

СТАТЬИ

УДК 635.67/.072/.012/.015:631.95

DOI 10.17513/use.38136

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТИПОВ САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Гусева С.А., Носко О.С., Волков Д.П., Маслова Г.А., Каменева О.Б.

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, e-mail: s.guseva76@mail.ru

В статье приведены результаты трёхлетних исследований и наблюдений за сроками наступления и продолжительностью фенологических фаз, помогающих охарактеризовать генотипы по скороспелости, а также морфометрических признаков, играющих значимую роль для механизированной уборки. Экспериментальная часть работы проводилась на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2021-2023 гг. Низкий коэффициент вариации все три года опыта установлен по межфазному периоду «всходы – цветение метелки», что указывает на выравнивание сортообразцов по данному признаку, а также, в 2023 году, по периоду «всходы – цветение початка». По продолжительности периода от всходов до цветения початка в 2021 и 2022 гг. и по высоте растений в течение трёх лет опыта генотипы характеризовались средней вариабельностью, а по высоте прикрепления початка – сильной. В условиях 2023 года зафиксировали наиболее низкие показатели морфометрических признаков, а в 2022 г. – наиболее высокие. Тем не менее наибольшую их дисперсию наблюдали в условиях повышенной влажности. Изменчивость высоты растений в наименьшей степени проявлялась в сухом и теплом году, а высоты прикрепления женского соцветия – в сухом и холодном. Выявлены генотипы с относительно стабильными значениями признака в течение трёх лет опыта: по высоте растений (к-3151, к-5811, Алина, к-295, к-4472, к-4456); по высоте прикрепления початка (к-4840, к-5811, к-295). Также была установлена положительная сильная корреляция между высотой растений и высотой прикрепления початка ($r=0,93\pm 0,01$). В результате изучения в двухфакторном опыте вкладов факторов генотипа, окружающей среды и их взаимодействия в общую вариабельность признаков было установлено, что на высоту растений, а также межфазные периоды от всходов до цветения метелки и початка значимое влияние оказывал фактор года (>40%). Изменчивость высоты прикрепления женского соцветия на 43,73% находилась под воздействием фактора сорта.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, высота растений, высота прикрепления початка, межфазный период, фактор, сорт, год, окружающая среда, коэффициент вариации

ECOLOGICAL STUDYING THE PHENOLOGICAL AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF SWEET CORN COLLECTION VARIETIES IN LOWER VOLGA REGION CONDITIONS

Guseva S.A., Nosko O.S., Volkov D.P., Maslova G.A., Kameneva O.B.

RosNIISK "Rossorgo", Saratov, e-mail: s.guseva76@mail.ru

The article presents the results of three years of research and observations on the timing and duration of phenological phases, which help characterize genotypes by early maturity, as well as morphometric characters that play a significant role for mechanized harvesting. The experimental part of the work was carried out on the experimental field of the Federal State Budgetary Institution RosNIISK "Rossorgo" in 2021-2023. A low coefficient of variation for all three years of experience was established for the interphase period "sprouting-flowering of the panicle", which indicates the uniformity of the variety samples for this trait, as well as, in 2023, for the period "sprouting-flowering of the cob". According to the duration of the period from germination to flowering of the cob in 2021 and 2022, and in terms of plant height during three years of experiment, the genotypes were characterized by medium variability, and in terms of the height of cob attachment – strong. In the conditions of 2023, the lowest indicators of morphometric characteristics were recorded, and in 2022, the highest. However, their greatest dispersion was observed under conditions of high humidity. The variability in plant height was least evident in the dry and warm year, and the height of attachment of the female inflorescence was least evident in the dry and cold year. Genotypes were identified with relatively stable trait values over three years of experiment: for plant height (k-3151, k-5811, Alina, k-295, k-4472, k-4456); according to the height of attachment of the cob (k-4840, k-5811, k-295). A positive strong correlation was also established between plant height and cob attachment height ($r=0.93\pm 0.01$). As a result of studying in a two-factor experiment the contributions of genotype, environmental factors and their interaction to the overall variability of traits, it was found that the year factor (>40%) had a significant influence on plant height, as well as interphase periods from germination to flowering of the panicle and ear. The variability in the height of attachment of the female inflorescence by 43.73% was influenced by the variety factor.

Keywords: sweet corn, plant, cob attachment height, interphase period, factor, variety, year, environment, coefficient of variation

Экологическое изучение особенно важно для молодых, с эволюционной точки зрения, мутантных форм растений (к ним относится и сахарная кукуруза – мутантная

форма зубовидной и кремнистой форм), которые подвергались отбору в значительно меньшей степени [1]. На развитие большинства количественных признаков сельскохо-

зяйственных культур в течение вегетации значимое влияние оказывают погодные условия. Растения кукурузы гораздо более чувствительны к влаге и теплу в ранний период своего развития, а также во время активного роста и цветения [2; 3].

Для определения сроков хозяйственного использования того или иного сорта (гибрида) большое практическое значение имеет изучение основных фенологических фаз. Период вегетации кукурузы обычно делят на две основные части: от всходов до выбрасывания рылец и от выбрасывания рылец до созревания. Продолжительность первого периода более изменчива. Благоприятные абиотические факторы могут сократить его, а неблагоприятные – увеличить.

Для сахарной кукурузы определяющая роль в установлении продолжительности межфазных периодов тесно связана с изменением температуры: при наблюдении её роста с 18°C до 24°C периоды укорачиваются, а в случае снижения – соответственно начинают увеличиваться [4].

Исследования ряда учёных показали, что даты наступления основных фаз в основном зависят от заложенных генетических особенностей [5; 6]. При экологическом изучении гибридов зерновой кукурузы саратовскими селекционерами был зафиксирован существенный вклад в продолжительность межфазных периодов фактора генотипа (более 50%), а различий по фактору года не выявлено [7].

Установлено, что на формирование тех или иных нужных признаков, и особенно урожайности, влияние оказывает даже срок посева: слишком ранний срок, как и поздний, приводит к значительному их снижению, что в дальнейшем крайне сложно будет исправить даже самыми современными технологическими приёмами [6; 8].

Важным направлением селекции сахарной кукурузы является также пригодность к механизированному возделыванию. Для минимизации потерь при уборке початков комбайном большое значение имеют высота растения и высота прикрепления початка. Для механизированной уборки оптимальная высота находится в пределах 150-170 см, а высота прикрепления початка – около 50 см от поверхности почвы [9]. При анализе литературных данных выявлено, что длина стебля зависит как от генетических особенностей, погодных условий, так и агротехнических приёмов. Очень ранний или поздний срок сева может привести к уменьшению высоты растений на 30 см и более [9; 10].

Считается, что высота прикрепления початка положительно коррелирует с высотой растений. Сибирские ученые при изучении инбредных линий кукурузы обнаружили сильную взаимосвязь между данными признаками ($r = 0,72$) [11]. В наших исследованиях также была установлена сильная положительная корреляция между высотой прикрепления початка генотипов и высотой растения, а также исследуемой коллекции является более изменчивым показателем, чем высота растения [12].

Согласно литературным источникам, высота прикрепления нижнего хозяйственного ценного женского соцветия зависит от биологических особенностей генотипа, однако в большей степени – от условий выращивания [13].

Целью исследования являлось изучение вариабельности межфазных периодов «всходы – цветение метёлки», «всходы – цветение початка», а также морфометрических признаков «высота растений» и «высота прикрепления початка» в зависимости от погодных условий разных лет опыта; выявление в двухфакторном полевом опыте вклада факторов генотипа, года и их взаимодействия в общую изменчивость изучаемых признаков.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы проводилась на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2021-2023 гг. Посев проводили во вторую декаду мая, рандомизированно, в трёхкратной повторности, с шириной междурядий 7,7 м и при густоте стояний – 55 тыс. шт./га. Предшественник – чёрный пар.

Модельная популяция сахарной кукурузы включает 48 сортообразцов коллекции различного эколого-географического происхождения, из которых 10 генотипов отечественной селекции: РССК 87-1, РССК 87-5, Забава, Цукерка, Цукерка белозёрная (отбор), Услада, Лакомка, Ранняя Лакомка, Алина, Краснодарский сахарный 250, а также 38 генотипов коллекции ВИГР им. Н.И. Вавилова: Россия (5%), США (49,2%), Канада (15%), Германия (4%), Великобритания (2%), Франция (2%), Румыния (2%).

Оценку продолжительности межфазных периодов (всходы – цветение метёлки и всходы – цветение початка) и морфометрических признаков (высота растений, высота прикрепления початка) выполняли согласно «Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [14].

При изучении изменчивости межфазных периодов от всходов до цветения метелки и початка, а также высоты растений и высоты прикрепления початка (признака, определяющего качество механической уборки) сахарной кукурузы в течение трех лет опыта (2021-2023 гг.) оценивали их основные параметры. Среднее квадратическое отклонение, дисперсия и коэффициент вариации указывают на вариабельность и различную потенциальную возможность изучаемых генотипов.

Статистическую обработку экспериментального материала выполняли в соответствии с методическими указаниями в обработке Доспехова Б.А. [15]. Для оценки влияния факторов генотипа и окружающей среды на изменчивость признаков был проведен двухфакторный анализ, при этом генотип (сорт) учитывался как фактор А, год – фактор В, их взаимодействие – АВ.

Результаты исследования и их обсуждение

Наблюдения за сроками наступления и продолжительности фенологических фаз, помогающих охарактеризовать генотипы по скороспелости, с целью их дальнейшего отбора для селекции линий, гибридов и сортов в условиях определенного региона, всегда имели большое значение как для научных целей, так и для производственных.

Низкая дисперсия признака указывает, что коллекционные образцы мало реагируют на колебания условий выращивания его изменением. Высокий коэффициент вариации означает, что между отдельными образцами существует значимая разница, которую следует оценить более подробно, а низкий коэффициент ($V < 10\%$) обозначает выравнивание генотипов по данному показателю.

В годы исследований, в период интенсивного роста и заложения репродуктивных органов среднее количество осадков в мае 2021 и 2022 гг. составило 17,8 и 18,3 мм, а в июне 2,0 и 11,7 мм, а средняя температура воздуха – 20,4 и 20,8°C; 11,7 и 13,0°C соответственно. То есть в июне 2021 г. отмечены малое количество осадков и оптимальная температура воздуха, а в 2022 г. невысокая температура сочеталась с относительно большим для данной зоны количеством осадков. Погодные условия начала вегетации 2023 г. характеризовались как относительно холодные и засушливые. Средняя температура мая и июня составила 14°C, также отмечались резкие её перепады. Осадки

в июне 2023 г. стали выпадать лишь в конце месяца. В результате было зафиксировано удлинение периода цветения до 10 суток и более. Кроме того, у некоторых образцов значительно увеличился промежуток между цветением метелки и початка и в отдельных случаях составил более 20 суток. То есть низкие температуры воздуха в сочетании с небольшим количеством осадков наиболее сильно повлияли на продолжительность периода «всходы – цветение».

Распределение выборки по признаку «всходы – цветение метелки» все три года отличалось от нормального (табл. 1). В 2021 и 2022 годах варьирование значений составило 39,15...54,15 и 40,00...55,00 суток. В 2023 г. межфазный период сдвинулся примерно на десять и более суток, а крайние показатели составили 48,33...65,00 суток.

В результате анализа продолжительности межфазных периодов «всходы – цветение метелки» и «всходы – цветение початка» в 2021 и 2022 годах была отмечена их идентичность (табл. 1, рис. 1). Коэффициент вариации времени от всходов до появления пыльцы в течение трёх лет был низким, т.е. сильных различий между образцами по данному признаку не наблюдалось. Дисперсия периода в 2023 г. увеличилась по сравнению с предыдущими годами. У межфазного периода «всходы – цветение початка» в 2021 и 2022 гг. установлен средний коэффициент вариации, а в 2023 г. – слабый, дисперсия в условиях этого года снизилась в сравнении с предыдущими.

В 2021 и 2022 годах по периоду от всходов до цветения початка показатели были значимо удалены от средней величины, лимиты средних значений составили: $\min = 42,17$, $\max = 61,17$ и $\min = 42,00$, $\max = 61,00$ сут. соответственно. В условиях 2023 года генотипы оказались более выровненными, показатели дисперсии и коэффициента вариации снизились, основное количество показателей находилось в пределах 67,34...75,66 суток. У ряда генотипов значительно увеличился промежуток между цветением метелки и появлением нитей рылец: Лакомка, Краснодарский сахарный 250, к-4472, к-4472 (I2), к-13804. Практически все сортообразцы значимо реагировали на фактор года, тем не менее среди них были выявлены наименее подверженные условиям окружающей среды: Алина. к-4593, Цукерка, Забава, РССК 87-5. Образец к-12631, отмеченный как раннеспелый в 2021 и 2022 гг., в 2023 г. зафиксирован как позднеспелый.

Таблица 1

Статистические параметры коллекционных образцов сахарной кукурузы по фенологическим признакам, 2021-2023 гг.

Параметр	Всходы – цветение метелки, сут.			Всходы – цветение початка, сут.		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Среднее	47,00	48,65	57,94	53,57	53,40	64,58
F _{факт}	4972,33*	4733,24*	195,09*	1497,01*	1411,51*	153,88*
НСР ₀₅	0,17	0,18	3,79	0,13	0,19	1,16
Дисперсия, s ²	17,64	17,53	21,85	32,67	31,60	26,46
Станд. откл., s	4,2	4,5	4,68	5,72	5,71	5,14
Ошибка средней, sx	0,60	0,63	0,68	0,83	0,82	0,74
Коэфф-т вариации, V	8,79	8,58	8,07	10,67	10,80	7,97
Мода, Mo	50,15	51,00	62,00	50,15	54,00	69,33
Медиана, Me	50,15	51,00	58,00	50,15	55,00	65,67
Коэфф-т асимметрии, As	-0,72*	-0,70*	-0,41 ns	-0,55 ns	-0,55 ns	-0,51 ns
Коэфф-т эксцесса, Ex	-0,61 ns	-0,65 ns	-0,81*	-0,80 ns	-0,78 ns	-0,34 ns
χ-квадрат	20,14	24,15	6,29	14,73	13,68	1,60
Мин.	39,15	40,00	48,33	42,17	42,00	52,67
Макс.	54,15	55,00	65,00	61,17	61,00	74,67

Примечания: критическое значение χ-квадрата для уровня значимости 0,05 равно 5,99 (здесь и далее); * – значимо на 5% уровне (здесь и далее).

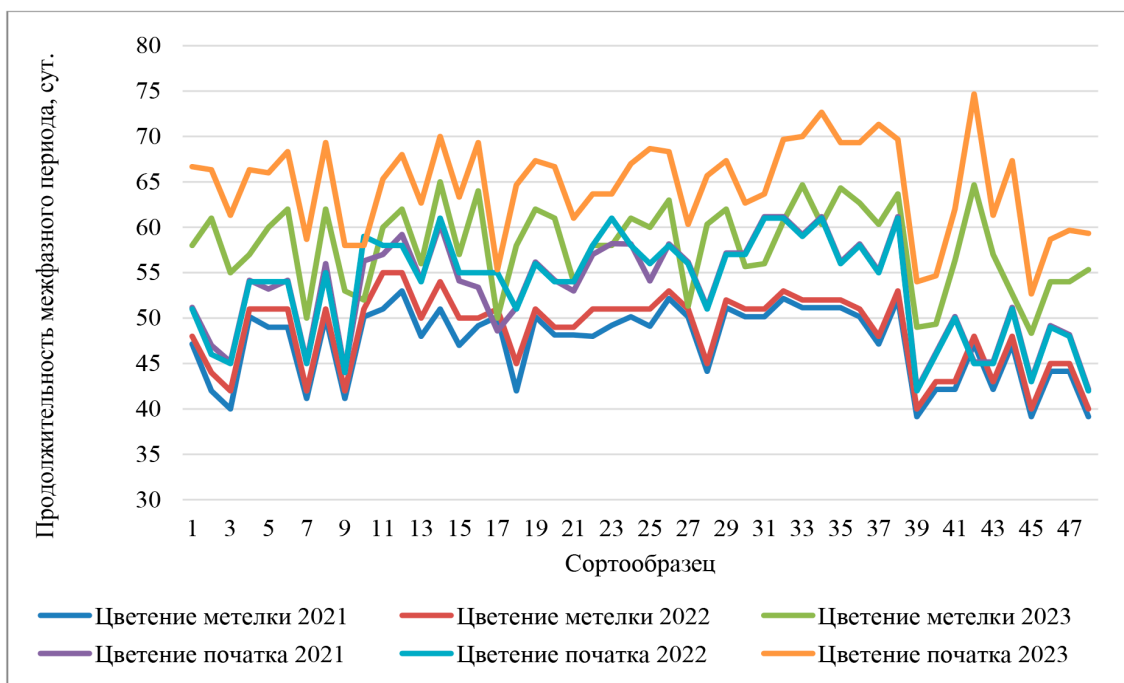


Рис. 1. Оценка межфазных периодов от всходов до цветения метелки и початка сортообразцов коллекционного питомника сахарной кукурузы, 2021-2023 гг.

Примечание: 1.к-3151, 2.к-1585, 3.к-4411, 4.к-4466, 5.к-5768, 6.к-23867, 7.Алина, 8.к-295, 9.к-1115, 10.к-4455, 11.к-4468, 12.к-4471, 13.к-4475, 14.к-4593, 15.к-4604, 16.к-5653, 17.к-5811, 18.к-1976, 19.Забава, 20.Цукерка, 21.Цукерка белозерная (отбор), 22.Услада, 23.Лакомка, 24.Ранняя Лакомка, 25.Краснодарский сахарный 250, 26.к-103, 27.к-104, 28.к-291, 29.к-4452 (I1), 30.к-4442, 31.к-4444, 32.к-4452, 33.к-4456, 34.к-4472, 35.к-295, 36.к-4840, 37.к-4472 (I2), 38.к-5467, 39.к-5691, 40.к-5819, 41.к-5835, 42.к-12631, 43.к-12831, 44.к-13804, 45.РССК 87-5, 46.к-13807, 47.к-23261, 48.РССК 87-1.

Таблица 2

Статистические параметры коллекционных образцов сахарной кукурузы по морфометрическим признакам, 2021-2023 гг.

Параметр	Высота растений, см			Высота крепления початка, см		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Среднее	141,11	164,94	125,36	35,56	43,98	27,35
F _{факт}	18,06*	25,52*	44,05*	19,84*	29,22*	52,41*
НСР ₀₅	10,06	12,50	7,64	5,66	6,57	2,73
Дисперсия	232,01	506,57	290,84	80,60	160,27	47,35
Станд. откл.	15,23	22,51	17,05	8,98	12,66	6,88
Ошибка средней	2,20	3,25	2,46	1,30	1,83	0,99
Коэфф-т вариации, V	10,79	13,65	13,81	25,25	28,79	25,16
Мода, Mo	119,5	-	115,46	-	-	22,16
Медиана, Me	142,55	166,02	118,00	36,93	46,52	26,78
Коэфф-т асимметрии, As	-0,36 ns	-0,29 ns	0,06 ns	-0,40 ns	-0,49 ns	0,39 ns
Коэфф-т эксцесса, Ex	-0,40 ns	-0,52 ns	-0,28 ns	-0,52 ns	-0,33 ns	-0,13 ns
χ-квадрат	3,01	5,06	5,31	4,79	6,12	1,89
Мин.	103,87	111,28	79,75	15,00	14,32	11,66
Макс.	168,60	201,73	158,35	53,57	66,12	43,36

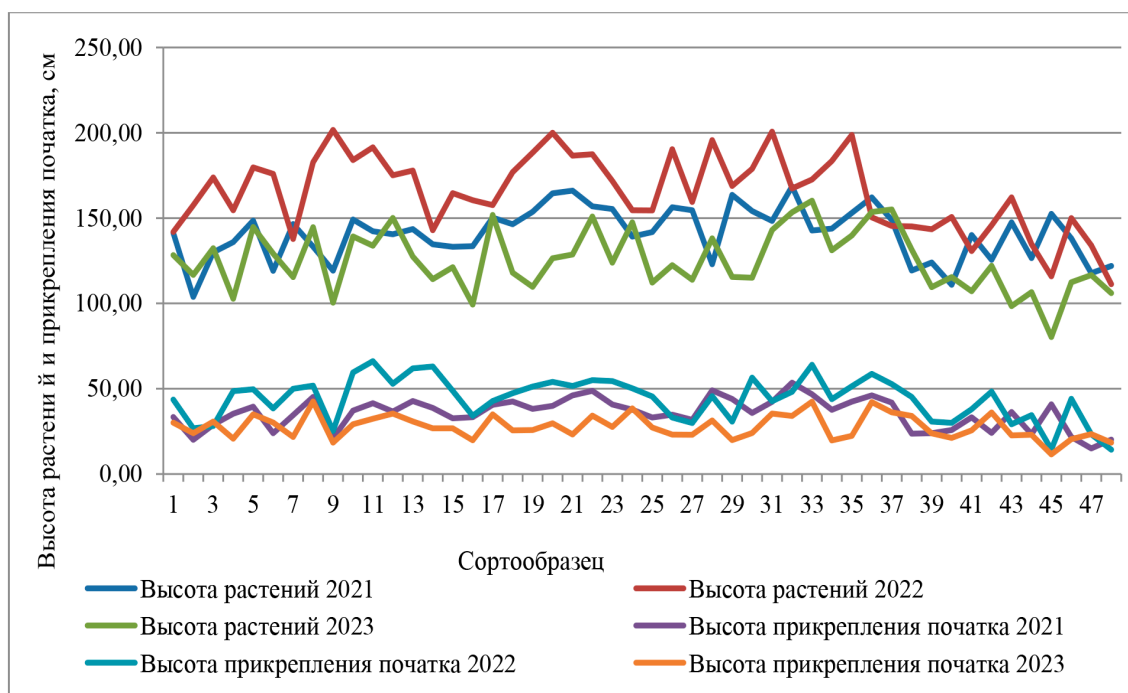


Рис. 2. Оценка высоты растений и высоты прикрепления початка сортообразцов коллекционного питомника сахарной кукурузы, 2021-2023 гг.

Примечание: 1.к-3151, 2.к-1585, 3.к-4411, 4.к-4466, 5.к-5768, 6.к-23867, 7.Алина, 8.к-295, 9.к-1115, 10.к-4455, 11.к-4468, 12.к-4471, 13.к-4475, 14.к-4593, 15.к-4604, 16.к-5653, 17.к-5811, 18.к-1976, 19.Забавка, 20.Цукерка, 21.Цукерка белозерная (отбор), 22.Услава, 23.Лакомка, 24.Ранняя Лакомка, 25.Краснодарский сахарный 250, 26.к-103, 27.к-104, 28.к-291, 29.к-4452 (I1), 30.к-4442, 31.к-4444, 32.к-4452, 33.к-4456, 34.к-4472, 35.к-295, 36.к-4840, 37.к-4472 (I2), 38.к-5467, 39.к-5691, 40.к-5819, 41.к-5835, 42.к-12631, 43.к-12831, 44.к-13804, 45.РССК 87-5, 46.к-13807, 47.к-23261, 48.РССК 87-1.

Морфометрические признаки сахарной кукурузы также значимо варьировали по годам. В условиях дефицита тепла и влаги 2023 года растения оказались низкорослыми с низким прикреплением початка, а при повышенной влажности 2022 г. – наоборот (табл. 2). В течение трёх лет опыта по высоте растений выявлен средний коэффициент вариации, а по высоте прикрепления продуктивного початка – высокий. Тем не менее наибольшую дисперсию у обоих признаков наблюдали в условиях повышенной влажности. Изменчивость высоты растений в наименьшей степени проявлялась в засушливом и теплом году, а высоты прикрепления женского соцветия – в засушливом и холодном.

Экстремумы средних значений высоты растений сахарной кукурузы составили по годам: 2021 г.: min = 103,87 см, max = 168,60 см; 2022 г.: min = 111,28 см, max = 201,73 см; 2023 г.: min = 79,75 см, max = 158,35 см, а высоты прикрепления початка: 2021 г.: min = 15,00 см, max = 53,57 см; 2022 г.: min = 14,32 см, max = 66,12 см; 2023 г.: min = 11,66 см, max = 43,36 см (рис. 2). Выявлены генотипы со стабильными признаками в течение трёх лет исследования по высоте растений: к-3151, к-5811, Алина, к-295, к-4472, к-4456; по высоте прикрепления початка: к-4840, к-5811, к-295.

Распределение выборки морфометрических признаков по критерию согласия Пирсона определялось как нормальное, кроме высоты прикрепления початка в 2022 году.

По данным литературных источников, в том числе и результатов наших исследований, была установлена сильная по-

ложительная взаимосвязь между высотой прикрепления початка и высотой растений. Для подтверждения или отрицания данных сведений был проведен расчет коэффициента корреляции и корреляционного отношения между этими признаками в среднем за три года и были получены следующие результаты: $r = \eta = 0,84 \pm 0,01$ (где r – коэффициент корреляции, η – корреляционное отношение; равенство между ними указывает на линейную связь). Распределение выборки в среднем за три года опыта – нормальное (χ -квадрат = 5,66 и 3,00). Проверку значимости коэффициента корреляции при уровне значимости $\alpha=5\%$ проводили по формуле:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 10,56,$$

где t – критерий Стьюдента, r – коэффициент корреляции, n – объем выборки. Критическое значение распределения $t = 2,02 < 10,56$, нулевая гипотеза отвергается. По результатам регрессионного анализа видно, что при увеличении высоты растений на 1 см высота крепления початка увеличивается на 0,34 см (рис. 3).

В целях выявления силы влияния факторов генотипа, года, а также их взаимодействия на изменчивость признака был проведен дисперсионный анализ двухфакторного опыта. Влияние факторов соответствует доле факториальной вариации в общей изменчивости, и в нашем опыте их вклад различался по признакам. Проведенные расчеты выявили значимые различия между факторами сорта, года и их взаимодействием (табл. 3).

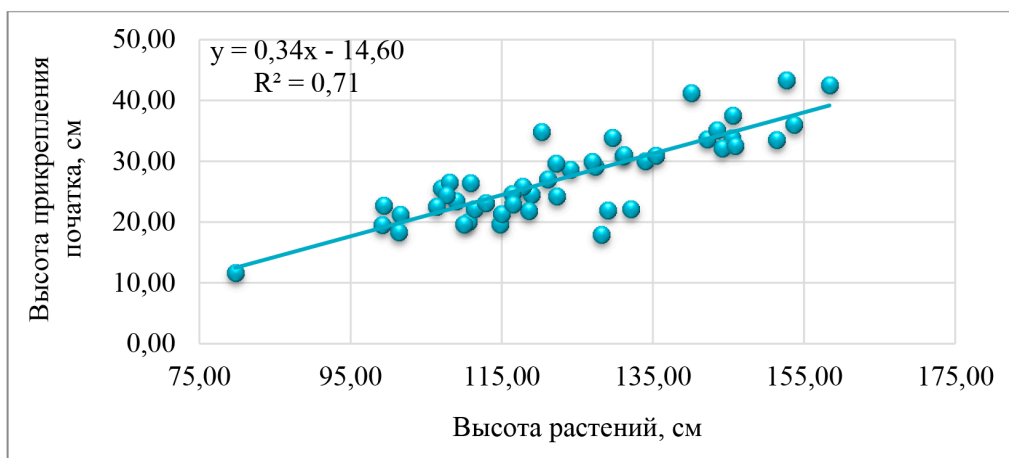


Рис. 3. График линейной корреляции высоты прикрепления початка и высоты растений, 2021-2023 гг.

Таблица 3

Результаты двухфакторного анализа коллекционных сортообразцов сахарной кукурузы по фенологическим и морфометрическим признакам, 2021-2023 гг.

Параметр		Всходы – цветение метелки	Всходы – цветение початка	Высота растений	Высота прикрепления початка
Фактор А	F _{факт.}	136,062*	521,13*	40,40*	54,16*
	HCP ₀₅	0,94	0,60	6,11	3,05
Фактор В	F _{факт.}	4451,27*	13963,58*	1317,58*	870,36*
	HCP ₀₅	0,24	0,15	1,52	0,76
Фактор АВ	F _{факт.}	15,46*	63,48*	16,62*	13,27*
	HCP ₀₅	1,63	1,05	10,57	5,28

Примечание: * – $F_{\text{факт.}} \geq F_{\text{теор.}}$.

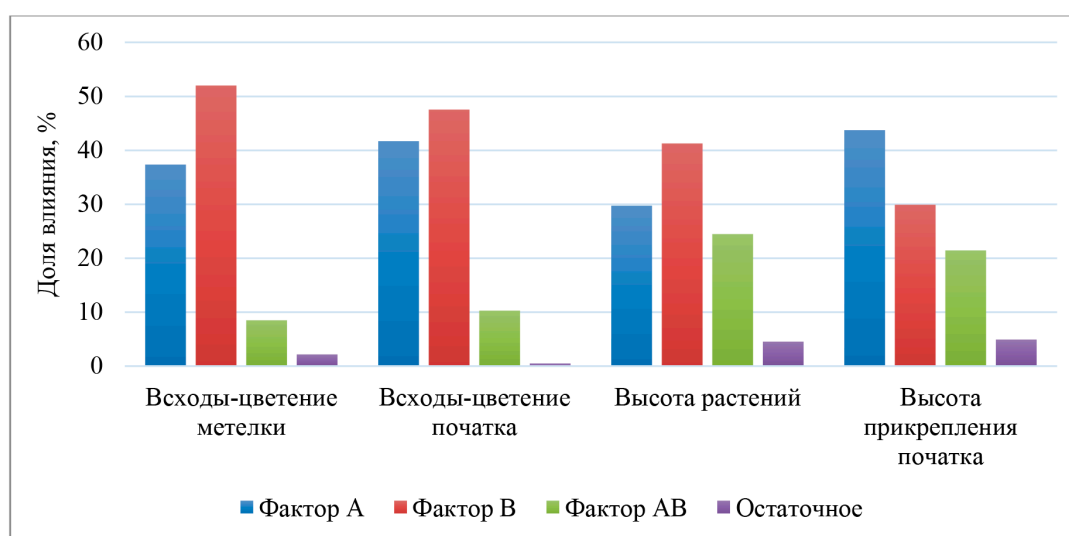


Рис. 4. Влияние факторов генотипа, года, их взаимодействия и остаточного на изменчивость межфазных периодов «всходы – цветение метёлки», «всходы – цветение початка», а также морфометрических признаков «высота растений» и «высота прикрепления початка», 2021-2023 гг.

Было установлено, что наибольший вклад в вариабельность изучаемых признаков, кроме высоты прикрепления початка, внёс фактор окружающей среды (рис. 4). При этом на изменчивость межфазного периода «всходы – цветение метелки» его воздействие составило 52%, «всходы – цветение початка» – 47,54%, изменчивость высоты растений – 41,27%, а высоты прикрепления початка – 29,91%.

Фактором генотипа в наибольшей степени определялась вариабельность высоты прикрепления початка – 43,73%, а в наименьшей – высоты растений – 29,73%, а также периодов: от всходов до цветения метелки – 37,35%, до цветения початка – 41,69%.

Доля влияния взаимодействия генотипа и окружающей среды на изменчивость

признаков не превысила 25% и составила: «всходы – цветение метелки» – 8,49%, «всходы – цветение початка» – 10,28%, высота растений и прикрепления початка – 24,47 и 21,44% соответственно.

Наименьший вклад оказал неучтенный фактор (остаточное), а его максимальное влияние отметили у признака «высота прикрепления початка».

При изучении литературных источников было отмечено, что на изменчивость периодов от всходов до цветения метелки и початка фактор года не оказывал влияния и был незначим. По результатам нашего опыта было установлено, что эти признаки варьируют под воздействием фактора года и сорта, а их взаимодействие вносит существенный вклад в дисперсию.

Таблица 4

Множественные сравнения частных средних по фактору В, 2021-2023 гг.

Признак	Среднее по годам		
Всходы – цветение метелки	47,79a	48,65b	57,95c
Всходы – цветение початка	53,57a	53,40a	64,58b
Высота растений	141,11b	164,94c	125,36a
Высота прикрепления початка	35,56b	43,98c	27,82a

Примечания: варианты, сопровождаемые разными латинскими буквами, различаются по критерию Дункана.

Сравнение частных средних для фактора года по критерию Дункана также позволило выявить значимые различия (табл. 4).

Заключение

По признаку «всходы – цветение метелки» выявили слабую изменчивость сортообразцов сахарной кукурузы, а по продолжительности периода до цветения початка – среднюю изменчивость в 2021 и 2022 гг. и соответственно слабую – в 2023 г. Тем не менее эти признаки значимо варьировали по годам, под влиянием окружающей среды. Выявили среднюю вариабельность высоты растений и соответственно высокую в параметре высоты прикрепления початка.

В результате расчетов двухфакторного опыта было установлено, что на изменчивость изучаемых признаков, кроме высоты прикрепления початка, наиболее значимое воздействие оказывал фактор года. Выявили, что наибольшее влияние на варьирование высоты прикрепления початка оказывает фактор генотипа. Также было отмечено, что этот признак сильно коррелирует с общей высотой растений ($r = 0,84$), поэтому его селекцию следует вести с учетом этих особенностей.

Выявлены генотипы, наименее подверженные условиям окружающей среды по фенологическим признакам: Алина, к-4593, Цукерка, Забава, РССК 87-5, а также морфометрическим: по высоте растений – к-3151, к-5811, Алина, к-295, к-4472, к-4456; по высоте прикрепления початка – к-4840, к-5811, к-295.

Список литературы

1. Гончаренко А.А. Об экологической пластичности и стабильности урожайности сортов зерновых культур // Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях: материалы Всерос. научно-практ. конф. Орел, 2005. С. 46-56.
2. Клочков А.В., Соломко О.Б., Клочкова О.С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник БГСХА. 2019. № 2. С. 101-105.

3. Титов В.Н., Бочкарева Ю.В., Болотова О.И. Урожайность гибридного материала кукурузы // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 5 (119). С. 86-89. DOI: 10.23670/IRJ.2022.119.5.015.

4. Панфилова О.Н., Чугунова Ю.А., Панфилова О.Н., Авилова Е.В. Кукуруза на зерно на богаре и орошении в Волгоградской области // Кукуруза и сорго. 2021. № 2. С. 12-16.

5. Шогенов Ю.М., Шибзухов З.-Г.С., Уянаева З.Э. Влияние уровня минерального питания на урожайность гибридов кукурузы в условиях КБР // Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития: материалы международной научно-практической конференции. Самара: НИЦ «Поволжская научная корпорация», 2017. С. 194-197.

6. Ezaov A., Shibuskhov Z.-G., Beslaneev B. et al. Prospects and technology of cultivation of organic vegetable production on open ground in southern Russia conditions // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 222. DOI: 10.1051/e3sconf/202022202003.

7. 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. DOI: 10.28983/asj.y2022i4pp13-17.

8. Сидельникова Н.А., Смирнова В.В. Влияние различных условий выращивания на формирование ассимиляционной поверхности кукурузы // Успехи современного естествознания. 2018. № 12-2. С. 310-314.

9. Бойко В.Н., Хатевов Э.Б. Исходный материал для гибридной селекции кукурузы на многопочатковость из коллекции ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182 (4). С. 27-35.

10. Чилашвили И.М. Оценка нового исходного материала для селекции ранних и среднеранних гибридов кукурузы. Краснодар, 2016. 151 с.

11. Ильин В.С., Гетц Г.В., Губин С.В., Логинова А.М. Изучение корреляционных связей между основными хозяйственно полезными признаками у инбредных линий кукурузы омской селекции // Успехи современного естествознания. 2016. № 11-1. С. 43-48.

12. Гусева С.А., Башинская О.С., Носко О.С., Бычкова В.В., Ерохина А.В. Использование биометрических методов для оценки модельной популяции сахарной кукурузы // Journal of Agriculture and Environment. 2022. № 8 (28). DOI: 10.23649/jae.2022.28.8.006.

13. Гуляничкин А.В., Варламова И.Н., Варламов Д.В. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы // Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Белгород, 2016. С. 265–271.

14. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. председателя Госкомиссии по испытанию с.-х. культур при МСХ СССР, доктора с.-х. наук М.А.Федина. М.: 1983, Вып. 3.

15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.