

Научная статья

УДК 631.527:635.655

EDN BUAPEO

DOI: 10.22450/19996837_2022_2_24

Наследование продуктивности одного растения у межвидовых гибридов сои

Татьяна Владимировна Минькач¹, Юлия Васильевна Оборская²

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет,

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ minkach@mail.ru, ² oborskaia28@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа наследования продуктивности одного растения межвидовыми гибридами сои первого, второго и третьего поколений. Исследования проведены в южной зоне Амурской области в 2018–2020 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета. Объектами исследования являлись межвидовые гибриды сои, полученные путем скрещивания следующих исходных сортов культурной сои – ♀Бонус, ♀Юбилейная, ♀Хэйхэ-1476, и форм дикой сои – ♂КЗ-6337, ♂КА-1244, ♂КБ-104. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований были различны по количеству осадков и температурному режиму в сравнении с многолетними значениями. В лабораторных условиях проведён биометрический и селекционно-генетический анализ гибридов первого, второго и третьего поколений. В результате проведённых исследований установлено, что у гибридов первого поколения продуктивность одного растения в изучаемых комбинациях не превышала обе родительские формы. У гибридов второго поколения по продуктивности одного растения выявлены трансгрессивные формы в комбинациях Бонус×КЗ-6337 и Юбилейная×КБ-104. Гибридные растения превысили родительские формы на 20,2 % в комбинации Бонус×КЗ-6337. 57,1 % гибридов превысили родительские формы на 10 % по продуктивности одного растения в комбинации Юбилейная×КБ-104. У гибридных растений в третьем поколении по этому признаку положительные трансгрессии отмечены только в комбинации Бонус×КЗ-6337, причём частота проявления трансгрессий по сравнению со вторым поколением увеличилась с 63,2 до 73,0 %.

Ключевые слова: дикая соя, сорта сои, гибрид, гетерозис, степень трансгрессии

Для цитирования: Минькач Т. В., Оборская Ю. В. Наследование продуктивности одного растения у межвидовых гибридов сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 2 (62). С. 24–29. doi: 10.22450/19996837_2022_2_24.

Original article

Productivity inheritance of one plant in interspecific soybean hybrids

Tatyana V. Minkach¹, Yuliya V. Oborskaya²

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ minkach@mail.ru, ² oborskaia28@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the productivity inheritance analysis from one plant by interspecific soybean hybrids of the first, second and third generations. The studies were carried out in the southern zone of the Amur region in 2018–2020 on the experimental field of the Far Eastern State Agrarian University. The study objects were interspecific soybean hybrids obtained by crossing the following initial cultivated soybean varieties – ♀Bonus, ♀Yubileinaya, ♀Heihe-1476, and wild soybean forms – ♂KZ-6337, ♂KA-1244, ♂KB-104. During the research period agrometeorological conditions were different in terms of precipitation and temperature regime in comparison with long-term values. Under laboratory conditions biometric and selection-genetic analysis of hybrids of the first, second and third generations were carried out. As a

result of the research, it was found that in hybrids of the first generation, the productivity of one plant in the studied combinations did not exceed both parental forms. In hybrids of the second generation, according to the productivity of one plant, transgressive forms were revealed in the combinations of Bonus×KZ-6337 and Yubileinaya×KB-104. The hybrid plants exceeded the parental forms by 20.2 % in the Bonus×KZ-6337 combination. 57.1 % of the hybrids exceeded the parental forms by 10 % according to the productivity of one plant in the Yubileinaya×KB-104 combination. In hybrid plants of the third generation, according to this trait, positive transgressions were noted only in the Bonus×KZ-6337 combination, and the frequency of transgression manifestations increased from 63.2 to 73.0 % compared to the second generation.

Keywords: wild soybean, variety soybean, hybrid, heterosis, transgression degree

For citation: Minkach T. V., Oborskaya Yu. V. Nasledovanie produktivnosti odnogo rasteniya u mezovidnyh gibridov soi [Productivity inheritance of one plant in interspecific soybean hybrids]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 2 (62): 24–29. (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2022_2_24.

Введение. Дикая соя *G. Soja* известна в Приамурье под известным названием «амурский бобик», широко распространена в Амурской области, Хабаровском и Приморском краях, а также почти по всему Северо-Восточному Китаю, Корее, Японии и США. Вовлечение в селекцию дикорастущих видов для передачи отдельных ценных признаков культурной сое позволит полнее использовать потенциальные возможности этой культуры. На возможность и необходимость использования дикой сои в качестве источника генов, хозяйственно-ценных признаков и экологической пластичности указывается в работах многих авторов [1, 6].

Продуктивность одного растения зависит от агроэкологических и погодных условий. В формировании этого признака роль внешнего фактора составляет 71–78 %, а сортовых особенностей – 19–27 %.

Применение дикой сои в селекции способствует получению форм с более высокой устойчивостью к неблагоприятным метеорологическим условиям, с повышенной урожайностью и качеством семян. Одним из значимых показателей является продуктивность одного растения.

Материалы и методика исследования. Исследования проводились в южной зоне Амурской области в 2018–2020 гг. на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета. Объект исследований – межвидовые гибриды сои первого, второго и третьего поколений, полученные путем естественной гибридизации. Подбор исходных форм происходил с учётом их высокой продуктивности – массы одной тысячи семян,

массы семян с одного растения, а также количества семян на одном растении.

По каждой комбинации в первом поколении определяли степень фенотипического доминирования и степень гетерозиса [1]. Степень фенотипического доминирования рассчитывали по формуле (1) [7]:

$$h_p = \frac{F_1 - M_p}{P_{max} - M_p} \quad (1)$$

где h_p – степень доминирования или депрессии гибрида;

F_1 – среднее арифметическое значение признака у гибридов в F_1 ;

M_p – среднее значение признака обоих родителей;

P_{max} – среднее значение родителя с наиболее развитым признаком.

При значениях степени доминирования гибрида от минус бесконечности до минус единицы отмечается гибридная депрессия; от минус единицы до минус 0,5 – депрессия, обусловленная эффектами отрицательного доминирования; от минус 0,5 до 0,5 – промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов; от 0,5 до единицы – доминирование; от единицы до бесконечности – сверхдоминирование (истинный гетерозис).

Степень гетерозиса рассчитывали по формуле (2) [7]:

$$\Gamma\% = \frac{F_1 - P_{max}}{P_{max}} \cdot 100 \quad (2)$$

Во втором и третьем поколениях у гибридных растений определяли степень и частоту положительных трансгрессий изучаемых признаков по методике Г. С. Воскресенской и В. И. Шпота [2]. При этом степень трансгрессии – это величина превышения значения по одному из признаков лучшего гибрида над родительской формой с максимальным значением признака [5]. Она рассчитывается по формуле (3):

$$T_{с\%} = \frac{P_{Г} \cdot 100}{P_{р}} - 100 \quad (3)$$

где $T_{с\%}$ – степень трансгрессий признака, %;

$P_{Г}$ – максимальное значение признака у гибрида данной комбинации (среднее значение в отобранной группе лучших растений по конкретному признаку);

$P_{р}$ – максимальное значение признака у наибольшего из родительских форм данной комбинации.

Частота трансгрессии представляет число гибридных растений того или иного поколения, превышающее по данному признаку родительские формы или лучшего родителя [5]. Она рассчитывается по формуле (4):

$$T_{ч} = \frac{A \cdot 100}{B} \quad (4)$$

где $T_{ч}$ – частота трансгрессий, %;

A – число гибридных растений, превышающих наибольшего родителя;

B – число проанализированных по данному признаку гибридных растений.

Результаты и обсуждения. Степень фенотипического доминирования и величина гетерозиса более полно отражают величину превышения гибридов над лучшими родительскими формами [8].

Продуктивность одного растения у гибридов первого поколения, полученных при спонтанном опылении культурной и дикой сои, в изучаемых комбинациях не превышала родительские формы (табл. 1).

В комбинации Бонус×КЗ-6337 наследование признака проходило по типу доминирования, в комбинации Хэйхэ-1476×КА-1344 оно носило промежуточный характер, а в комбинации Юбилейная×КБ-104 гибриды по наследованию продуктивности одного растения испытывали депрессию. Наиболее высокая продуктивность одного растения отмечена в комбинации Бонус×КЗ-6337, где она составила 8 г. В двух комбинациях (Хэйхэ-1476×КА-1344, Юбилейная×КБ-104) степень гетерозиса была отрицательная. В комбинации Бонус×КЗ-6337 степень фенотипического доминирования составила 0,8, что говорит о проявлении эффектов доминирования.

У межвидовых гибридов сои второго поколения среднее значение продуктивности одного растения в комбинации Хэйхэ-1476×КА-1344 было на уровне

Таблица 1 – Оценка межвидовых гибридов сои первого поколения и их родительских форм по продуктивности одного растения, 2018 г.

Показатель		Гибридная комбинация		
		Бонус× КЗ-6337	Хэйхэ-1476× КА-1344	Юбилейная× КБ-104
Материнская форма		8	3	12
Отцовская форма		6	12	7
Гибрид F ₁		8	7	7
Плюс (минус) к родительской форме	с большей массой	0	–5	–5
	с меньшей массой	+2	+4	0
Степень фенотипического доминирования		0,8	–0,05	–1,27
Гетерозис, %		0,5	–0,40	–0,42

более продуктивного родителя (табл. 2). Пределы вариации показателя находились на уровне от 4,3 до 18,4 г.

У гибридов в комбинациях Бонус×КЗ-6337 и Юбилейная×КБ-104 продуктивность одного растения превысила обе родительские формы. В комбинации Бонус×КЗ-6337 показатель находился в пределах 2,2–22,4 г, при коэффициенте вариации 40 %. В комбинации Юбилейная×КБ-104 данный признак варьировал от 4,7 до 26,6 г, коэффициент вариации составил 47 %.

У гибридов третьего поколения в комбинации Бонус×КЗ-6337 наследование продуктивности одного растения проходило по типу сверхдоминирования. Масса семян с одного растения находилась в пределах от 5,6 до 14,9 г (табл. 3).

В комбинации Хэйхэ-1476×КА-1344 средняя продуктивность одного растения составила 8,4 г, с колебаниями от 2,4 до 24,3 г, коэффициент вариации отмечен на уровне 55 %. У гибридов комбинации Юбилейная×КБ-104 этот признак находился в пределах от 1,23 до 27,9 г. Среднее значение по комбинации – 9,5 г, что ниже обеих родительских форм. Коэффициент вариации составил 49 %.

В селекционной работе с самоопыляющимися культурами особое внимание уделяют гибридным популяциям, в которых проявляются трансгрессивные формы, являющиеся главным объектом работы селекционера. Выявление трансгрессий на первых этапах селекционной работы позволяет сократить объем изучаемого материала [4, 8].

Таблица 2 – Продуктивность одного растения у межвидовых гибридов сои второго поколения, 2019 г.

Родители, потомки	Среднее значение	Пределы вариации	Коэффициент вариации, %
♀Бонус	8	3,7–15,1	41
Бонус×КЗ-6337	10	2,2–22,4	40
♂КЗ-6337	6	1,1–7,10	27
♀Хэйхэ-1476	3	1,3–4,70	35
Хэйхэ-1476×КА-1344	10	4,3–18,4	43
♂КА-1344	11	3,3–25,5	42
♀Юбилейная	10	6,5–20,6	38
Юбилейная×КБ-104	11	4,7–26,6	47
♂КБ-104	8	2,0–11,8	40

Таблица 3 – Продуктивность одного растения у межвидовых гибридов сои третьего поколения, 2020 г.

Родители, потомки	Среднее значение	Пределы вариации	Коэффициент вариации, %
♀Бонус	6,6	3,6–10,2	30
Бонус×КЗ-6337	9,5	5,6–14,9	25
♂КЗ-6337	7,0	3,7–12,3	35
♀Хэйхэ-1476	4,0	2,3–8,6	36
Хэйхэ-1476×КА-1344	8,4	2,04–24,3	55
♂КА-1344	9,0	4,3–20,1	42
♀Юбилейная	11,0	8,1–16,7	24
Юбилейная×КБ-104	9,5	1,23–27,9	49
♂КБ-104	7,0	1,9–10,3	34

Для более детальной оценки гибридов второго и третьего поколения нами выявлено наличие трансгрессивных форм, что отражено в таблице 4.

На основании анализа отмечено, что трансгрессивные формы по продуктивности одного растения во втором поколении выявлены в комбинациях Бонус×КЗ-6337 и Юбилейная×КБ-104. Гибридные растения комбинации Бонус×КЗ-6337 превышали родительские формы на 20,2 %, в комбинации Юбилейная×КБ-104 57,1 % гибридов были продуктивнее своих родителей на 10 %.

В третьем поколении по продуктивности одного растения трансгрессии отмечены только в комбинации Бонус×КЗ-6337, причём частота проявления трансгрессий по сравнению со вторым поколением увеличилась с 63,2 до 73,0 %, однако степень

трансгрессии, то есть величина превышения признака, снизилась до 13,1 %. В двух других комбинациях гибридные растения не превосходили лучшего из родителей по данному признаку.

Заключение. Таким образом, анализ межвидовых гибридов сои позволил выявить положительные трансгрессии не во всех изучаемых комбинациях. Степень превышения гибридов над лучшими родительскими формами и частота их проявления зависела от исходных родительских форм. По изучаемому признаку наибольший интерес представляет комбинация Бонус×КЗ-6337, в которой и во втором, и в третьем поколении установлено превышение лучшей родительской формы по изучаемому признаку.

Таблица 4 – Степень и частота трансгрессии у межвидовых гибридов сои по продуктивности одного растения

Гибридная комбинация	Степень трансгрессии	Частота трансгрессии, %
Второе поколение		
Бонус×КЗ-6337	20,2	63,2
Хэйхэ-1476×КА-1344	–15,1	–
Юбилейная×КБ-104	10,0	57,1
Третье поколение		
Бонус×КЗ-6337	13,1	73,0
Хэйхэ-1476×КА-1344	–29,4	–
Юбилейная×КБ-104	–22,8	–

Список источников

1. Ала А. Я. Использование спонтанного опыления у сои при межвидовой гибридизации // Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина. 1989. № 6. С. 10–12.
2. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учёта этого явления // Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина. 1967. № 7. С. 18–20.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Кныш А. И., Норик И. М. Гетерозис гибридов первого поколения и его влияние на эффективность отбора во втором и старших поколениях межсортовых гибридов озимой пшеницы // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений : сб. статей. М. : Наука, 1978. С. 202–205.
5. Минькач Т. В. Оценка внутривидовых гибридов сои на первом этапе селекционного процесса // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 3 (47). С. 47–51.
6. Тихончук П. В., Ала А. Я. Наследование длины стебля, числа узлов и ветвей у межвидовых гибридов $F_1 G \text{ max} \times G. \text{ soja}$ // Научно-технический бюллетень Сибирского отделения Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, 1989. Вып. 4. С. 18–24.
7. Федин М. А., Силис Д. Я., Смирязев А. В. Статистические методы генетического анализа. М. : Колос, 1980. 207 с.

8. Фокина Е. М. Эффективность использования нетипичных форм сои в селекционном процессе : автореф. дис. .. канд. с.-х. наук. Красноярск, 2017. 19 с.

References

1. Ala A. Ya. Ispol'zovanie spontannogo opyleniya u soi pri mezhvidovoi gibrizatsii [Use of spontaneous pollination in soybean during interspecific hybridization]. *Doklady Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk imeni V. I. Lenina*. – *Reports of the All-Union Academy of Agricultural Sciences named after V. I. Lenin*, 1989; 6: 10–12 (in Russ.).

2. Voskresenskaya G. S., Shpota V. I. Transgressiya priznakov u gibrinov Brassica i metodika kolichestvennogo ucheta etogo yavleniya [Transgression of traits in Brassica hybrids and the method of quantitative accounting of this phenomenon]. *Doklady Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk imeni V. I. Lenina*. – *Reports of the All-Union Academy of Agricultural Sciences named after V. I. Lenin*, 1967; 7: 18–20 (in Russ.).

3. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]*, Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).

4. Knysh A. I., Norik I. M. Geterozis gibrinov pervogo pokoleniya i ego vliyanie na effektivnost' otbora vo vtrom i starshikh pokoleniyakh mezhsortovykh gibrinov ozimoi pshenitsy [Heterosis of hybrids of the first generation and its influence on the efficiency of selection in the second and older generations of intervarietal hybrids of winter wheat]. *Proceedings from Genetika kolichestvennyh priznakov sel'skohozyajstvennyh rastenij – Genetics of quantitative traits of agricultural plants*. (PP. 202–205), Moskva, Nauka, 1978 (in Russ.).

5. Minkach T. V. Otsenka vnutrividovykh gibrinov soi na pervom etape selektsionnogo protsesssa [Assessment of intraspecific soybean hybrids at the first stage of the breeding process]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Herald*, 2018; 3 (47): 47–51 (in Russ.).

6. Tikhonchuk P. V., Ala A. Ya. Nasledovanie dliny steblya, chisla uzlov i vetvei u mezhvidovykh gibrinov $F_1 G \max \times G$. soja [Inheritance of stem length, number of nodes and branches in interspecific hybrids $F_1 G \max \times G$. soja]. *Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Sibirskogo otdeleniya Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk imeni V. I. Lenina*. – *Scientific and Technical Bulletin of the Siberian Branch of the All-Union Academy of Agricultural Sciences named after V. I. Lenin*, 1989; 4: 18–24 (in Russ.).

7. Fedin M. A., Silis D. Ya., Smiryaev A. V. *Statisticheskie metody geneticheskogo analiza [Statistical methods of genetic analysis]*, Moskva, Kolos, 1980, 207 p. (in Russ.).

8. Fokina E. M. Effektivnost' ispol'zovaniya netipichnykh form soi v selektsionnom protsesse [Efficiency of using atypical soybean forms in the breeding process]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Krasnoyarsk, 2017, 19 p. (in Russ.).

© Минькач Т. В., Оборская Ю. В., 2022

Статья поступила в редакцию 10.03.2022; одобрена после рецензирования 01.04.2022; принята к публикации 25.04.2022.

The article was submitted 10.03.2022; approved after reviewing 01.04.2022; accepted for publication 25.04.2022.

Информация об авторах

Минькач Татьяна Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, minkach@mail.ru;

Оборская Юлия Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, oborskaia28@mail.ru

Information about authors

Tatyana V. Minkach, Candidate of Agricultural Science, Far Eastern State Agrarian University, minkach@mail.ru;

Yuliya V. Oborskaya, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, oborskaia28@mail.ru