

НОВЫЕ ГИБРИДЫ КУКУРУЗЫ СИЛОСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Г. Я. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;

А. С. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatv1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600;

Д. Р. Лупинога, агроном лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ORCID ID: 0000-0002-4457-6146;

Ю. Б. Арженовская, агроном лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ORCID ID: 0000-0003-3855-372X

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская область, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@yandex.ru

Кукуруза считается непревзойденной силосной культурой, поэтому селекция по этому направлению актуальна. Исследования проводили в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2019–2021 годах. Цель исследований: изучение урожайности и питательной ценности новых силосных гибридных комбинаций, выявление зависимостей для оптимизации селекционного процесса. Для создания новых гибридов применен метод межлинейной гибридизации с использованием гетерозиса в первом поколении. Объект исследований – 24 гибрида раннеспелой, среднеранней и среднеспелой группы. В каждой группе выделены новые гибридные комбинации, перспективные для возделывания на силос и зеленый корм. В раннеспелой группе высокую урожайность зеленой массы (28,2 т/га) и сухого вещества (9,41 т/га) сформировал новый гибрид Круча М × КВ 215, он имел наибольший сбор кормовых единиц с 1 га – 6,56 т, перевариваемого протеина – 0,48 т и выход обменной энергии – 90,0 ГДж/га. В среднеранней группе выделен новый гибрид Круча М × КВ399 МВ с урожайностью зеленой массы 29,4 т/га, сухого вещества – 10,35 т/га, сбором кормовых единиц с 1 га – 7,49 т, перевариваемого протеина – 0,57 т, выходом обменной энергии – 96,14 ГДж/га. В среднеспелой группе лучшим оказался новый гибрид КВ 399 × 9837В, который имел самые высокие показатели среди всех изученных гибридов: сбор кормовых единиц с 1 га – 7,88 т, перевариваемого протеина – 0,64 т и энергосодержание урожая – 98,64 ГДж/га. Выявлены признаки, которые необходимо использовать при создании и выделении силосных гибридов кукурузы: высота растений, высота прикрепления початка, количество листьев на растении, продолжительность вегетационного периода.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea Mays* L.), гибрид, зеленая масса, сухое вещество, переваримый протеин, обменная энергия.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Лупинога Д. Р., Арженовская Ю. Б. Новые гибриды кукурузы силосного использования // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 5. С. 66–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-66-71.



THE NEW MAIZE HYBRIDS FOR SILAGE

G. Ya. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;

A. S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, ignatv1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600;

D. R. Lupinoga, agronomist of the laboratory for maize breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4457-6146;

Yu. B. Arzhenovskaya, agronomist of the laboratory for maize breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-3855-372X

FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Maize is considered an unsurpassed silage crop, so breeding in this direction is of great relevance. The study was carried out at the FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy» in 2019–2021. The purpose was to study productivity and nutritional value of the new silage hybrid combinations, to identify dependencies to optimize the breeding process. In order to develop new hybrids, there was applied the method of interline hybridization using heterosis in the first generation. The objects of research were 24 hybrids of the early-maturing, middle-early and middle-maturing groups. In each group, there have been identified the new hybrid combinations that are found promising for cultivation for silage and green fodder. In the early-maturing group, a new hybrid 'Krusha M × KV 215' formed the largest productivity of green mass (28.2 t/ha) and dry matter (9.41 t/ha). The hybrid had 6.56 t of feed units per 1 ha, 0.48 t of digestible protein and 90.0 GJ/ha of exchange energy. In the middle-early group, a new hybrid 'Krusha M × KV399 MV' produced 29.4 t/ha of green mass, 10.35 t/ha of dry matter, 7.49 t of fodder units per 1 ha, 0.57 t of digestible protein, 96.14 GJ/ha of exchange energy. In the middle-maturing group, the best hybrid was a new hybrid 'KV 399 × 9837V', which had the highest rates among all the hybrids studied. The hybrid produced 7.88 t of fodder units per 1 ha, 0.64 t of digestible protein and 98.64 GJ/ha of exchange energy. There have been identified the signs that should be used in the deve-

lopment and selection of maize hybrids for silage, such as plant height, cob attachment height, number of leaves per plant, length of a vegetation period.

Keywords: maize (*Zea Mays L.*), hybrid, green mass, dry matter, digestible protein, exchange energy.

Введение. Одно из важнейших направлений хозяйственного использования кукурузы – на зеленый корм и силос. По питательной ценности кукурузный силос превосходит силос других культур, в частности сорго и подсолнечника (Дуборезов и др., 2022). Выявлена зависимость между кормовой продуктивностью гибридов кукурузы и абиотическими условиями в период интенсивного роста, то есть фазы выметывание – восковая спелость зерна (Зиновьев и Коконов, 2015). Этот факт подтверждает необходимость создания стрессоустойчивых силосных гибридов кукурузы. Для получения зеленого конвейера в производстве должны быть представлены гибриды кукурузы различных групп спелости, однако наиболее урожайными, как правило, будут гибриды более поздних групп спелости в связи с более продолжительным периодом вегетации и, следовательно, более длительным периодом накопления питательных веществ (Кривошеев и др., 2019).

Необходимо создание и выделение исходного материала – инбредных самоопыленных линий, способных в гибридных комбинациях проявлять высокую урожайность зеленой массы (Раденович и др., 2015).

Для гибридов кукурузы силосного использования наиважнейшими показателями считаются урожайность зеленой массы, содержание сухого вещества, протеина, клетчатки в зеленой массе (Crevelari et al., 2018).

По сведениям Сотченко (2008), качество силоса зависит, прежде всего, от содержания початков в массе и степени спелости растений к моменту уборки, а, следовательно, от содержания сухого вещества.

Выявлению закономерностей, зависимостей, позволяющих целенаправленно вести селекцию, придают важное значение зарубежные селекционеры. Выявлены фенотипические корреляции у силосных гибридов, самые высокие отмечены между содержанием сухого вещества, с одной стороны, и сырого протеина, клетчатки – с другой (Crevelari et al., 2019).

Исследователи сообщают об оптимизации селекционного процесса при создании силосных гибридов гетерозисной группы «lodent»

на основе селекционных индексов (Crevelari et al., 2017; Crevelari et al., 2020).

Новые силосные гибриды и сорта должны быть оценены по адаптивности к почвенно-климатическим условиям для выделения лучших, наиболее пригодных к этим условиям (Lou et al., 2020).

Цель исследований: изучение урожайности и питательной ценности новых силосных гибридных комбинаций, выявление зависимостей для оптимизации селекционного процесса.

Материалы и методы исследований.

Полевые исследования проводили в 2019–2021 годах. Объект исследования – 24 новых раннеспелых, среднеранних и среднеспелых гибрида кукурузы, по 8 гибридов каждой группы спелости. Стандартом взяты гибриды: раннеспелый Краснодарский 194 МВ, среднеранний Краснодарский 291 МВ и среднеспелый Зерноградский 354 МВ.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, мощность плодородного слоя до 140 см (Агафонов 1999).

Климат зоны умеренно-континентальный (ГТК = 0,7). Фактором, лимитирующим урожай, является влага. За период вегетации в среднем выпадает 225,5 мм. Годы проведения полевых опытов различались по влагообеспеченности. За вегетационный период выпало осадков: в 2019 г. – 70,8 %, в 2020 г. – 99,0 %, в 2021 г. – 108,5 % от среднегодовой нормы.

Закладку опытов, учеты, биометрические измерения и фенологические наблюдения проводили согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980). Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена по Б. А. Доспехову (2014). Кормовую ценность зеленой массы определяли по Методическим указаниям оценки качества и питательной ценности кормов (2002).

Результаты и их обсуждение. Выделены новые гибридные комбинации Круча М × KB 215 и Круча М × RD 12, сформировавшие наиболее высокий урожай зеленой массы в раннеспелой группе (28,2 т/га и 27,4 т/га) (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность зеленой массы и сухого вещества гибридов кукурузы, 2019–2021 гг.
Table 1. Productivity of green mass and dry matter of maize hybrids, 2019–2021

Гибридная комбинация	Урожайность зеленой массы, т/га	± к стандарту		Урожайность сухого вещества, т/га	± к стандарту	
		т/га	%		т/га	%
Раннеспелая группа						
Краснодарский 194 МВ, стандарт	26,4	—	—	8,39	—	—
Круча М × KB 215	28,2	+1,8	+6,8	9,41	+1,02	+12,2
Круча М × RD 12	27,4	+1,0	+3,8	8,59	+0,20	+2,4
НСР ₀₅	1,3			0,59		
Среднеранняя группа						
Краснодарский 291 АМВ, стандарт	27,0	—	—	8,62	—	—
Мальвина С × KB 399 МВ	29,8	+2,8	+10,4	9,50	+0,88	+10,2

Продолжение табл. 1

Гибридная комбинация	Урожайность зеленой массы, т/га	± к стандарту		Урожайность сухого вещества, т/га	± к стандарту	
		т/га	%		т/га	%
Среднеранняя группа						
Круча М × KB 399 MB	29,4	+2,4	+8,9	10,35	+1,73	+20,1
НСР ₀₅	1,8			0,66		
Среднеспелая группа						
Зерноградский 354 MB, стандарт	28,4	—	—	8,91	—	—
KB 399 × KB 469 MB	32,4	+4,0	+14,1	10,00	+1,09	+12,2
KB 399 × 9837 B	32,1	+3,7	+13,0	10,25	+1,34	+15,0
НСР ₀₅	2,1			0,75		

При этом комбинация Круча М × KB 215 существенно (на 1,8 т/га, или 6,8 %) превысила по урожайности раннеспелый стандарт Краснодарский 194 MB (26,4 т/га). Превышение стандарта у новой комбинации Круча М × RD 12 (1,0 т/га, или 3,6 %) было в пределах наименьшей существенной разницы (1,1–1,5 т/га). Тем не менее эта гибридная комбинация представляет практический интерес в связи с тем, что стандарт Краснодарский 194 MB признан одним из лучших раннеспелых гибридов, и равноценные ему по урожаю зеленой массы также заслуживают внимания.

По урожайности сухого вещества существенно превысила стандарт гибридная комбинация Круча М × KB 215 (на 1,02, или 12,2 %). Превышение по урожайности сухого вещества у гибрида Круча М × RD 12 оказалось в пределах НСР₀₅ (0,20 т/га, или 2,4 %). При этом стандарт Краснодарский 194 MB имел высокий урожай сухого вещества (8,39 т/га).

В среднеранней группе новые гибридные комбинации Мальвина С × KB 399 MB (29,8 т/га) и Круча М × KB 399 MB (29,4 т/га) существенно (соответственно на 2,8 и 2,4 т/га, или на 10,4 и 8,9 %) превысили по урожайности зеленой массы среднеранний стандарт Краснодарский 291 AMB (27,0 т/га). Эти же

комбинации превысили стандарт и по урожайности сухого вещества на 0,88 и 1,73 т/га, или на 10,2 и 20,1 %. Лучшим в опыте по урожайности сухого вещества оказался среднеранний гибрид Круча М × KB 399 MB (10,35 т/га).

В среднеспелой группе выделены новые гибридные комбинации KB 399 × KB 469 MB и KB 399 × 9837 B с урожайностью зеленой массы соответственно 32,4 и 32,1 т/га и с превышением над среднеспелым стандартом Зерноградский 354 MB (28,4 т/га) на 4,0 и 3,7 т/га, или на 14,1 и 13,0 %. Они характеризовались высокой урожайностью сухого вещества – 10,0 и 10,25 т/га соответственно и существенными прибавками (1,09 и 1,34 т/га, или 12,2 и 15,0 %).

Несомненно, урожайность зеленой массы и сухого вещества в первую очередь определяют пригодность к использованию того или иного гибрида на силос и зеленый корм. Однако важное значение имеет и питательная ценность зеленой массы, поэтому проведен анализ качественных показателей выделенных гибридов кукурузы.

Массовая доля клетчатки в 1 кг сухого вещества варьировала от 29,87 % (KB 399 × 9837B) до 31,73 % (Круча М × KB 399 MB) (табл. 2).

Таблица 2. Кормовая ценность зеленой массы гибридов кукурузы, 2019–2021 гг.
Table 2. Feed value of green mass of maize hybrids, 2019–2021

Гибридная комбинация	Массовая доля в 1 кг сухого вещества, %		Содержание в 1 кг сухого вещества		Сбор с 1 га, т		Выход обменной энергии ГДж/га
	сырой клетчатки	сырого протеина	обменной энергии, МДж.	переваримого протеина, г	кормовых единиц	переваримого протеина	
раннеспелая группа							
Краснодарский 194 MB, стандарт	30,81	8,02	9,45	40,2	5,10	0,34	79,32
Круча М × KB 215	30,20	9,14	9,56	51,3	6,56	0,48	90,00
Круча М × RD 12	30,80	8,04	9,46	40,4	5,34	0,35	81,22
НСР ₀₅					0,52	0,04	6,48
среднеранняя группа							
Краснодарский 291 AMB, стандарт	30,15	10,07	9,57	50,5	5,52	0,44	82,52
Мальвина С × KB 399 MB	31,15	9,24	9,39	52,3	6,45	0,54	89,23
Круча М × KB 399 MB	31,73	9,56	9,29	55,4	7,49	0,57	96,14
НСР ₀₅					0,63	0,05	6,68
среднеспелая группа							
Зерноградский 354 MB, стандарт	30,44	9,08	9,52	50,7	5,84	0,45	84,88
KB 399 × KB 469 MB	30,44	8,58	9,52	45,7	7,34	0,46	95,21
KB 399 × 9837B	29,87	10,25	9,62	62,8	7,88	0,64	98,64
НСР ₀₅					0,71	0,07	7,56

Между выделенными гибридами отмечено различие по содержанию сырого протеина. Минимальное значение отмечено у нового раннеспелого гибрида Круча М × RD 12 (8,04 %), максимальное – у нового среднеспелого гибрида KB 399 × 9837B (10,25 %). Выявлены различия между гибридами по питательной ценности: минимальное содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества (9,29 МДж) было у нового среднераннего гибрида Круча М × KB 399 MB, а максимальное – у нового среднеспелого гибрида KB 399 × 9837 B (9,62 МДж); по содержанию сырого протеина в 1 кг сухого вещества лучшим оказался также гибрид KB 399 × 9237B, наименьшее содержание сырого протеина отмечено у раннеспелого стандарта Краснодарский 194 MB.

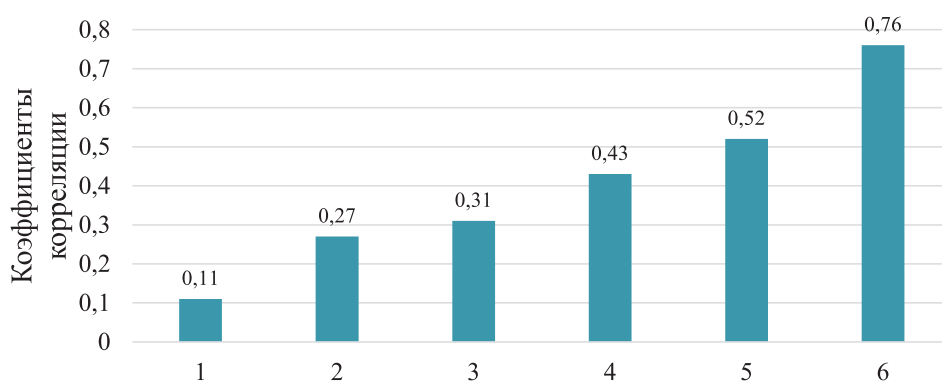
Решение о том, какие гибриды предпочтительны для производства, должно быть принято на основании результирующих показателей, учитывающих урожайность и питательную ценность корма. Таковыми являются: сбор с 1 га кормовых единиц, протеина и энергосодержание урожая, полученного с 1 га. В раннеспелой группе лучшим по сбору кормовых единиц с 1 га оказался новый гибрид Круча М × KB 215 (6,56 т), превысив значение раннеспелого стандарта Краснодарский 194 MB (5,10 т) на 1,46 т. В среднеранней группе самый высокий показатель отмечен у новой гибридной комбинации Круча М × KB 399 MB – 7,49 т, у среднеспелого стандарта Краснодарский 291 AMB – 5,52 т. В среднеспелой группе преимущества имел новый гибрид KB 399 × 9837B (7,88 т), при значении у среднеспелого стандарта Зерноградский 354 MB – 5,84 т.

По сбору с 1 га переваримого протеина лучшими оказались те же гибриды: раннеспелый Круча М × KB 215 (0,48 т), среднеранний Круча М × KB 399 MB (0,57 т), среднеспелый KB 399 × 9837B (0,64 т).

Энергосодержание урожая, выраженное в обменной энергии, полученной с 1 га, у раннеспелого стандарта Краснодарский 194 MB составило 79,32 ГДж/га. Новый раннеспелый гибрид Круча М × RD 12 был почти равноценен по этому показателю – 81,22 ГДж/га, а раннеспелый гибрид Круча М × KB 215 (90,0 ГДж/га) превосходит стандарт на 10,62 ГДж/га.

Энергосодержание урожая у среднеспелого стандарта Краснодарский 291 AMB составило 82,82 ГДж/га, значение энергосодержания у новых среднеранних гибридных комбинаций Мальвина С × KB 399 MB (89,23 ГДж/га) и Круча М × KB 399 (96,14 ГДж/га) были выше, чем у стандарта. В среднеспелой группе по выходу обменной энергии с 1 га новые гибриды превосходили стандарт Зерноградский 354 MB (84,88 ГДж/га), лучшим оказался KB 399 × 9837B (98,64 ГДж/га).

При создании и выделении гибридов кукурузы, предназначенных для использования на силос и зеленый корм, важно знать, на какие признаки вести отбор. В этом плане может быть полезно выявление зависимостей между урожайностью зеленой массы и различными признаками. Установлено, что урожайность зеленой массы гибридов кукурузы не зависела от урожайности зерна. Коэффициент корреляции оказался низким и незначимым ($r = 0,11$) (рис.).



Признаки
1 – урожайность зерна; 2 – доля початков в урожае зеленой массы; 3 – вегетационный период;
4 – количество листьев; 5 – высота прикрепления початка; 6 – высота растений.
На 5 %-м уровне ($p_{0,5}$) значимы $r > 0,26$.

Коэффициенты корреляции между урожайностью зеленой массы и признаками, 2019–2021 гг.
Correlation coefficients between green mass productivity and traits, 2019–2021

То есть лучшие зерновые гибриды могут оказаться непригодными для возделывания на силос и зеленый корм. Слабая зависимость ($r = 0,27$) выявлена между урожайностью зеленой массы и долей початков в урожае. Таким образом, силосные гибриды имеют высокую уро-

жайность зеленой массы прежде всего за счет листьев и стеблей. Корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и продолжительностью вегетационного периода средняя ($r = 0,31$). Однако невысокий коэффициент корреляции и сопоставление урожайности гибри-

дов кукурузы различных групп спелости позволяют утверждать, что урожайные гибриды могут присутствовать в любой группе спелости, и часто гибриды более ранних групп оказываются лучше, чем гибриды более поздних. Средняя зависимость ($r = 0,43$) имела место между урожайностью зеленой массы и количеством листьев на растении. Более позднеспелые гибриды, как правило, имеют больше листьев. Тесная связь выявлена между урожайностью зеленой массы и высотой растений ($r = 0,76$). Отбор высокорослых гибридов может быть эффективен при селекции на высокую урожайность зеленой массы. Учитывая, что высота растений и высота прикрепления початков тесно сопряжены, высота прикрепления початка также может служить дополнительным косвенным признаком при выделении гибридов с высокой урожайностью зеленой массы ($r = 0,52$).

Выводы. Выделены новые гибридные комбинации: Круча Мх КВ 215 (раннеспелая), Круча М х КВ 399 (среднеранняя), КВ 399 х 9837В (среднеспелая), рекомендуемые для использования на силос и зеленый корм. Они характеризовались высокой урожайностью зеленой массы (28,2–32,1 т/га), сухого вещества (9,41–10,35 т/га), высоким значением сбора с 1 га кормовых единиц (6,56–7,88 т), переваримого протеина (0,48–0,64 т) и высоким энергосодержанием урожая (90,0–98,64 ГДж/га).

Выявлены признаки, которые необходимо учитывать при создании и выделении силосных гибридов кукурузы. Наибольшая зависимость установлена между урожайностью зеленой массы и высотой растений ($r = 0,76$). Связь средней силы определена между урожайностью зеленой массы и признаками: высота прикрепления початка ($r = 0,52$), количество листьев на растении ($r = 0,43$), продолжительность вегетационного периода ($r = 0,31$).

Библиографические ссылки

1. Агафонов Е. В., Полуктов Е. В. Почвы и удобрения Ростовской области. Учебное пособие. Персиановка, 1999. 90 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Дуборезов И. В., Косолапов А. В., Дуборезов В. М. Урожайность и питательность вегетативной массы силосных культур // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 3. С. 14–18. DOI: 10.31857/S2500262722030036.
4. Зиновьев А. В., Коконов С. И. Кормовая продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от абиотических условий Среднего Предуралья // Кормопроизводство. 2015. № 12. С. 31–34.
5. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Шевченко Н. А. Продуктивность, кормовая ценность и биоэнергетическая эффективность возделывания гибридов кукурузы на зеленый корм и силос // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4 (20). С. 63–69. DOI 10.33952/2542-0720-2019-4-20-63-69.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. 54 с.
7. Методические указания по оценке качества и питательной ценности кормов. ЦИНАО. М., 2002. 76 с.
8. Раденович Ч., Делич Н., Сечански М., Йованович Ж., Станкович Г., Опович А. Инбредные линии и гибриды кукурузы (ZEA MAYS L.) сербской селекции с высокой эффективностью фотосинтеза, обогащенным пигментным составом и повышенной питательной ценностью // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 5. С. 600–610. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.600rus.
9. Сотченко В. С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 2–4.
10. Crevalari J., Durães N., Bendia L., da Silva A., Pereira M. Prediction of genetic gains and correlations in corn hybrids for silage // Australian Journal of Crop Science. 2017. Vol. 11. P. 14–17. DOI: 10.21475/ajcs.17.14.11.11.pne539.
11. Crevalari J., Durães N., Bendia L., da Silva A., Azevedo F., Azeredo V., Pereira M. Assessment of agronomic performance and prediction of genetic gains through selection indices in silage corn // Australian Journal of Crop Science. 2018. Vol. 12. P. 800–807. DOI: 10.21475/ajcs.18.12.05. PNE 1004.
12. Crevalari J., Durães N., Dos Santos P., Azevedo F., Bendia L., Preisigke S., Gonçalves G., Pereira M. Canonical correlation for morphoagronomic and bromatological in silage corn genotypes // Bragantia. 2019. V. 78. P. 337–349. DOI: 10.1590/1678-4499.20180146.
13. Crevalari J., Durães N., Gonçalves G., Junior J., Gonçalves V., de Sant'Anna C., Bendia L., Azevedo F., Pereira M. Phenotypic correlation and path analysis between morphoagronomic and bromatological traits in corn hybrids for silage production // Australian Journal of Crop Science. 2020. Vol. 14. P. 1905–1912. DOI: 10.21475/ajcs.20.14.12.2721.
14. Lou F., Li X.-D., Shang Y.-S., Wu J.-H., Zhang R., Gan X.-B., Xiong J., Chen G.-J., Li S.-G., Pei C.-J. Selection of suitable silage maize varieties in the Bijie region based on yield, agronomic and nutritional evaluation Acta Prataculturae Sinica. 2020. Vol. 29. P 214–224. DOI: 10.11686/cyb2019485.

References

1. Agafonov E.V., Poluektov E.V. Pochvy i udobreniya Rostovskoi oblasti [Soils and fertilizers of the Rostov region]. Ucheb-noe posobie. Persianovka, 1999. 90 s.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

3. Duborezov I. V., Kosolapov A. V., Duborezov V. M. Urozhainost' i pitatel'-nost' vegetativnoi massy silosnykh kul'tur [Productivity and nutritional value of the vegetative mass of silage crops] // Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka. 2022. № 3. S. 14–18. DOI: 10.31857/S2500262722030036.
4. Zinov'ev A.V., Kokonov S. I. Kormovaya produktivnost' gibridov kukuruzy v zavisimosti ot abioticheskikh uslovii Srednego Predural'ya [Feed productivity of maize hybrids depending on the abiotic conditions of the Middle Urals] // Kormoproizvodstvo. 2015. № 12. S. 31–34.
5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Produktivnost', kormovaya tsennost' i bioenergeticheskaya effektivnost' vozdel'yvaniya gibridov kukuruzy na zeleye-korm i silos [Productivity, feed value and bioenergetic efficiency of cultivation of maize hybrids for green fodder and silage] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2019. № 4 (20). S. 63–69. DOI 10.33952/2542-0720-2019-4-20-63-69.
6. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoi [Methodical recommendations for conducting field trials with maize]. Dnepropetrovsk: VNII kukuruzy, 1980. 54s.
7. Metodicheskie ukazaniya po otsenke kachestva i pitatel'noi tsennosti kormov [Methodical recommendations for estimating the quality and nutritional value of feed]. TsINAO. M., 2002. 76 s.
8. Radenovich Ch., Delich N., Sechanski M., Iovanovich Zh., Stankovich G., Opovich A. Inbrednye linii i gibridy kukuruzy (*ZEA MAYS* L.) serbskoi selektsii s vysokoi ef-fektivnost'yu fotosinteza, obogashchennym pigmentnym sostavom i povyshennoi pita-tel'noi tsennost'yu [Inbred maize lines and hybrids of (*ZEA MAYS* L.) of Serbian breeding with high photosynthesis efficiency, enriched with a pigment composition and an increased nutritional value] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2015. T. 50. № 5. S. 600–610. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.600rus.
9. Sotchenko, V. S. Perspektivy vozdel'yvaniya kukuruzy dlya proizvodstva vysoko-energeticheskikh kormov [Prospects for the cultivation of maize for high-energy feed production] // Kukuruz i sorgo. 2008. № 4. S. 2–4.
10. Crevalari J., Durães N., Bendia L., da Silva A., Pereira M. Prediction of genetic gains and correlations in corn hybrids for silage // Australian Journal of Crop Science. 2017. Vol. 11. P. 14–17. DOI: 10.21475/ajcs.17.14.11.11.pne539.
11. Crevalari J., Durães N., Bendia L., da Silva A., Azevedo F., Azeredo V., Pereira M. Assessment of agronomic performance and prediction of genetic gains through selection indices in silage corn // Australian Journal of Crop Science. 2018. Vol. 12. P. 800–807. DOI: 10.21475/ajcs. 18.12.05. PNE 1004.
12. Crevalari J., Durães N., Dos Santos P., Azevedo F., Bendia L., Preisigke S., Gon-çalves G., Pereira M. Canonical correlation for morphoagronomic and bromatological in silage corn genotypes // Bragantia. 2019. Vol. 78. P. 337–349. DOI:10.1590/1678-4499.20180146.
13. Crevalari J., Durães N., Gonçalves G., Junior J., Gonçalves V., de Sant'Anna C., Bendia L., Azevedo F., Pereira M. Phenotypic correlation and path analysis between morphoagronomic and bromatological traits in corn hybrids for silage production // Australian Journal of Crop Science. 2020. Vol. 14. P. 1905–1912. DOI: 10.21475/ajcs.20.14.12.2721.
14. Lou F., Li X.-D., Shang Y.-S., Wu J.-H., Zhang R., Gan X.-B., Xiong J., Chen G.-J., Li S.-G., Pei C.-J. Selection of suitable silage maize varieties in the Bijie region based on yield, agronomic and nutritional evaluation Acta Prataculturae Sinica. 2020. Vol. 29. P 214–224. DOI: 10.11686/cyb2019485.

Поступила: 10.08.22; доработана после рецензирования: 08.09.22; принята к публикации: 08.09.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кривошеев Г. Я. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Игнатьев А. С. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Лупиного Д. Р., Арженюковская Ю. Б. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.