applied botany and breeding). M.: Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences; 2004. 408 p. (In Russ.).
10. Shmaraev G. E. Theoretical foundations of selection. T. 4 // Gene pool and selection of corn. SPb., 1999. 390 p. (In Russ.).
11. Troyer A. E. Breeding widely adapted populal maize hybrids. Euphytica. 1996;(92):163–174.

Статья поступила в редакцию 30.08.2021; одобрена после рецензирования 25.09.2021; принята к публикации 28.09.2021.
The article was submitted 30.08.2021; approved after reviewing 25.09.2021; accepted for publication 28.09.2021.

