

## ОЦЕНКА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ РОСНИИСК «РОССОРГО»

**СТАРЧАК Виктория Игоревна**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

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

**ЖУК Екатерина Александровна**, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»

**БЫЧКОВА Вера Валерьевна**, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»

*В современных условиях необходимость возделывания зернового сорго в регионах с недостаточным увлажнением определяется его высокой урожайностью и качеством зерна. Для практической селекции с целью оценки корреляционных взаимосвязей 19 морфофизиологических признаков в модельную популяцию включили 15 сортов и 2 перспективные линии зернового сорго, созданных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Биохимический состав зерна объектов исследований представлен графически.*

*Выявлена различная степень варьирования признаков зернового сорго: очень сильная ( $V > 40,0\%$ ) – продуктивная кустистость, число зерен с 1 метелки; сильная ( $20,0\% < V < 40,0\%$ ) – ширина метелки, выдвинутость ножки метелки, толщина верхнего междоузлия, площадь флагового листа, площадь наибольшего листа, масса зерна с 1 метелки; слабая ( $V < 10,0\%$ ) – высота растений через 30 сут., высота растений при созревании. К группе со средней степенью варьирования ( $10,0\% < V < 20,0\%$ ) относятся все другие признаки, измеряемые в опыте. Факторный анализ использовали с целью оптимизации, интерпретации рассчитанной матрицы коэффициентов корреляции. При анализе матрицы коэффициентов корреляции рассчитаны гипотетические факторы с вкладом более 5% в накапливаемую дисперсию. Первый гипотетический фактор определяется высокими эффектами морфофизиологических признаков. Второй фактор в большей мере обусловлен вкладом высоты растений через 30 сут. после появления всходов и выдвинутостью ножки метелки. Высота растений при созревании, масса 1000 зерен дают наибольший вклад в третий фактор. В накапливаемую дисперсию четвертого фактора наибольший вклад вносит ширина метелки. Пятый фактор определяется эффектами высоты растений в начале и конце вегетации, а также суммарным вкладом всех изучаемых признаков.*

**Введение.** В регионах с недостаточным увлажнением целесообразность выращивания сортов и гибридов зернового сорго определяется урожайностью и качеством его продукции [9, 11, 14]. Урожайность сорго зависит от генотипических особенностей сортов и гибридов и уровня агротехники, а также почвенно-климатических условий микрзоны выращивания [12, 13].

Поскольку зерновое сорго превосходит многие полевые культуры по засухоустойчивости и жаростойкости, оно является важной страховой культурой на случай возникновения засухи в летний период и чаще всего имеет преимущество при использовании в качестве пожнивной или поукосной культуры [10]. Некоторые исследователи отмечают мелиорирующую роль зернового сорго при посеве на засоленных почвах [1, 2].

Изучение биохимических показателей, характеризующих качество зерна сорго, является необходимым условием эффективной селекционной работы. Выявлено, что биохимический состав зерна зависит от многих факторов: генотипа, погодных и экологических условий, числа растений на единицу площади, уровня технологий, включа-

ющий и интегрированную систему защиты растений от болезней и вредителей [15, 16].

Цель исследований – определение корреляционных взаимосвязей морфофизиологических признаков модельной популяции зернового сорго.

**Методика исследований.** Объектом исследований являлись модельная популяция зернового сорго, состоящая из сортов и сортообразцов, созданных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» и включенных или переданных в Госсорткомиссию (РСК Оникс) в реестр охраняемых и селекционных достижений [3]. Посев проводили на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2015–2017 гг. широкорядным способом с междурядьем 70 см. Общая площадь делянки составила 7,7 м<sup>2</sup>, а уборочная – 7,0 м<sup>2</sup>. Общая площадь опыта составила 392,7 м<sup>2</sup> с защитными полосами 510,5 м<sup>2</sup>. Повторность – трехкратная. Размещение делянок рендомизированное.

Технология возделывания включает следующие агротехнологические мероприятия. Предшественник – чистый пар. Весной проводили боронование и 2 культивации. Посев осуществляли селекционной кассетной сеялкой СКС-6-10. Уход



за посевами включал две междурядные обработ- ки культиватором.

В фазу 3–4 листьев вручную корректирова- ли число растений (110 тыс. раст./га). Уборку урожая проводили вручную. Учеты и наблюде- ния – согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ и международного клас- сификатора СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* [17]. Статистическая обработ- ка результатов исследований выполнена с помо- щью программы «AGROS 2.09».

Биохимический состав зерна оценива- ли в лаборатории биохимии и биотехнологии ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по следующим методикам: протеин по Кьельдалю (прибор KjelttecSystem 2100)[4], «сырой» жир по методу Сосклета [5], золу методом сухого озоления [6], «сырую» клетчатку по ГОСТ 13496.2-91 [7], крах- мал по ГОСТ 10845-98 [8], БЭВ рассчитывали по общепринятой формуле Венде.

Опытное поле института ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» расположено в южной правобереж- ной микроне Саратовской области. Почва представлена южным черноземом, слабовыще- лоченным, среднесуглинистым по механическо- му составу. Содержание в слое 0–40 см гумуса в этих черноземах составляет 3,5–4,2 %, обменная способность – 17–31 мг-экв. на 100 г почвы. Ко- личество доступных форм питательных веществ варьирует в широких пределах. Содержание гид- ролизируемого азота составляет 10 мг, фосфора – 7,2 мг, обменного калия – 21 мг, кальция – 8 мг на 100 г почвы. Гидротермический коэффициент в годы исследования составил в 2015 г. – 0,41, 2016 г. – 0,64; 2017 г. – 0,71.

**Результаты исследований.** По изучаемым признакам в опыте установлено значительное варьирование хозяйственно-ценных признаков в годы исследований (табл. 1,2). Интервалы значе- ний по признакам составляли: высота растений через 30 дней от 43,9 до 65,8 см; высота растений при созревании от 101,5 до 143,0 см; длина фла- гового листа от 18,0 до 34,2 см; ширина флагово- го листа от 2,20 до 4,80 см; длина наибольшего листа от 32,2 до 52,7 см; ширина наибольшего листа от 3,37 до 6,07 см; площадь флагового ли- ста от 38,3 до 102,0 см<sup>2</sup>; площадь наибольшего листа от 80,9 до 217,2 см<sup>2</sup>; общая кустистость от 1,23 до 2,09; продуктивная кустистость от 1,27 до 4,20; толщина верхнего междоузлия от 0,39 до 1,03 см; толщина нижнего междоузлия от 0,74 до 1,76 см; выдвинутость ножки метелки от 0,7 до 30,0 см; длина метелки от 9,9 до 28,8 см; ширина метелки от 4,9 до 16,5 см; масса зерна с 1 зерна метелки от 5,2 до 33,7 г; число зерен с 1 метелки от 195 до 1329 шт.; масса 1000 зерен от 19,3 до 37,9 г; урожайность зерна от 3,18 до 5,57 т/га.

В модельной популяции зернового сорго вы- явлена различная степень варьирования призна- ков: очень сильная ( $V > 40,0\%$ ) – продуктивная кустистость, число зерен с 1 метелки; сильная ( $20,0\% < V < 40,0\%$ ) – ширина метелки, вы-

двинутость ножки метелки, толщина верхнего междоузлия, площадь флагового листа, площадь наибольшего листа, масса зерна с 1 метелки; сла- бая ( $V < 10,0\%$ ) – высота растений через 30 сут., высота растений при созревании (табл. 1, 2, 3). В группу со средней степенью варьирования ( $10,0\% < V < 20,0\%$ ) относили все другие при- знаки, измеряемые в опыте.

Значимую корреляционную связь ( $r \geq 0,482$ ) урожайности зерна сорго выявили со следую- щими признаками: а) положительная – дли- на метелки, длина наибольшего листа, ширина наибольшего листа, толщина верхнего междо- узлия, толщина нижнего междоузлия, площадь флагового листа, площадь наибольшего листа, число зерен с 1 метелки, масса зерна с 1 метелки; б) отрицательная – общая кустистость, продук- тивная кустистость.

Выявили существенные коэффициенты кор- реляция числа зерен с метелки и следующих признаков: длина и ширина наибольшего ли- ста, толщина верхнего и нижнего междоузлий, площадь флагового листа. Число зерен отри- цательно коррелирует с выдвинутостью ножки метелки, общей и продуктивной кустистостью. Не установили корреляционной связи массы 1000 зерен с рассматриваемыми вегетативными и генеративными признаками зернового сорго. Следует отметить, что коэффициент корреляции массы 1000 зерен и числа зерен с 1 метелки отра- жает определенные их конкурентные отношения ( $r = -0,481$ ). С целью системного обсуждения рас- считанной матрицы коэффициентов корреля- ции (всего 171) использовали факторный анализ (табл. 3).

Оценку качественного состава основной про- дукции провели с целью определения питатель- ной ценности зерна сорго (см. рисунок).

Размах варьирования показателей качества выявили в следующих пределах: протеин 9,65– 13,09 %, жир 3,10–4,81 %, зола 1,37– 1,89 %, клет- чатка 1,68–2,97 %, БЭВ 77,99–84,32 %, крахмал 72,52–77,29 %. Однако существенные различия обнаружены только по содержанию клетчатки. По другим показателям, определяющим биохимичес- кий состав зерна сорго, достоверных различий не обнаружено на 5%-м уровне значимости.

**Заключение.** Проведенный анализ морфо- физиологических признаков и биохимических показателей качества зерна позволяет сделать вывод о том, что исследуемые сорта зернового сорго, допущенные к использованию, отличаются сравнительно высокой урожайностью (более 5,0 т/га) и качеством зерна. Выявлены значимые положительные коэффициенты корреляции уро- жайности зерна сорго с длиной метелки, длиной и шириной наибольшего листа, толщиной верхне- го и нижнего междоузлия, площадью флагового и наибольшего листа, числом зерен с 1 метелки и массы зерна с 1 метелки. Общая и продуктивная кустистость, толщина верхнего и нижнего меж- доузлия, параметры наибольшего листа вносят



Средние значения вегетативных признаков зернового сорго, 2015–2017 гг.

Сорт / сортообразец	Высота растений, см		Параметры флагового листа, см		Параметры наибольшего листа, см		Площадь листа, см <sup>2</sup>		Кустистость, шт.		Толщина междоузлия, см		Выдвигнутость ножек метелки, см
	через 30 сут. после всходов	при созревании	длина	ширина	длина	ширина	флагового листа	наибольшего листа	общая	продуктивная	верхнего	нижнего	
Перспективный 1	65,8	109,4	18,8	2,75	32,2	3,37	38,6	80,9	2,09	4,20	0,39	0,74	12,3
Меркурий	44,7	119,4	22,8	3,75	38,7	4,23	63,8	122,1	1,52	1,53	0,56	1,09	18,3
Огонек	45,2	101,5	29,1	3,25	36,5	3,73	70,6	101,6	1,74	2,27	0,55	1,06	20,9
Кремовое	56,2	127,8	18,0	2,85	43,8	4,77	38,3	155,9	1,56	1,70	0,54	1,48	17,9
Старт	50,6	107,8	27,6	3,50	36,3	4,70	72,1	127,3	1,47	1,80	0,61	1,12	30,0
РСК Оникс	50,7	129,1	29,6	3,90	48,9	4,47	86,1	163,1	1,37	1,37	0,56	1,04	28,5
Восторг	51,2	118,9	27,5	4,30	41,5	5,30	88,2	164,1	1,28	1,43	0,61	1,18	20,3
Гранат	43,9	109,1	25,7	3,80	49,5	5,43	72,8	200,5	1,32	1,40	0,66	1,58	16,3
Камелик	53,6	110,0	28,4	4,80	45,0	6,07	101,7	203,8	1,41	1,47	1,03	1,76	0,7
Волжское 4	45,5	143,0	26,8	3,70	51,1	4,70	79,9	179,2	1,49	1,53	0,67	1,29	19,0
Волжское 44	51,7	136,2	34,2	4,00	52,7	5,27	102,0	207,2	1,23	1,47	0,73	1,40	17,3
Волжское 615	48,7	116,4	27,0	4,05	48,5	4,80	81,6	173,7	1,47	1,30	0,64	1,31	18,7
Пищевое 35	45,3	104,5	22,9	4,05	43,2	4,60	69,2	148,2	1,46	1,43	0,59	1,31	20,2
Сармат	53,9	131,4	20,8	3,15	35,6	4,27	48,9	113,4	1,83	1,83	0,70	1,47	25,7
Аванс	53,0	125,9	23,7	3,45	46,1	5,33	61,0	183,3	1,32	1,33	0,85	1,64	12,3
Факел	48,1	131,0	26,9	2,20	47,9	4,87	44,1	174,0	1,31	1,30	0,64	1,39	15,9
Магистр	48,2	116,1	25,6	3,55	49,1	5,93	67,8	217,2	1,30	1,27	0,72	1,61	14,0
F <sub>факт.</sub>	2,18*	6,08*	2,54*	2,48*	2,65*	2,65*	2,91*	2,65*	2,54*	2,36*	3,09*	2,46*	18,77*
НСР <sub>0,05</sub>	10,49	13,92	5,37	1,12	10,83	10,83	10,73	65,31	0,48	1,29	0,23	0,48	4,44

Примечание: \* – степень достоверности на 0,05%-м уровне значимости; здесь и далее.

## Средние значения генеративных признаков сортообразцов зернового сорго, 2015–2017 гг.

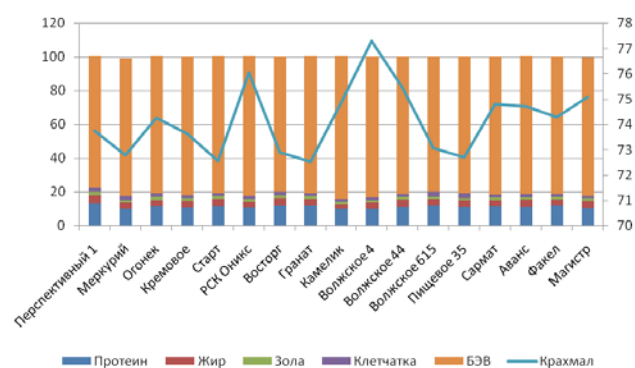
Сорт / сортообразец	Длина метелки, см	Ширина метелки, см	Масса зерна с 1 метелки, г	Число зерен с 1 метелки, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность зерна, т/га
Перспективный 1	9,9	4,9	5,2	195	27,2	3,18
Меркурий	24,0	12,6	11,5	602	19,3	4,83
Огонек	21,2	10,4	12,6	458	28,7	4,23
Кремовое	22,1	14,6	15,9	614	28,2	4,53
Старт	19,4	9,4	11,7	432	28,8	4,46
РСК Оникс	21,7	8,1	16,0	564	28,6	5,57
Восторг	19,4	8,0	17,8	597	31,2	4,34
Гранат	20,3	6,4	17,9	527	33,6	4,74
Камелик	21,9	9,2	21,2	1323	20,2	5,38
Волжское 4	24,2	8,1	22,4	817	27,5	4,83
Волжское 44	28,8	16,5	19,4	832	23,9	5,21
Волжское 615	26,6	13,9	17,3	626	29,5	4,25
Пищевое 35	24,1	13,0	20,9	837	25,9	4,31
Сармат	15,1	7,7	16,0	430	37,9	4,83
Аванс	25,2	9,6	23,3	639	36,8	5,53
Факел	23,1	11,6	23,0	869	27,9	5,07
Магистр	19,4	10,1	33,7	1329	25,4	5,34
F <sub>факт</sub>	6,54*	3,14*	3,96*	3,03*	3,35*	2,51*
НСР <sub>0,05</sub>	4,89	4,97	9,00	449,83	7,65	0,83

Таблица 3

## Факторные нагрузки модельной популяции зернового сорго, 2015–2017 гг.

Признак	Фактор				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Высота растений через 30 сут.	-0,446	0,542	-0,142	-0,068	-0,516
Высота растений при созревании	0,298	-0,202	-0,619	-0,258	-0,570
Длина метелки	0,743	-0,450	0,089	-0,335	-0,025
Ширина метелки	0,402	-0,340	0,141	-0,717	0,004
Длина флагового листа	0,561	-0,451	0,334	0,293	-0,320
Ширина флагового листа	0,556	-0,021	0,504	0,454	-0,092
Длина наибольшего листа	0,834	-0,157	-0,161	-0,091	-0,144
Ширина наибольшего листа	0,867	0,336	-0,035	0,150	0,060
Выдвинутость ножки метелки	-0,318	-0,780	-0,281	0,207	0,102
Толщина верхнего междоузлия	0,832	0,436	0,082	0,041	-0,037
Толщина нижнего междоузлия	0,809	0,413	-0,195	-0,068	0,243
Площадь флагового листа	0,737	-0,173	0,438	0,319	-0,311
Площадь наибольшего листа	0,701	0,080	-0,480	0,186	-0,234
Общая кустистость	-0,820	0,220	0,051	-0,094	-0,285
Продуктивная кустистость	-0,861	0,302	0,208	-0,010	-0,254
Число зерен с 1 метелки	0,807	0,353	0,209	-0,192	0,056
Масса зерна с 1 метелки	0,801	0,213	-0,231	-0,074	0,217
Масса 1000 зерен	-0,189	-0,029	-0,766	0,443	0,163
Урожайность зерна	0,796	-0,026	-0,257	0,055	-0,162
Дисперсия	8,926	2,311	2,165	1,456	1,198
Дисперсия, %	46,979	12,164	11,393	7,661	6,305
Накопленная дисперсия, %	46,979	59,142	70,535	78,196	84,501

Примечание: Z1...Z5 – гипотетический фактор.



Биохимический состав зерна зернового сорго, 2015–2017 гг.

наибольший вклад в накапливаемую дисперсию основного гипотетического фактора. Значимые существенные различия по биохимическим показателям установлены только по содержанию клетчатки. Не установлено существенных различий по содержанию протеина, золы, жира и БЭВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабушев А.В., Анипенко Л.Н., Гурский Н.Г. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2003. – 368 с.







2. Гасанов Г.Н., Мусаев М.Р., Мамалаева А.О. Сорго не боящееся соли//Кукуруза и сорго.– 2007. – №4. – С. 22–23.

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. В 2-х т. Т. 1. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 516 с.

4. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 10 с.

5. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – М.: Издательство стандартов, 1998. – 11 с.

6. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – М., 1996. – 8 с.

7. ГОСТ 13496.2-91. Корма, Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 9 с.

8. ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. – М.: Межгосударственный стандарт, 1998. – 9 с.

9. Гратилю А.Д. Сорго сахарное в Южной степи Украины // Кормопроизводство.–2013. – №3. – С. 30–31.

10. Дронов А.В., Бельченко С.А., Андрияшин Е.Н. Совершенствование технологии возделывания сорговых культур// Агротехнический вестник.– 2015.–№5.–С. 22–24.

11. Жужукин В.И., Семин Д.С. Зерновое сорго в Поволжье// Земледелие. –2013. – №5. – С. 29–30.

12. Заварзин А.И., Царе, А.П. Сорго.– Саратов: Приволжское книжное издательство, 1989.– 56 с.

13. Кадралиев Д.С., Григоренков, Е.Н. Ресурсосберегающая технология возделывания сорго в Астраханской области//Кормопроизводство. – 2009. – №12.– С. 17–20.

14. Особенности технологии возделывания и использования сорговых культур в районах недостаточного увлажнения Юго-Востока и юга Российской Фе-

дерации: рекомендации /А.Г. Ишин [и др.]. – Саратов, 2008. – 54 с.

15. Царе, А.П., Морозов Е.В. Агробиологические основы выращивания и использования сорговых культур в Поволжье/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – 244 с.

16. Шенел, Н.А. Сорго.– Волгоград, 1994.– 448 с.

17. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. ВНИИР им. Н.И. Вавилова (ВИР). Рекомендации / Е.С. Якушевский [и др.]–Ленинград, 1982. –34 с.

**Старчак Виктория Игоревна**, аспирант кафедры «Растениеводство, селекция и генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**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) 23-32-92.

**Жук Екатерина Александровна**, канд. с.-х. наук, и.о. заместителя директора по научной работе и международному сотрудничеству, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго». Россия.

**Бычкова Вера Валерьевна**, и.о. ученого секретаря, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго». Россия.

410050, г.Саратов, 1-й институтский пр-д, 4.

Тел.: 8(8452) 79-49-69.

**Ключевые слова:** сорго; фактор; анализ; высота растений; масса 1000 зерен; продуктивность; урожайность; число зерен; длина; ширина; лист.

#### ASSESSMENT OF THE CORRELATION OF INTERRELATIONS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GRAIN SORGHUM

**Starchak Victoria Igorevna**, *Ppost-graduate Student of the chair "Crop Production, Selection and Genetics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.*

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

**Zhuk Ekaterina Aleksandrovna**, *Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.*

**Bychkova Vera Valeryevna**, *All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.*

**Keywords:** *sorghum; factor; analysis; plant height; weight of 1000 grains; productivity; yield; number of grains; length; width; leaf.*

*In modern conditions, the need for cultivation of grain sorghum in regions with insufficient moisture is determined by its high yield and grain quality. For practical breeding, with the objective of assessing linkages 19 morphological and physiological traits model of the population including 15 varieties and 2 promising lines of grain sorghum that is created in the Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Maize. The biochemical composition of the grain of the objects of research is presented graphically.*

*A different degree of variation in the characteristics of grain sorghum was revealed: very strong ( $V > 40,0\%$ ) - productive bushiness, number of grains from 1 panicle; strong ( $20,0\% < V < 40,0\%$ ) - the width of the panicle, the extension of the panicle leg, the thickness of the upper internode, the area of the flag leaf, the area of the fourth on top of the leaf, the mass of the grain from 1 panicle; weak ( $V < 10,0\%$ ) - the height of the plants after 30 days, the height of the plants during maturation. The group with an average degree of variation ( $10,0\% < V < 20,0\%$ ) includes all other signs measured in the experiment. Factor analysis was used to optimize, interpret the calculated matrix of correlation coefficients. In the analysis of the correlation coefficient matrix, hypothetical factors with a contribution of more than 5% to the accumulated variance are calculated. The first hypothetical factor is determined by the high effects of morphophysiological features. The second factor is largely due to the contribution of plant height 30 days after germination and the extension of the panicle legs. Plant height at maturity, weight of 1000 grains make the greatest contribution to the third factor. The width of the panicle makes the greatest contribution to the accumulated dispersion of the fourth factor. The fifth factor is determined by the effects of plant height at the beginning and end of vegetation, as well as the total contribution of all studied features.*