



КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ У КАПУСТЫ БРОККОЛИ

CORRELATION LINKS BETWEEN SOME ECONOMICALLY VALUABLE SIGNS IN BROCCOLI

Заблоцкая Е.А.* – аспирант лаб. селекции и семеноводства капустных культур
Бондарева Л.Л.** – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур
Сирота С.М. – доктор с.-х. наук, зам. директора

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
143080, Россия, Московская обл.,
Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
*E-mail: stevijaelena@yandex.ru
**E-mail: lyuda_bondareva@mail.ru

*Zablotskaya E.A.
**Bondareva L.L.
Sirota S.M.

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionaya St. 14, VNISSOK, Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia
*E-mail: stevijaelena@yandex.ru
**E-mail: lyuda_bondareva@mail.ru

Изучение корреляционной связи между признаками, информативности показателей позволяет проводить предварительную оценку растений и более объективно выявлять формы с высокими хозяйственно ценными признаками, а их комплексная оценка позволит выделить лучший исходный материал для дальнейшей селекции. В литературных источниках сведения по корреляционным связям у капусты брокколи между урожайностью и ее элементами неодинаковы. Целью нашего исследования был анализ сопряженности различных признаков и выявление значимых корреляционных связей между количественными признаками у гибридов капусты брокколи (42 образца), полученных с использованием линий удвоенных гаплоидов (DH-линий) раннего срока созревания при 2 сроках посадки (весенне-летний и летне-осенний). Исследования проводили в условиях Одинцовского района Московской области в полевом опыте в 2015, 2016 годах. Существенное влияние на рост и развитие оказывали складывающиеся погодные условия в период выращивания. Колебание условий увлажненности и температуры существенно различались в годы исследования и по срокам посадки, что является важным обстоятельством для анализа полученных данных. На основании результатов исследований сделан вывод о том, что величина коэффициента корреляции и сила корреляционной связи между признаками (масса, диаметр, высота головки, высота растения, вегетационный период) различны и зависят от набора испытываемых образцов и условий выращивания. Выявлено значимое стабильное проявление положительной корреляционной связи во все годы исследований и сроки посадки между диаметром и массой головки ($r=0,45-0,96$). Отмечена изменчивость корреляционной связи других хозяйственно ценных признаков между собой.

Ключевые слова: капуста брокколи, DH-технологии, линии удвоенных гаплоидов, корреляции у брокколи.

Для цитирования: Заблоская Е.А., Бондарева Л.Л., Сирота С.М. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ У КАПУСТЫ БРОККОЛИ. Овощи России. 2018;(1):8-11. DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-8-11

The study of the correlation relationship between the signs, the informativeness of the indicators makes it possible to conduct a preliminary assessment of the plants and more objectively to identify forms with high economically valuable characteristics. Their integrated assessment will identify the best source material for further selection. In literary sources, information on the correlation in broccoli between yields and its elements are not the same. The purpose of our study was to analyze the contingency of various traits and to identify significant correlation links between quantitative traits in broccoli hybrids (42 samples). They were obtained using doubled haploid lines (DH-line) of early maturity at 2 planting dates (spring and summer). Studies were conducted in the Odintsovo district of the Moscow region in field experience in 2015, 2016. Significant influence on growth and development was provided by the developing weather conditions during the growing period. The fluctuation of humidification and temperature conditions differed significantly during the years of study and the time of planting, which is an important circumstance for analyzing the data obtained. Based on the results of the research, it was concluded that the value of the correlation coefficient and the strength of the correlation relationship between the characteristics (mass, diameter, head height, plant height, vegetation period) are different and depend on the set of test specimens and growing conditions. A significant stable manifestation of positive correlation was revealed during all the years of research and the time of planting between the diameter and mass of the head ($r = 0.45-0.96$). The variability of the correlation of other economically valuable traits is marked.

Keywords: broccoli, DH-technology, doubled haploid plants, correlations.

For citation: Zablotskaya E.A., Bondareva L.L., Sirota S.M. CORRELATION LINKS BETWEEN SOME ECONOMICALLY VALUABLE SIGNS IN BROCCOLI. Vegetable crops of Russia. 2018;(1):8-11. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-8-11

Введение

Любой признак, как бы незначителен он не был, действует на организм растения в целом, и ни один признак нельзя изменить изолированно от остальной генетической системы [1].

Меняющиеся условия среды оказывают значительное влияние на признаки растений и вызывают вариабельность не только их, но и связей между ними [10]. Выявление корреляционных связей между признаками играет важную роль

в селекции, поскольку селекция на улучшение одного признака обязательно сопровождается изменением других, имеющих продуктивное или адаптивное значение. В последнем случае корреляции между количественными признаками

ми менее выражены у образцов, представляющих высокую ценность при селекции на адаптивность [6]. Знание корреляций позволяет косвенно судить об одних признаках по другим. Вследствие чего оценку трудоемкого хозяйственного признака можно заменить оценкой коррелирующего с ним более простого [2, 3].

Изучение сопряженности между признаками, информативности и диагностической ценности показателей позволит на ранних этапах селекции более объективно выявлять формы с высокими хозяйственно ценными признаками, а их комплексная оценка позволит выделить лучший исходный материал для дальнейшей селекции.

При анализе корреляционных связей следует учитывать, что чем выше коэффициент корреляции между признаками, тем выше их генетическая взаимосвязь. Малая величина коэффициента корреляции указывает на независимый характер наследования признаков [1, 11, 12].

Вместе с тем следует отметить, что установленные зависимости в некоторых условиях могут быть существенными, а в иных абсолютно не достоверными. Это связано со сложной природой корреляции между различными частями организма, зависимостью ее проявления от происхождения исходных форм [7].

Сведения о корреляционных связях между признаками у капусты брокколи приведены в работах Харламова, Лихачего и Чередниченко, Костенко, Renaud и др., Brandelero и др. [8, 9, 13, 14, 15]. При этом сведения об изменениях корреляционных связей при разных сроках посадки малочисленны. На основании результатов их исследования сделан вывод о том, что величина коэффициента корреляции между признаками различна и зависит от набора испытываемых сортов и условий выращивания.

Целью нашего исследования было проанализировать сопряженность различных признаков и выявить значимые корреляционные связи между количественными признаками у гибридов капусты брокколи, полученных с использованием удвоенных гаплоидных линий, раннего срока созревания при 2 сроках посадки.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства капустных культур ФГБНУ ФНЦО (ВНИИССОК) в Одинцовском районе Московской области в 2015-2016 годы. Почвы участка дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые.

Погодные условия в период вегетации во время проведения опытов менялись по годам. В вегетационный период 2015 года отмечались резкие колебания температуры отдельно по месяцам. 3 декада мая характеризовалась средней температурой воздуха 18,4°C, с колебаниями температуры от 7,5°C (21 мая) до 29,3°C (27 мая). Июнь был теплее сред-



них многолетних данных на 1,3°C, но при этом в июне температурные минимумы и максимумы менялись часто со значительной амплитудой: от 7,9°C (18.06) до 28,4°C (14.06). Среднемесячная температура июля составила 19°C. В начале июля воздух прогрелся до 29,2°C (4 июля), но во второй декаде месяца достаточно продолжительное время удерживалась прохладная погода. Минимальная температура воздуха составила 9,8°C (13 июля). Среднемесячная температура августа превышала среднемноголетнюю на 1,2°C. Особенно теплой была первая декада месяца. Максимальная температура составила +30,00°C (9 августа). Во второй половине месяца произошло падение температуры до 7,1°C (24 августа). Погода в сентябре была также переменной. Начало месяца характеризовалось снижением температуры воздуха и дальнейшим ее повышением во 2 и 3 декадах. Значительным оказался перепад температур: от 3,7°C (14 сентября) до 27,6°C (25 сентября). В целом месяц был теплее на 2,8°C среднемноголетнего значения. Количество осадков и их интенсивность распределены неравномерно. В первый летний месяц выпало 124% от нормы во 2 и 3 декады, причем более 40% месячной нормы выпало за одни сутки (20 июня). Июль также оказался дождливым – выпало 119 мм осадков, что превышает среднемноголетнее значение в 1,5 раза. Самым засушливым месяцем был август – выпало всего 14 мм, 18% от нормы. Обильные осадки наблюдали в начале сентября – 75 мм.

Относительная влажность воздуха была ниже средних многолетних значений за все месяцы вегетации, кроме сентября: на 7% в июне (норма 69%), на 7% в июле (норма 73%), на 10% в августе (норма 76%). В сентябре значение относительной влажности воздуха было

выше на 4% (норма 81%).

Температурные скачки пришлись в период закладки соцветий (2-3 декады июня; 1 декада августа), что повлияло на последующее формирование головок и получению невысокого урожая.

В 2016 году среднемесячная температура воздуха была выше среднегодичной за июнь – на 1,6°C, за июль – на 2,8°C, за август – на 3,1°C, за сентябрь – на 0,4°C. В 3 декаде мая установилась теплая погода, максимальная температура достигала 26°C (28 мая). В начале июня наблюдалась волна похолодания со средней температурой 13,6°C, 2-ая и 3-я декада характеризуются средними значениями – 18,9...22,5°C. Максимальная температура воздуха составила 31,8°C (26 июня). Июль – самый теплый месяц – температурный режим по всем декадам колебался в пределах 19,3...22,2°C, с температурными максимумами 30,1 и 30,4°C. При этом в июле выпало 123 мм осадков (130% месячной нормы). В целом, во второй половине лета сложились наиболее благоприятные условия для роста и развития капусты брокколи, характеризовавшиеся обильными осадками и отсутствием особо холодных дней. Сложившаяся погода благоприятно повлияла на формирование и рост головок. Изобилие дождей пришлось на август – 167 мм. Это более, чем в 2 раза, превышало норму. В 1 декаде августа отмечен температурный максимум в 33,4°C. Суммарно температурный режим месяца был выше среднемноголетнего значения на 3,1°C. В сентябре выпало 91% месячной нормы осадков. В первой декаде сентября температура воздуха начала активно снижаться и 29 сентября минимальная температура составила 4,4°C, что послужило окончанием вегетационного периода. Относительная влажность воздуха была ниже средних многолетних значений за все месяцы вегетации, кроме сентября.



Объектом исследований являлись гибридные комбинации, полученные с использованием удвоенных гаплоидных линий (DH-линий) раннего срока созревания. Всего 42 образца, по 20 растений в каждом. В качестве стандарта был выбран районированный сорт Тонус селекции ВНИИССОК. Гибридные комбинации выращивали в 2 срока посадки: весенне-летний и летне-осенний. Семена на рассаду высевали в 3 декаде апреля и второй декаде июня в пленочную необогреваемую теплицу, спустя 25 суток высаживали в открытый грунт.

Постановку полевых опытов проводили в соответствии со стандартом "Делянки и схемы посева в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве овощных культур, параметры" (ОСТ 46 71-78) и по методике, изложенной в литературе [5]. Агротехника общепринятая.

В технической спелости (в период образования плотной центральной головки) анализировали хозяйственно ценные признаки.

Статистическую обработку результатов данных проводили методом корреляционного анализа по Б.А.

Доспехову, используя пакет прикладных программ Microsoft Exel, при уровне значимости коэффициента корреляции 0,05 и 0,01.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить характер связей между отдельными изучаемыми признаками. Степень зависимости между парами хозяйственно ценных признаков существенно различалась по годам и срокам посадки.

Для селекции урожайных гибридов капусты имеет значение корреляционной связи продуктивности растений с другими хозяйственно ценными признаками. В литературных источниках сведения по корреляционным связям у капусты брокколи между урожайностью и ее элементами неодинаковы. Видимо, это связано с тем, что исследования проводили в различных почвенно-климатических условиях с использованием разного селекционного материала.

Как известно, величина урожая находится в тесной зависимости от массы продуктивного органа. В свою

очередь, на массу продуктивного органа оказывают влияние такие показатели, как диаметр и высота головки. В.И. Лихацкий и В.Н. Чередниченко в условиях Лесостепи Украины установлено, что существует сильная прямая связь между диаметром головки и ее массой ($r=+0,98$), в условиях Московской области у Д.М. Харламова коэффициент корреляции составил $r=+0,65-0,86$, у Г.А. Костенко $r=+0,82$.

В наших исследованиях при весенне-летней посадке в 2015 году (табл. 1) в результате статистической обработки установлена средневыраженная положительная связь между признаками масса и диаметр головки ($r=+0,45$), что согласуется с ранее полученными результатами исследователей. В меньшей степени влияла на массу высота головки ($r=+0,39$). Тесная прямая связь проявилась между диаметром и высотой головки ($r=+0,80$). Корреляций с другими количественными признаками не было выявлено.

В 2016 году (табл. 2) проведенный анализ коэффициентов корреляции между количественными признаками гибридных комбинаций капусты брокколи показал, что при весенне-летней посадке оказывали существенное влияние на массу головки в сильной степени такие признаки, как диаметр головки ($r=+0,83$), высота растения ($r=+0,73$), в средней – вегетационный период ($r=+0,68$). Проявилась сильная корреляционная связь диаметра головки с высотой растения ($r=+0,71$) и в меньшей степени – с вегетационным периодом ($r=+0,48$), высотой головки ($r=+0,45$). Средне коррелировали между собой высота растения и вегетационный период ($r=+0,55$). Здесь отметим, что аналогичные результаты были получены в исследованиях Д.М. Харламова, где также была отмечена средняя корреляция между высотой растения и вегетационным периодом.

При летне-осеннем сроке в 2015 году на массу продуктивного органа в средней степени влияли такие признаки, как диаметр головки ($r=+0,66$), начало технической спелости ($r=+0,61$),

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между признаками у DH-гибридов капусты брокколи в 2015 году

Table 1. Correlation coefficients between traits DH hybrids of broccoli in 2015

Признаки	Масса головки	Диаметр головки	Высота растения	Вегетац. период	Высота головки
Масса головки	-	0,45**	-0,03	0,12	0,39**
Диаметр головки	0,65**	-	0,12	-0,03	0,80**
Высота растения	0,1	0,58**	-	-0,09	0,14
Вегетац. период	0,61**	0,33*	-0,02	-	0,06
Высота головки	0,57**	0,90**	0,65**	0,46**	-

*-существенное значение при $P < 0.05$

** - существенное значение при $P < 0.01$

(верхний правый угол по диагонали – весенне-летний срок; нижний левый по диагонали – летне-осенний срок)

высота головки ($r=+0,57$). С диаметром головки тесно коррелировал признак высота головки ($r=+0,90$), средне – вегетационный период ($r=+0,33$). По другим парам изученных признаков значимые взаимосвязи не наблюдались. В 2016 году сильная корреляционная связь была отмечена между массой и диаметром головки ($r=+0,96$). Средняя обратная зависимость про-

явилась между массой и вегетационным периодом ($r=-0,58$). По отношению к остальным признакам корреляционной связи не было выявлено.

Заключение

В результате корреляционного анализа полученных данных было выявлено, что высокая положительная корреляция между массой и диаметром головки стабильна как во все годы

исследований, так и по срокам посадки, что позволяет проводить отбор на продуктивность по этим признакам.

По остальным хозяйственно ценным признакам степень корреляционной связи изменяется как по годам (в зависимости от условий вегетационного периода), так и по срокам посадки. Эти особенности ограничивают применение корреляционного анализа при оценке на другие параметры.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между признаками у ДН-гибридов капусты брокколи в 2016 году
Table 2. Correlation coefficients between traits iDH hybrids of broccoli in 2016

Признаки	Масса головки	Диаметр головки	Высота растения	Вегетационный период	Высота головки
Масса головки	-	0,83**	0,73**	0,68**	0,39
Диаметр головки	0,96**	-	0,71**	0,48*	0,45*
Высота растения	-0,28	-0,18	-	0,55*	0,66**
Вегетац. период	-0,58**	-0,68**	-0,03	-	0,24
Высота головки	0,07	0,11	0,38*	0,19	-

Примечание.

*-существенное значение при $P < 0,05$,

** - существенное значение при $P < 0,01$;

(верхний правый угол по диагонали – весенне-летний срок; нижний левый по диагонали – летне-осенний срок)

Литература

1. Автономов, В. А. Корреляция длины волокна с некоторыми хозяйственно ценными признаками хлопчатника (F2) / В. А. Автономов // Бюл. ВИРа. – Л., 1980. – Вып. 98. – С.65–66.
2. Алабушев, А. В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового / А. В. Алабушев, Н. Н. Сухенко, О. А. Лущпина // КубГАУ, 2017. – № 128(04). – С.932-941.
3. Альсмик, П. И. Селекция картофеля в Белоруссии / П. И. Альсмик. – Минск: Ураджай, 1979. – 127 с.
4. Гидрометцентр России, <http://meteoinfo.ru/climat-tab3>
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. –М: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Жаркова С.В. Корреляционный анализ признаков продуктивности лука репчатого и его использование в практической селекции // Вестник АГАУ. – №12 (62). – 2009. – С.9-14.
7. Журавлева, А.В., Сологалов, П.В. Корреляция морфологических и хозяйственно ценных признаков сортов яблони полукультурной / А.В. Журавлева, П.В. Сологалов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №2. – С.30-32.
8. Костенко, Г.А. Итоги селекционной работы по созданию сортов капусты брокколи. Научное обеспечение отрасли овощеводства России в современных условиях / Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Всероссийского НИИ овощеводства – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2015. – 285-288 с.
9. Лихачкий В. И., Чередниченко В. Н. Применение регуляторов роста при выращивании капусты брокколи. // Овощи России. – 2013. – №2. – С.5.
10. Мухордова М. Е. Корреляционный и путевой анализ признаков продуктивности гибридов озимой пшеницы // Вестник АГАУ. 2014. – №6 (116). – С.14-18.
11. Налобова В. Л., Шайтуро И. В. Корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками партенокарпического огурца для пленочных теплиц / Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства "Іздательский дом "Белорусская наука". – 2014. – №1. – С.57-61.
12. Налобова, В. Л. Селекция и семеноводство огурца открытого грунта / В. Л. Налобова, А. Я. Хлебородов. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 238 с.
13. Харламов Д.М. Наследование хозяйственных признаков и комбинационная способность самонесовместимых линий брокколи. // Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – М.: МСХА. – 2000.
14. Brandelero, Fernanda Daniela, Brum, Betania, Storck, Lindolfo, Cardoso, Jessica, Kutz, Talita Slota, & Vargas, Thiago de Oliveira. (2016). Plant characters of broccoli determinants of head production. *Ciencia Rural*, 46(6), 963-969. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150750>
15. Renaud, E.N.C.; Lammerts van Bueren, E.T.; Paulo, M.J.; Eeuwijk, F.A.; Juvik, J.A.; Hutton, M.G. and Myers, J. R (2014) Broccoli Cultivar Performance under Organic and Conventional Management Systems and Implications for Crop Improvement. *Crop Sci.* 54:1539–1554 (2014). DOI: 10.2135/cropsci2013.09.0596

References

1. Avtonomov, V. A. Correlation of fiber length with some economically valuable signs of cotton (F2) / VA A. Avtonomov // Bul. VIR. - L., 1980. - Issue. 98. - P.65-66.
2. Alabushev, A.V. Correlation connections of quantitative signs of grain sorghum / A.V. Alabushev, N.N. Sukhenko, O.A. Lushpina // KubGAU, 2017. - No. 128 (04). - P.932-941.
3. Alsmik, P.I. Selection of potatoes in Belarus / P.I. Alsmik. - Minsk: Urajay, 1979. - 127 p.
4. Hydrometeorological Center of Russia, <http://meteoinfo.ru/climat-tab3>
5. Dospikhov, B.A. Methodology of field experience / B.A. Dospikhov. - 5 th ed., Pererab. and additional. -M: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
6. Zharkova S.V. Correlation analysis of signs of onion productivity and its use in practical breeding // Vestnik AGAU. - №12 (62). - 2009. - P.9-14.
7. Zhuravleva, A.V., Sologalov, P.V. Correlation of morphological and economically valuable attributes of apple semicolour cultivars / A.B. Zhuravleva, P.V. Sologalov // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2011. - №2. - P.30-32.
8. Kostenko, G.A. Results of selection work on the creation of broccoli cabbage varieties. Scientific support of the vegetable-growing industry in Russia in modern conditions / Collection of scientific papers on the materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the All-Russian Research Institute of Vegetable Growing - Moscow: FBNBU VNIIO, 2015. - 285-288 p.
9. Likhatsky V.I., Cherednichenko V.N. Application of growth regulators in the cultivation of broccoli cabbage. // Vegetable crops of Russia. - 2013. - №2. - P.5.
10. Mukhordova, M.E., Correlation and path analysis of signs of productivity of winter wheat hybrids, Vestnik AGAU. 2014. - No. 6 (116). - P.14-18.
11. Nalobova V.L., Shayturo I.V. Correlation links between economically valuable traits of parthenocarpic cucumber for film greenhouses / Conduct of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agrarian Sciences. Republican Unitary prapriemstva "Publishing House" Belarussian Science -. 2014. - № 1. - P.57-61.
12. Nalobova, V.L. Selection and seed-growing of cucumber of open ground / V.L. Nalobova, A. Ya. Khleborodov. - Minsk: Belarus., 2012. - 238 p.
13. Kharlamov D.M. Inheritance of economic characteristics and the combinational ability of self-inconsistent broccoli lines. // Author's abstract. dis. Cand. s.-. sciences. - Moscow: MAHA. - 2000.14. Brandelero, Fernanda Daniela, Brum, Betania, Storck, Lindolfo, Cardoso, Jessica, Kutz, Talita Slota, & Vargas, Thiago de Oliveira. (2016). Plant characters of broccoli determinants of head production. *Ciencia Rural*, 46(6), 963-969. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150750>
15. Renaud, E.N.C.; Lammerts van Bueren, E.T.; Paulo, M.J.; Eeuwijk, F.A.; Juvik, J.A.; Hutton, M.G. and Myers, J. R (2014) Broccoli Cultivar Performance under Organic and Conventional Management Systems and Implications for Crop Improvement. *Crop Sci.* 54:1539–1554 (2014). DOI: 10.2135/cropsci2013.09.0596