

ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ КОЛЛЕКЦИИ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ ОЗИМОЙ

А. И. БУДИЛКА

*Институт масличных культур Национальной академии аграрных наук Украины,
г. Запорожье, Украина, 690937, e-mail: annabudilka2016@gmail.com*

(Поступила в редакцию 10.01.2020)

Горчица – ценная масличная культура. Традиционная форма горчицы сарептской яровая. Однако в зонах с дефицитом влаги в период вегетации горчицы есть определенный риск выращивания ее яровых форм. Поэтому ведется селекционная работа по созданию сортов горчицы озимой, которая способна за счет своих биологических свойств адаптивного потенциала приспосабливаться к неблагоприятным погодным условиям вегетации, а также использовать осенне–зимние и ранневесенние запасы почвенной влаги и как следствие – формировать более высокие урожаи. В связи с этим нами была проведена оценка хозяйственно ценных признаков 128 сортообразцов горчицы озимой. Установлены корреляционные взаимосвязи между исследуемыми показателями. Выявлена тесная положительная корреляционная связь между признаками: масса семян с растения и количеством ветвей 1-го порядка ($r = 0,486 \pm 0,182$, $p = 0,014$) и отрицательно масса семян с растения связана с высотой прикрепления ветвей 1-го порядка ($r = -0,477 \pm 0,183$, $p = 0,016$). Признак масса 1000 шт. семян достоверно положительно связан с количеством стручков на центральной ветви ($r = 0,53 \pm 0,177$, $p = 0,006$) и высотой растений ($r = 0,586 \pm 0,169$, $p = 0,002$). Выявлена существенная позитивная зависимость между показателями: высота растений с количеством стручков на центральной ветви ($r = 0,474 \pm 0,184$, $p = 0,017$) и высотой прикрепления ветвей 1-го порядка ($r = 0,546 \pm 0,175$, $p = 0,005$). Заметная негативная зависимость установлена между количеством ветвей 1-го порядка с признаками: количество стручков на центральной ветви ($r = -0,344 \pm 0,196$, $p = 0,092$), и количество семян в стручке ($r = -0,373 \pm 0,193$, $p = 0,066$). В результате проведенных исследований выделены образцы горчицы озимой с разным уровнем проявления основных хозяйственно ценных признаков. Их использование в дальнейшем будет способствовать увеличению эффективности селекционной работы с горчицей озимой. Установленные закономерности проявления морфологических признаков объективно отражают различия в генетическом потенциале образцов и дают возможность более детальной оценки и отбора исходного материала на ранних этапах.

Ключевые слова: *корреляция, продуктивность, горчица озимая, зависимость, коэффициент вариации.*

Mustard is a valuable oilseed. The traditional form of spring mustard is Sarepta. However, in areas with moisture deficiency during the period of mustard vegetation, there is a certain risk of growing its spring forms. Therefore, breeding work is underway to create varieties of winter mustard, which, due to its biological properties and adaptive potential, is able to adapt to adverse weather conditions of the growing season, as well as use autumn-winter and early spring soil moisture reserves and, as a result, form higher yields. In this regard, we evaluated the economically valuable traits of 128 varieties of winter mustard. The correlation relationships between the studied indicators are established. A close positive correlation between the traits was revealed: the weight of seeds from the plant and the number of branches of the 1st order ($r = 0.486 \pm 0.182$, $p = 0.014$) and the negative weight of seeds from the plant is associated with the height of attachment of branches of the 1st order ($r = -0.477 \pm 0.183$, $p = 0.016$). The indicator of the weight of 1000 seeds was reliably positively associated with the number of pods on the central branch ($r = 0.53 \pm 0.177$, $p = 0.006$) and the height of plants ($r = 0.586 \pm 0.169$, $p = 0.002$). A significant positive relationship between the indicators was revealed: the height of plants with the number of pods on the central branch ($r = 0.474 \pm 0.184$, $p = 0.017$) and the height of attachment of the 1st order branches ($r = 0.546 \pm 0.175$, $p = 0.005$). A noticeable negative relationship was established between the number of branches of the 1st order with signs: the number of pods on the central branch ($r = -0.344 \pm 0.196$, $p = 0.092$), and the number of seeds in the pod ($r = -0.373 \pm 0.193$, $p = 0.066$). As a result of the studies, samples of winter mustard with a different level of manifestation of the main economically valuable traits were identified. Their use in the future will contribute to increasing the efficiency of breeding work with winter mustard. The established regularities in the manifestation of morphological characters objectively reflect differences in the genetic potential of samples and enable a more detailed assessment and selection of the source material in early stages.

Key words: *correlation, productivity, winter mustard, dependence, coefficient of variation.*

Введение

Ежегодно в мире она выращивается на площади 2,0–2,5 млн га. Почти две трети площадей приходится на Индию и Китай. В Украине горчицу выращивают во многих областях Степи и Лесостепи на площади до 100 тыс. га. Согласно сообщению Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization, FAO) Украина входит в пятерку крупнейших производителей горчицы в мире [1]. На юге Украины она является альтернативой подсолнечнику и способна восстановить соотношение культур в севообороте. Из ее семян производят высококачественное масло, горчичный порошок, зеленую массу используют как удобрение и корм. Известно, что горчица – источник ценного пищевого масла, которое в сравнении с другими растительными маслами, имеет самый низкий кислотный показатель и дольше других сохраняет свои качества.

Озимая горчица более продуктивная, чем яровая. В благоприятных климатических условиях урожай яровой горчицы достигает 20–25 ц/га, а озимой – 28–34 ц/га и выше. Традиционная форма горчицы сарептской яровая. Однако в зонах с дефицитом влаги в период вегетации горчицы есть определенный риск выращивания ее яровых форм. В засушливых условиях сорта горчицы, несмотря на высокий генетический потенциал продуктивности, формируют достаточно низкий уровень урожайности в пределах 5,0–6,0 ц/га. Такой уровень урожайности ограничивает объемы увеличения выра-

щивания горчицы яровой, особенно в засушливых регионах Украины. Поэтому ведется селекционная работа по созданию сортов горчицы озимой, которая способна за счет своих биологических свойств адаптивного потенциала приспосабливаться к неблагоприятным погодным условиям вегетации, а также использовать осеннее–зимние и ранневесенние запасы почвенной влаги и как следствие – формировать более высокие урожаи.

Учеными Wani and Zarger в 1995 году при изучении корреляций элементов продуктивности на растениях *Brassica juncea* (L.) Czern. было установлено, что количество ветвей 2-го порядка, количество стручков на растении и длина стручка показала положительную корреляцию с урожайностью семян [2].

Индийским ученым Vineeta Devi в 2015–2016 гг. также были получены результаты, указывающие на высокую корреляцию по следующим признакам: урожайность семян с растения и количеством стручков на центральной ветви; биологическая урожайность с растения с количеством стручков на центральной ветви, урожайностью семян на растении и количеством семян в стручке [3], частично эти результаты были подтверждены и другими учеными [4, 5, 6].

Однако все исследования в этом направлении велись на яровой форме горчицы сарептской и не были изучены на озимой форме горчицы [7]. В связи с этим нами была проведена работа по изучению биометрических параметров и установлению корреляционных связей между показателями, которые имеют хозяйственно ценное значение и позволяют оценить созданную коллекцию горчицы озимой (*Brassica juncea* (L.) Czern.).

Основная часть

Полевые опыты были проведены на полях научного севооборота Института масличных культур НААН. Закладку опытов, учет урожая и других хозяйственно ценных признаков проводили в соответствии с методиками полевых исследований [9, 10], методическими указаниями для изучения коллекций крестоцветных культур [12], методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13]. Изучали элементы продуктивности растений коллекционных сортообразцов горчицы озимой: высота растений, высота прикрепления ветвей 1-го порядка, количество ветвей 1-го порядка, количество стручков на центральной ветви, количество семян в стручке, масса семян с растения, масса 1000 семян [8].

В качестве исходного материала служила созданная нами коллекция из 128 самоопыленных сортообразцов горчицы сарептской озимой. Статистическая оценка выполнена по критериям Колмогорова–Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро–Уилка с использованием ППП Statistica [14, 15]. В работе представлены результаты исследования морфологических показателей образцов озимой горчицы по средним данным пяти лет исследований с указанием минимального, среднего арифметического и максимального значения измерений, стандартного отклонения, доверительной погрешности среднего, коэффициента вариации и его доверительной погрешности, а также корреляционные зависимости между элементами продуктивности и морфологическими показателями.

Сводные показатели высоты растений, высоты прикрепления ветвей 1-го порядка, количества ветвей 1-го порядка, количества стручков на центральной ветви, количества семян в стручке, массы семян с растения, массы 1000 семян: минимальные, средние и максимальные значения, стандартные отклонения, погрешности среднего, коэффициенты вариации и их погрешности представлены в табл. 1.

Таблица 1. Диапазон изменчивости морфологических признаков и элементов продуктивности образцов горчицы озимой

Показатель	Высота растений, см	Высота прикрепления ветвей 1-го порядка, см	Количество ветвей 1-го порядка, шт.	Количество стручков на центральной ветви, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
Минимальное значение x_{\min}	161,1	10,6	10,2	25,6	8,9	6,9	1,7
Среднее арифметическое значение x_{mid}	192,3	40,1	14,1	44,7	13,8	17,6	2,2
Максимальное значение x_{\max}	217,6	70,4	19,8	66,2	19,4	41,4	3,1
Объем выборки n , шт.	128	128	128	128	128	128	128
Среднеквадратическое отклонение s	12,8	12,5	1,9	7,0	1,9	7,0	0,3
Доверительная погрешность среднего t_{s_x}	2,2	2,2	0,3	1,2	0,3	1,2	0,05
Коэффициент вариации V , %	6,7	31,2	13,7	15,8	13,9	39,7	12,6
Доверительная погрешность вариации sv , %	0,8	3,9	1,7	1,9	1,7	4,9	1,6

Самыми важными хозяйственно ценными признаками, на наш взгляд, для ведения селекционного отбора являются масса 1000 семян и масса семян с растения. Коэффициент вариации признака «масса 1000 семян» составил $12,6 \pm 1,6\%$, что свидетельствует о наличии разнообразия образцов по этому признаку. Этот показатель изменялся от 1,7 до 3,1 г.

Показатель массы 1000 семян обуславливает повышение урожайности массы семян с растения при одинаковом количестве стручков на центральной ветви и количестве семян в стручке. У показателя масса семян с растения коэффициент вариации был самым большим из исследуемых $39,7 \pm 4,9\%$, и указывает на очень большое разнообразие сортообразцов по этому признаку. Максимальное значение по этому показателю наблюдалось у образца ГО-108-1 и составило 41,4 г.

Для признака количества стручков на центральной ветви коэффициент вариации был на уровне $15,8 \pm 1,9\%$, что представляет среднюю изменчивость образцов по данному признаку. Минимальное и максимальное значение было 25,6 и 66,2 шт. соответственно.

По показателю количество семян в стручке образцы горчицы озимой имели коэффициент вариации $13,9 \pm 1,7\%$, что позволяет успешно вести отбор по этому признаку.

Установлено, что образцы горчицы озимой характеризуются значительным варьированием по признакам масса семян с растения и высота прикрепления ветвей 1-го порядка, что позволяет нам вести дальнейший селекционный отбор по этим признакам. Из таблицы видим, что большой коэффициент вариации был также по признаку высота прикрепления ветвей 1-го порядка ($31,2 \pm 3,9\%$), что указывает на разнообразие образцов по этому показателю.

Показатель количество ветвей 1-го порядка был в пределах от 10,2 до 19,8 шт. Коэффициент вариации $13,7 \pm 1,7\%$, что свидетельствует о средней изменчивости образцов горчицы озимой по данному признаку. Можно предположить, что данный признак должен зависеть также от высоты растения, чем выше растение, тем больше ветвей.

Коэффициент вариации по признаку «высота растений» оказался незначительным $6,7 \pm 0,8\%$, поэтому образцы горчицы озимой по высоте не сильно отличаются.

Обобщая вышесказанное, делаем вывод, что статистический анализ диапазона изменчивости образцов горчицы озимой по морфологическим признакам и элементам продуктивности показывает, что селекционный материал достаточно разнообразен по всем исследованным показателям, что позволяет успешно вести отбор с целью повышения потенциальной урожайности.

Для селекционного отбора важно знать, как между собой коррелируют морфологические признаки и элементы продуктивности изученных сортообразцов горчицы озимой. Величины корреляционных взаимосвязей со значением их достоверности между морфологическими показателями представлены в табл. 2.

Таблица 2. Корреляционные зависимости между морфологическими признаками и элементами продуктивности коллекционных сортообразцов горчицы озимой

Показатель	Высота растений	Высота прикрепления ветвей 1-го порядка	Количество ветвей 1-го порядка	Количество стручков на центральной ветви	Количество семян в стручке	Масса семян с растения
Высота прикрепления ветвей 1-го порядка	$0,546 \pm 0,175$	1				
	$p=0,005$					
Количество ветвей 1-го порядка	$-0,183 \pm 0,205$	$-0,675 \pm 0,154$	1			
	$p=0,382$	$p=0,0002$				
Количество стручков на центральной ветви	$0,474 \pm 0,184$	$0,206 \pm 0,204$	$-0,344 \pm 0,196$	1		
	$p=0,017$	$p=0,324$	$p=0,092$			
Количество семян в стручке	$0,143 \pm 0,206$	$0,387 \pm 0,192$	$-0,373 \pm 0,193$	$0,162 \pm 0,206$	1	
	$p=0,496$	$p=0,056$	$p=0,066$	$p=0,439$		
Масса семян с растения	$0,027 \pm 0,208$	$-0,477 \pm 0,183$	$0,486 \pm 0,182$	$0,153 \pm 0,206$	$-0,056 \pm 0,208$	1
	$p=0,899$	$p=0,016$	$p=0,014$	$p=0,464$	$p=0,791$	
Масса 1000 шт. семян	$0,586 \pm 0,169$	$0,335 \pm 0,196$	$-0,187 \pm 0,205$	$0,53 \pm 0,177$	$-0,029 \pm 0,208$	$0,244 \pm 0,208$
	$p=0,002$	$p=0,101$	$p=0,371$	$p=0,006$	$p=0,892$	

Примечание. Величины коэффициентов корреляции даны совместно с их среднеквадратическими ошибками.

Наиболее важным в формировании урожайности является признак масса семян с растения, который положительно связан с признаком количество ветвей 1-го порядка (коэффициент корреляции составляет $r = 0,486 \pm 0,182$, при $p=0,014$). Признак количество ветвей 1-го порядка, в свою очередь, негативно связан с высокой степенью значимости, с высотой прикрепления ветвей 1-го порядка ($r = -0,675 \pm 0,154$, при $p=0,0002$). Заметная негативная зависимость установлена между количеством ветвей 1-го порядка с признаками: количество стручков на центральной ветви ($r = -0,344 \pm 0,196$ при $p=0,092$),

и количеством семян в стручке ($r = -0,373 \pm 0,193$, при $p = 0,066$). Несущественная отрицательная связь обнаружена между проявлениями признаков количество ветвей 1-го порядка и высота растений ($r = -0,183 \pm 0,205$, при $p = 0,382$), а также массой 1000 семян ($r = -0,187 \pm 0,205$, при $p = 0,371$).

Установлено, что признак масса семян с растения отрицательно связан с высотой прикрепления ветвей 1-го порядка ($r = -0,477 \pm 0,183$, при $p = 0,016$) и положительно с количеством стручков на центральной ветви ($r = 0,153 \pm 0,206$, при $r = 0,464$). Важным признаком для улучшения технологичности сортов является показатель масса 1000 семян. Более крупные семена позволяют повысить точность высева, уменьшить потери при механизированной уборке. Нами установлено, что этот признак достоверно положительно связан с количеством стручков на центральной ветви ($r = 0,53 \pm 0,177$, при $p = 0,006$) и высотой растений ($r = 0,586 \pm 0,169$, при $p = 0,002$), а также с массой семян с растения ($r = 0,244 \pm 0,208$, при $p = 0,239$). Выявлена существенная позитивная зависимость между показателями: высота растений и количество стручков на центральной ветви ($r = 0,474 \pm 0,184$, при $p = 0,017$), а также высота прикрепления ветвей 1-го порядка ($r = 0,546 \pm 0,175$, при $p = 0,005$).

Невысокий уровень корреляции обнаружен у пары признаков «высота прикрепления ветвей 1-го порядка» и «количество семян в стручке» ($r = 0,387 \pm 0,192$, при $p = 0,056$). Это говорит об отсутствии генетической и физиологической связей между этими признаками. Поэтому дальнейший отбор по каждому из этих признаков необходимо вести отдельно.

Заключение

В результате проведенных исследований выделены образцы горчицы озимой с разным уровнем проявления основных хозяйственно ценных признаков. Их использование в дальнейшем будет способствовать увеличению эффективности селекционной работы с горчицей озимой. Установленные закономерности проявления морфологических признаков объективно отражают различия в генетическом потенциале образцов и дают возможность более детальной оценки и отбора исходного материала на ранних этапах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярош, С. ЕС удерживает позицию основного импортера украинской горчицы [Электронный ресурс] / С. Ярош. – 2017. – Режим доступа: <http://www.proagro.com.ua/news/ukr/18001.html>. – Дата доступа: 10.10.2018.
2. Wani S. A. Genetic association of yield and its components in Indian mustard (*Brassica juncea*) grown under Kashmir valley conditions / S. A. Wani, G. H. Zarger Indian J. Agric. Sci., 1995. 65: 902-903 S.
3. Bineeta Dev Correlation and path analysis in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) in agro – climatic conditions of Jhansi (U.P.) / Dev Bineeta Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2018; 7(1): 1678-1681 S.
4. Gupta Anuj Studies on correlation and path coefficient analysis for yield and yield related traits in Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss.) under timely and late sown conditions / Anuj Gupta, Naveen Chandra Pant, Upendra Dwivedi, Shailendra Tiwari, CS Pandey, Rakesh Dhoundiyal, KN Maurya and OP Verm // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2018; 7(2): 2545-2551 S.
5. Sharma Ram. Variability Analysis for Yield and its component of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) / Sharma Ram, Mohan Kumar, Brijendra Kumar K, Chauhan M. // Trends In Biosciences. 2014; 7(17):2539-2543 S.
6. Shweta, Om Prakash. Correlation and path co-efficient analysis of yield and yield components of Indian mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern and Coss] International Journal of Plant Sciences. 2014; (2):428-430 S.
7. Коновалов, Н. Г. Первый безруковый сорт озимой горчицы сарептской Снежинка / Н. Г. Коновалов // Научно-техн. бюл. ВНИИМК. – 2005, вып 1 (132) – 96–98 с.
8. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 351 с.
9. Ушкаренко, И. А. Планирование эксперимента и дисперсный анализ данных полевого опыта / И. А. Ушкаренко, И. Я. Скрипников. – К.–Одесса: Вища шк., 1988. – 120 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 365 с.
11. Литтл, Т. М. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т. М. Литтл, Ф. Дж. Хиллз: пер. с англ. Б. Д. Кирюшкина; под ред. и с предисловием Д. В. Васильевой. – М.: Колос, 1981. – 320 с.
12. Методические указания по изучению коллекции технических и масличных крестоцветных культур / И. А. Сизов, Д. В. Тер-Аванесян [и др.]. – Л.: ВАСХНИЛ ВИР. – Вып. 1, 1968. – 26 с.
13. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур [Текст] / Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин; Під ред. В.В.Волкодава. – К.: [б. в.], 2000 – Загальна частина. – 2000. – 100 с.
14. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В. Боровиков. – [2-е изд.]. (+CD). – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.: ил.
15. Статистична обробка і оформлення результатів експериментальних досліджень (із досвіду написання дисертаційних робіт): Навчальний посібник / О. В. Кисельов, І. Б. Комарова, Д. О. Мілько, Р. О. Бакарджієв, за заг. ред. Д. О. Мілька ; Інститут механізації тваринництва НААН. — Електронний аналог друкованого видання (електронна книга). – Запоріжжя : СТАТУС, 2017. – 1181 с.