

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 05.04.2021)

При создании новых сортов особое внимание уделяют взаимосвязи признаков, для выявления которых применяют статистические методы, в частности метод корреляционного анализа. Анализ и использование взаимосвязей способствуют выявлению ценного исходного материала на разных этапах онтогенеза и проведению его предварительного отбора для адресной селекции на основе оценки сопряженных селекционно-значимых признаков.

Целью наших исследований являлось определение корреляционной связи между основными фенотипическими признаками у сортообразцов чеснока озимого.

В статье представлены результаты изучения коллекционных сортообразцов чеснока озимого по комплексу хозяйственно полезных признаков в 2018–2020 гг., которые проводились на опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО БГСХА. Дана сравнительная оценка сортообразцов чеснока озимого по урожайности, массе луковицы, количеству зубков в луковице и массе зубка. Определены биометрические показатели по высоте и диаметру луковицы. Дан сравнительный анализ сортообразцов по высоте растений, количеству, длине и ширине листьев.

Выявлены корреляционные связи между основными хозяйственно полезными признаками у сортообразцов чеснока озимого, что позволило выделить ценные формы по косвенным признакам, способствующие ускорению селекционного процесса в поиске исходного материала.

Выявлена корреляционная зависимость между признаками цветоносных стрелок и морфологическими признаками сортообразцов чеснока озимого.

В результате корреляционного анализа установлена сильная зависимость между урожайностью и массой луковицы ($r=0,999$), урожайностью и массой зубка ($r=0,812$), массой луковицы и массой зубка ($r=0,811$), высотой луковицы и диаметром луковицы ($r=0,844$), высотой растения и длиной листа ($r=0,837$).

Ключевые слова: чеснок озимый, сорт, образец, урожайность, коэффициент корреляции, признак, луковица.

When creating new varieties, special attention is paid to the relationship of characters, for the identification of which statistical methods are used, in particular, the method of correlation analysis. The analysis and use of relationships contribute to the identification of valuable source material at different stages of ontogenesis and its preliminary selection for targeted selection based on the assessment of associated selection-significant traits.

The purpose of our research was to determine the correlation between the main phenotypic traits in winter garlic varieties.

The article presents results of the study of collection varieties of winter garlic according to a complex of economically useful traits in 2018–2020, which were carried out on the experimental field of the Department of Horticulture at Belarusian State Agricultural Academy. A comparative assessment of varieties of winter garlic in terms of yield, weight of bulbs, number of cloves in a bulb and weight of a clove is given. Biometric indicators for the height and diameter of the bulb have been determined. A comparative analysis of variety samples according to plant height, number, length and width of leaves is given.

Correlation relationships between the main economically useful traits in varieties of winter garlic were revealed, which made it possible to identify valuable forms by indirect signs that accelerate the selection process in the search for source material.

The correlation dependence between the traits of flowering shoots and morphological traits of varieties of winter garlic was revealed.

As a result of the correlation analysis, a strong relationship was established between the yield and the weight of the bulb ($r = 0.999$), the yield and the weight of the clove ($r = 0.812$), the weight of the bulb and the weight of the clove ($r = 0.811$), the height of the bulb and the diameter of the bulb ($r = 0.844$), plant height and leaf length ($r = 0.837$).

Key words: winter garlic, variety, sample, yield, correlation coefficient, sign, bulb.

Производство чеснока является важной составляющей в овощеводстве Республики Беларусь. Культура является одной из ценных и востребованных луковых культур, возделываемых во всех регионах Беларуси.

Все встречающиеся и возделываемые формы культурного чеснока подразделяют на два подвида: стрелкующийся или стеблеобразующий чеснок и обыкновенный или нестрелкующийся чеснок.

В основу классификации чеснока (*Allium sativum* L.) при делении его на подвиды – стрелкующийся и нестрелкующийся – положен признак наличия или отсутствия стрелки [5]. Кузнецов А. В. отмечает, что деление чеснока на подвиды – это условно, так как при этом учитывалось влияние эколого-географических факторов [10].

В. А. Комиссаров полагает, что все чесноки по своей природе стрелкующиеся и обладают способностью формировать генеративные органы. Для восстановления способности чеснока стрелковаться

В. А. Комиссаров рекомендует систематически выращивать нестрелкующий чеснок в подзимней посадке, выбраковывая нестрелкующие растения [8].

Культуру широко возделывают в Китае, Индии, Испании, Южной Корее, США, Японии, Германии, Франции, Великобритании. Одно из ведущих мест в мире по производству чеснока занимает Китай. Ежегодный объем производства составляет около 20,8 тыс. тонн.

Высокая конкуренция чеснока на мировом рынке требует создания и внедрения в производство новых сортов с комплексом хозяйственно ценных признаков.

При создании новых сортов необходимо принимать во внимание взаимосвязь признаков, для выявления которых применяют статистические методы, в частности метод корреляционного анализа [4]. Использование установленных взаимосвязей способствуют выявлению ценного исходного материала, что позволяет на разных этапах онтогенеза проводить его предварительный отбор для адресной селекции на основе оценки сопряженных селекционно-значимых признаков, более простых и доступных для анализа [3, 14].

Значения корреляции могут изменяться в процессе онтогенеза и в значительной степени определяться условиями выращивания растений [9]. Поэтому важно выявление и использование в работе именно тех взаимосвязей между признаками, которые наиболее четко выражены и стабильно проявляются в разные годы.

Изучение корреляционной зависимости между признаками, дает возможность проводить первичную оценку сортообразцов и более объективно выявлять формы с высокими значениями хозяйственно ценных признаков, а их комплексная оценка способствует выделению лучшего исходного материала для дальнейшей селекции.

Отмечено, что большое значение в работе по созданию новых сортов имеет изучение связи урожайности с ее основными составляющими элементами. Наличие взаимосвязей определенного характера уточняет значимость каждого из признаков.

Целью наших исследований являлось определение корреляционной связи между основными фенотипическими признаками у сортообразцов чеснока озимого.

Исходным материалом являлись сорта и образцы чеснока озимого, отобранные из различных районов Беларуси и сорта, включенные в Государственный реестр.

Исследования проводились в 2018–2020 гг. на опытном поле кафедры плодовоовощеводства. Участок характеризовался следующими агрохимическими показателями: 2018 г.: рН – 6,6, P₂O₅ – 339,1 мг/кг, K₂O – 296,0 мг/кг; 2019 г.: рН – 6,57, P₂O₅ – 483,6 мг/кг, K₂O – 375,0 мг/кг; в 2020 г.: рН – 6,6, P₂O₅ – 573,5 мг/кг; K₂O – 294,0 мг/кг.

Климатические условия в годы проведения исследований отличались по температурным показателям воздуха, количеству атмосферных осадков, как по годам исследований, так и от средних многолетних данных, что позволило объективно оценить исходный материал.

Опыт был заложен в трехкратной повторности по схеме 50+20*8 см. Учеты и измерения проводились согласно Методическим указаниям по селекции луковых культур [12].

Статистическая обработка результатов по выявлению корреляционной связи проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 13.

В наших исследованиях изучались коэффициенты корреляции между основными фенотипическими признаками у чеснока озимого. Полученные данные свидетельствуют о том, что урожайность чеснока озимого (таблица 1) не связана с количеством зубков в луковице ($r = -0,075$). Выявлено, что у образцов с более высокой урожайностью наблюдается меньшее количество зубков в луковице.

Между признаками «масса луковицы» и «количество зубков в луковице» отмечена отрицательная корреляционную связь ($r = -0,076$). Установлена высокая зависимость между массой луковицы и массой зубка ($r = 0,811$), высотой ($r = 0,755$) и диаметром луковицы ($r = 0,760$).

В своих работах М. Ф. Хайсин указывал отрицательную корреляционную связь между количеством зубков в луковице и массой луковицы у стрелкующихся сортов чеснока озимого. Далее он отмечал тенденцию к формированию меньшего количества зубков при увеличении массы луковицы, что с технологической точки зрения является ценным свойством, но при этом снижается экономическая эффективность семеноводства [15].

В результате исследований установлена тесная связь между признаками «урожайность» и «масса луковицы» – $r = 0,999$, «масса зубка» – $r = 0,812$, формой луковицы (высота и диаметр). Средняя корреляция

ляционная связь наблюдалась между высотой растения, количеством листьев и длиной и шириной листа.

У сортообразцов чеснока между количеством зубков в луковице выявлена слабая корреляционная зависимость с высотой ($r=0,021$) и диаметром ($r=0,032$) луковицы и отрицательная – с массой зубка ($r= -0,466$), высотой растения и количеством листьев, длиной и шириной листа.

Данная зависимость отмечается в исследованиях ряда авторов [1, 6, 7], которые утверждают, что отбор растений с длинными листьями позволит выделить образцы с небольшим количеством крупных зубков, однако при этом коэффициент размножения будет невелик.

В исследованиях С. В. Жарковой установлена корреляционная связь между массой луковицы и длиной листа, однако Н. В. Литвиненко в своей работе выявила взаимосвязь между массой луковицы и шириной листа, а с длиной листа не обнаружена [6, 11].

Таблица 1.

2018–

Признак	Урожайность, т/а	Масса луковицы, г	Количество зубков, шт.	Масса зубка, г	Высота луковицы, см	Диаметр луковицы, см	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см
Масса луковицы, г	0,999	–								
Количество зубков, шт.	-0,075	-0,076	–							
Масса зубка, г	0,812	0,811	-0,466	-						
Высота луковицы, см	0,755	0,755	0,021	0,676	–					
Диаметр луковицы, см	0,760	0,760	0,032	0,672	0,844	–				
Высота растения, см	0,719	0,718	-0,085	0,698	0,681	0,702	–			
Количество листьев, шт.	0,506	0,507	-0,165	0,536	0,643	0,613	0,545	–		
Длина листа, см	0,732	0,733	-0,058	0,636	0,646	0,673	0,837	0,575	–	
Ширина листа, см	0,690	0,690	-0,085	0,661	0,716	0,747	0,745	0,745	0,775	
Высота цветоноса, см	0,435	0,436	-0,144	0,441	0,314	0,416	0,459	0,285	0,504	0,414

Масса зубка находилась в средней взаимосвязи с формой луковицы, высотой растения и количеством листьев, их длиной и шириной.

В исследованиях Э. Д. Жила [7] установлена сильная связь между высотой и диаметром луковицы, длиной листа. По данным И. Г. Берговиной [2], выявлена средняя взаимосвязь между этими признаками. Автором отмечена средняя корреляция диаметра луковицы с массой луковицы, кроме того, отмечается обратная связь между диаметром луковицы и количеством зубков в луковицы, однако положительная с массой зубка. Также была установлена сильная обратная связь количества зубков в луковице с их массой. Данная закономерность была получена и в исследованиях Н. В. Литвиненко [11].

Сильная корреляционная связь отмечена между высотой луковицы и диаметром луковицы ($r=0,844$), урожайностью ($r=0,755$) и массой луковицы ($r=0,755$). Высота и диаметр луковицы имели среднюю корреляционную связь с высотой растения, количеством листьев, длиной и шириной листа.

Наблюдалась сильная связь между высотой растения и длиной листа ($r=0,837$), средняя – между количеством листьев и шириной листа. Длина с шириной листа также находилась в сильной взаимосвязи ($r=0,775$). Между количеством листьев установлена средняя взаимосвязь с длиной и шириной листа.

В исследованиях И. Г. Берговиной выявлена обратная связь между урожайностью, массой луковицы и высотой цветоноса [2].

В наших исследованиях установлена средняя положительная корреляционная связь между высотой цветоноса и признаками: «урожайность» ($r=0,435$), «масса луковицы» ($r=0,436$), «масса зубка» ($r=0,441$), «высота луковицы» ($r=0,314$), «диаметр луковицы» ($r=0,416$), «высота растения» ($r=0,459$), «количество листьев» ($r=0,285$), «длина и ширина листа» ($r=0,504$, $r=0,414$). Между высотой цветоноса и количеством зубков в луковице установлена обратная корреляционная связь ($r= - 0,144$).

Способность чеснока к стрелкованию зависит от климатической зоны и условий выращивания [1]. По результатам исследований М. В. Алексеевой, проявляется закономерность того, что высота цвето-

носа зависит от количества воздушных бульбочек и их массы. Однако в исследованиях В. Г. Сузана такой зависимости выявлено не было [1, 13].

Таблица 2.

Признак	Высота цветоноса, см	Масса соцветия, г	Количество воздушных луковичек, шт.
Высота цветоноса, см	-	-	-
Масса соцветия, г	0,523	-	-
Количество воздушных луковичек, шт.	0,146	0,059	-
Масса 1000 шт. воздушных луковичек	0,251	0,594	- 0,631

Высота цветоносной стрелки – важный сортовой признак, от которого зависит количество и качество воздушных луковичек.

Поскольку посадочным материалом при размножении стрелкующегося чеснока являются зубки и воздушные луковички, а при размножении зубками наблюдается большой расход посадочного материала, то использование в качестве посадочного материала воздушных луковичек является более эффективным способом.

Корреляционный анализ между признаками цветоносных стрелок и морфологическими признаками сортообразцов чеснока озимого (таблица 2) позволил установить среднюю корреляционную связь между массой соцветия и высотой цветоноса ($r=0,523$), массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r=0,594$) и массой соцветия. Отмечена слабая корреляционная связь между высотой цветоноса и массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r=0,251$), количеством воздушных луковичек ($r=0,146$), массой соцветия ($r=0,059$), обратная – между показателями количества воздушных луковичек в соцветии и массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r= - 0,631$).

Полученные корреляционные связи между изученными признаками позволили выделить ценные формы по косвенным признакам, что ускоряет селекционный процесс в поиске исходного материала.

Установлена высокая положительная взаимосвязь между урожайностью и массой луковицы, массой зубка, высотой луковицы, и диаметром луковицы; высотой луковицы и диаметром луковицы; высотой растения и длиной листа; шириной и длиной листа, слабая положительная – между количеством зубков и высотой луковицы ($r = 0,021$), диаметром луковицы ($r = 0,032$). Выявлена отрицательная корреляционная связь между количеством зубков в луковице и урожайностью ($r= - 0,075$), массой луковицы ($r = - 0,076$), массой зубка ($r = -0,466$), высотой растения ($r = - 0,085$), количеством листьев ($r = -0,165$), длиной листа ($r = - 0,058$), шириной листа ($r = - 0,085$), высотой цветоноса ($r = - 0,144$); количеством воздушных луковичек в соцветии и массой 1000 шт. воздушных луковичек ($r= - 0,631$).

По другим изученным фенотипическим признакам отмечалась средняя положительная корреляционная связь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева, М. В. Чеснок / М. В. Алексеева. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 102 с.
2. Берговина, И. Г. Оценка исходного материала озимого чеснока для создания сортов, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков: дис. ... канд. с.-х. наук / И. Г. Берговина. – Горки, 2012, – 150 с.
3. Добруцкая, Е. Г. Экологическая роль сорта в XXI веке / Е. Г. Добруцкая, В. Ф. Пивоваров // Межд. Науч.-практ. конф.: Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке, 2000. – Т. 1. – С. 28–30.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Ершов, И. И. Влияние условий выращивания на морфологические и биологические особенности растений чеснока / И. И. Ершов, Ю. В. Абрахина // Агробиология. – 1965. – № 1. – С. 86–93.
6. Жаркова, С. В. Научное обоснование и усовершенствование методов селекции луковых культур (*Allium cepa* L., *Allium ascalonicum* L., *Allium sativum* L.) для сортов с высокой адаптивностью к условиям Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / С.В. Жаркова; ВНИИССОК. – М., 2009. – 21 с.
7. Жила, Э. Д. Корреляционные отношения между фенотипическими признаками у стрелкующегося чеснока / Э. Д. Жила // Цитология и генетика. – 1981. – Т. 15, № 4. – С. 46–49.
8. Комиссаров, В. А. Проявление хозяйственно-биологических признаков сорта при выращивании чеснока из зубков и однозубок / В. А. Комиссаров // ТСХА. – М., 1986. – 11 с.
9. Краснолобова, О. В. Оценка исходного материала овощных культур для селекции на стабильный уровень накопления химических элементов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук М., 2005, – 26 с.
10. Кузнецов, А. В. Чеснок культурный / А. В. Кузнецов. – М.: Сельхозиздат, 1954. – 118 с.
11. Литвиненко, Н. В. Элементы агротехники крупнозубкового озимого чеснока на среднем Урале: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06 / Н. В. Литвиненко; Тюменская гос. с.-х. акад. – Тюмень, 2007. – 146 с.
12. Методические указания по селекции луковых культур. – М., 1997. – 122 с.
13. Сузан, В. Г. Создание сортов и совершенствование технологии возделывания луковых культур в условиях Северного Урала: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.06 / В. Г. Сузан; Тюменская гос. с.-х. акад. – Тюмень, 2007. – 453 с.
14. Тимин, Н. И. Исследования генетических и цитологических особенностей овощных культур / Н. И. Тимин // Научные труды ВНИИССОК. – 1995. – Т. 1. – С. 91–100.
15. Хайсин, М. Ф. Корреляционные связи между количественными признаками у стрелкующегося чеснока / М. Ф. Хайсин, И. В. Спорш // Селекция и семеноводство. – 1991. – № 3. – С. 16–18.