

УДК 635.21:631.527

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.17>

УМІСТ КРОХМАЛЮ В БУЛЬБАХ ПОТОМСТВА ВІД БЕККРОСУВАННЯ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ ТА МІЖСОРТОВИХ СХРЕЩУВАНЬ КАРТОПЛІ

Подгаєцький А.А. – д. с.-г. н.,

професор, завідувач кафедри біотехнології та фітофармакології,

Сумський національний аграрний університет

Кравченко Н.В. – к. с.-г. н.,

доцент кафедри біотехнології та фітофармакології,

Сумський національний аграрний університет

Гнітецький М.О. – аспірант кафедри біотехнології та фітофармакології,

Сумський національний аграрний університет

Мухойд Т.І. – аспірант кафедри біотехнології та фітофармакології,

Сумський національний аграрний університет

Наведено результати дослідження з визначення цінності комбінацій, створених методами внутрішньовидової та міжвидової гібридизації для отримання потомства з високим умістом крохмалю в бульбах. Доведено цінність останнього методу для практичного селекційного використання. Серед п'яти комбінацій найменше значення мінімальної величини лімітів мали дві, або 9,1% від загальної кількості оцінених, які отримані методом внутрішньовидового схрещування. У двох, створених цим методом, найбільше значення максимальної величини лімітів не перевищувало 17%. У трьох популяції із п'яти, що мали внутрішньовидове походження, середньопопуляційна величина показника була меншою, ніж 14%, або нижчою, ніж у двох сортів-стандартів Явір та Случ. Максимальне значення показника зазначено в комбінації Верді х Базис (міжвидовий гібрид) – 19,5%. Доведений вплив компонентів схрещування на прояв ознаки серед потомства. У блоці популяції із запилювачем сортом Подолянка найкращою материнською формою виявився сорт Верді, із середнім вираженням показника 17,6%, що значно вище, ніж за будь-яким стандартом. Протилежне стосувалось сорту Тетерів із проявом ознаки 13,5%, тобто з різницею 4,1%. Аналогічне стосувалось блоку комбінацій із материнською формою дворазовим беккросом шестивидового гібрида 08.195/73. Для нього найкращим запилювачем виявився сорт Партнер із середнім популяційним проявом ознаки 17,2%. Протилежне стосувалось комбінації 08.195/73 х Тирас, у якій виявлене зменшення вираження показника порівняно з попередньою на 2,3%. Така ж різниця мала місце серед трьох популяцій із материнською формою сортом Подоля, проте у двох із них отримані однакові дані. Майже не виявлено реципрокного ефекту за проявом ознаки. У комбінації Подоля х Струмок різниця середнього вираження показника поміж потомства становила лише 0,7%, проте в іншій парі за участю сортів Подоля і Базис – 1,9%. Доведена перспективність 12-и комбінацій із 22-х за можливістю виділення гібридів з умістом крохмалю 20% і більше. Частка їх у популяції Верді х Базис становила 60%. У майже половини комбінацій виявлена слабка залежність між проявом ознак, у половини – пряма.

Ключові слова: картопля, внутрішньовидова і міжвидова гібридизація, уміст крохмалю в бульбах, комбінації.

Podhaietskyi A.A., Kravchenko N.V., Hnietetskyi M.O., Muchoid T.I. Starch content in offspring tubers from backcrossing of interspecific hybrids and intervarietal crossbreeding of potatoes

The article presents the results of the study to determine the value of combinations created by methods of intraspecific and interspecific hybridization to obtain offspring with high starch content in tubers. The value of the latter method for practical breeding use is proved. Of the five combinations, two, or 9.1% of the total estimates obtained by interspecific crossing, had the lowest value for the minimum limit. For the two created by this method, the maximum value of the maximum value of the limits did not exceed 17%. In three populations of five that had intraspecific origin,

the mean population value was less than 14% or lower than in the two Yavir and Sluch standards. The maximum value of the indicator was noted in the combination Verdi x Base (interspecific hybrid) - 19.5%. The effect of crossing components on the manifestation of a trait among offspring has been proved. In the Podolyanka pollinator population block, the best maternal form was the Verdi variety with an average expression of 17.6%, which is significantly higher than in any standard. The opposite was true for the Teter variety with 13.5%, i.e. 4.1% difference. The same was true for the mother block combination of the two-fold backcross of the six-species hybrid 08.195 / 73. For it, the best pollinator was the variety Partner with an average population manifestation of 17.2%. The opposite was true for the combination 08.195 / 73 x Tiras, which showed a decrease in expression, compared to the previous one by 2.3%. The same difference occurred among the three populations with the maternal form of the Podolia variety, but two of them obtained the same data. There is almost no reciprocal effect with the manifestation of the trait. In the Podolia x Stream combination, the mean expression difference between progeny was only 0.7%, but that of the other pairs with Podolia and Basis varieties was 1.9%. Prospects for 12 combinations of 22 with the possibility of isolating hybrids with a starch content of 20% or more have been proved. Their share in the Verdi x Base population was 60.0%. More than half of the combination revealed a weak relationship between the onset of signs, half straight.

Key words: potato, intraspecific and interspecific hybridization, starch content in tubers, populations.

Постановка проблеми. Основними складовими частинами бульб картоплі є вода і крохмаль. Вміст крохмалю сягає 70–80% сухих речовин [1]. Він має надзвичайно велике значення для харчування людей, годівлі тварин та переробної промисловості. Доведено, що крохмаль картоплі засвоюється людиною впродовж 10 хвилин, а, наприклад, пшениці, рису інших зернових – 2 години [2]. З однієї тони бульб, з вмістом крохмалю 17%, можна отримати: 80 кг глюкози, або 65 кг гідролу, 170 кг патоки, 160 кг декстрину, 110 л спирту, 170 кг промислового крохмалю [3]. Важливий також вміст крохмалю для переробки бульб на картоплепродукти. Наприклад, економічно недоцільно використовувати для таких цілей сорти з його вмістом менше 17% [4], а кожний додатковий процент крохмалю підвищує рентабельність переробки на 5% [5]. Ще однією особливістю картопляного крохмалю є значна величина його зерен, завдяки чому він застосовується в медицині й інших галузях. Цьому також сприяє те, що він може мати лінійну структуру (амілоза) та розгалужену (амілопектин) [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Уміст крохмалю в бульбах картоплі залежить від метеорологічних умов, удобрення, структури ґрунту, технології вирощування тощо. Проте основним чинником, який впливає на його вміст, є біологічна особливість сорту, адже залежно від цього розділяють сорти на низько-, середньо- і висококрохмалисті, а в абсолютних величинах його вміст перебуває в межах 8–34% [7].

Селекційний шлях підвищення крохмалистості сортів – найбільш ефективний, хоча б тому, що створений сорт упродовж тривалого часу його експлуатації буде давати віддачу. Доведено, що ознака контролюється серією адитивних генів, які успадковуються шляхом простого об'єднання в потомстві [8]. Розщеплення серед потомства в багатьох випадках характеризується одновершинною кривою, близькою до симетричної [9; 10].

Запропонована гіпотеза, згідно з якою за прояв умісту крохмалю серед потомства відповідають два гени, що діють адитивно. Вони у хромосомах займають незчеплені локуси й успадковуються за тетрасомічним типом [8]. Водночас одержанні численні дані, які не підтверджують це. Зокрема, серед потомства двох низькокрохмалистих батьківських форм виявлені висококрохмалисті гібриди і навпаки [11].

Окремими вченими зазначено значний вплив на прояв ознаки серед потомства специфічної комбінаційної здатності, що дозволило говорити про участь в успад-

куванні крохмалистості бульб, крім домінантних генів, також полігенів [12]. Аналогічне спостерігалось у наших попередніх дослідженнях [13].

Завдання і методика дослідження. Метою експерименту було визначення прояву вмісту крохмалю в бульбах потомства від бекросування складних міжвидових гібридів і одержаного від міжсорткових схрещувань.

Вихідним матеріалом у схрещуванні використано сорти та бекроси складних міжвидових гібридів за участю диких: *S. Bulbocastanum* Dun., *S. Demissum* Lindl., *S. Acaule* Bitt., а також культурних: *S. phureja* Juz. et Buk., *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. tuberosum* L. видів. Гібрид 89.202с79 є одноразовим бекросом шестивидового гібрида, 08.195/73 – В² шестивидового гібрида, на першому етапі одержання якого

Таблиця 1

Уміст крохмалю в батьківських формах, їх середнє значення, 2019 р.

№ комбінації	Походження	Уміст крохмалю, %		
		♀	♂	середнє
4	Верді х Базис (85.291с12 х Багряна)	17,9	14,6	16,3
5	Верді х 81.459с18	17,9	14,7	16,3
6	Зелений гай х Подолянка (Аусонія х 88.1439с6)	15,2	13,8	14,5
7	Верді х Подолянка	17,9	13,8	15,9
8	Тетерів х Подолянка	14,6	13,8	14,2
9	08.195/73 х Подолянка	15,6	13,8	14,7
10	08.195/73 х Партнер	15,6	12,1	13,9
11	08.195/73 х Летана	15,6	18,6	17,1
12	08.195/73 х Мелавіца	15,6	15,2	15,4
13	08.195/73 х Тирас	15,6	10,9	13,3
14	10.6Г38 х Подоля	14,9	12,8	13,9
15	10.6Г38 х Білоруська 3	14,9	16,2	15,6
16	Подоля х Базис	14,9	14,6	14,8
17	Базис х Подоля	14,6	14,9	14,8
18	Подоля х Струмок	12,8	14,1	13,5
21	Тетерів х Струмок	14,6	14,1	14,4
22	Базис х Тирас	14,6	10,9	12,8
23	Базис х Подоля	14,6	12,8	13,7
24	Струмок х Подоля	14,1	12,8	13,5
25	Струмок х Явір	14,1	14,2	14,2
26	Подоля х 81.459с18	12,8	14,7	13,9
28	Багряна х 89.202с79	14,8	15,1	15
	Тирас, стандарт			10,9
	Явір, стандарт			14,2
	Случ, стандарт			15,7

схрещували два шестивидові гібриди. Залучався у схрещування також шестивидовий гібрид 81.459с18. Як компоненти схрещування також використовували сорти – міжвидові гібриди із близьким до згаданого походженням: Базис – гібрид комбінації 85.291с12 (B^1 шестивидового гібрида) х Багряна і Подолянка – Аусонія х 88.1439с6 (F_2B^1 шестивидового гібрида). Як стандарти використані сорти Тирас, Явір і Случ.

Методика дослідження загальноприйнята для селекційно-генетичних експериментів із картоплею [14]. Уміст крохмалю визначали за питомою масою. Оцінювали потомство другого бульбового покоління.

Результати дослідження. Як свідчать дані таблиці 1, компоненти схрещування значно різнилися за вмістом крохмалю в бульбах. Серед сортів максимальним значенням показника характеризувався сорт Летана – 18,6%, що значно вище, ніж прояв ознаки в сортів-стандартів. Невеликою мірою поступався йому в цьому сорт Верді – 17,9%.

Серед міжвидових гібридів найвище вираження показника зазначено у дворазового беккреса шестивидового гібрида 08.195/73 – 15,6%, що виявилось дуже близьким до вмісту крохмалю в бульбах сорту-стандарту Случ. Дещо менший прояв ознаки зазначено в одноразового беккреса шестивидового гібрида 89.202с79 – 15,1%.

Прояв ознаки в батьків залежав від умісту крохмалю в бульбах компонентів схрещування. Найвищим він був у комбінації 08.195/73 х Летана – 17,1%, що зумовлено максимальним проявом ознаки в сорту та порівняно високим у беккреса.

Дані, які характеризують прояв ознаки серед потомства, наведені в таблиці 2. У п'яти популяціях мінімальне значення нижньої межі лімітів становило 8,2%, або 22,7% від їхньої загальної кількості. У двох із них материнською формою був дворазовий беккрес шестивидового гібрида 08.195/73. Одна комбінація отримана за схемою внутрішньовидових схрещувань: Тетерів х Струмок. Ще в одній сорт Тетерів також використаний як материнська форма.

У трьох популяціях виявлено максимальне значення верхньої межі лімітів, що становило більше 25%. У всіх них материнською формою був сорт Верді. Протилежне стосувалось потомства від внутрішньовидового схрещування Струмок х Подоля, де значення показника було лише 15,9%. Не набагато вищим виявився прояв ознаки в популяції внутрішньовидового походження Подоля х Струмок – 16,6%. Тобто серед чотирьох комбінацій від схрещування сортів один з одним у половини мало місце мінімальне значення верхньої межі лімітів.

Різниця лімітів залежала як від найменшого, так і від найбільшого значень показника. Дуже малою (4,3%) вона була в популяції Струмок х Явір. Це відбулось завдяки порівняно високому значенню вмісту крохмалю в бульбах серед потомства (15,1%). Близькі дані отримані ще в однієї комбінації внутрішньовидового походження: Струмок х Подоля. Протилежне викладеному стосувалось двох популяцій за участю сорту Верді та від схрещування Базис х Подоля. У них різниця лімітів перевищувала 15%. Водночас лише в останньої мало місце мінімальне значення нижньої межі лімітів.

У 12-и комбінацій, або 55% від їх загальної кількості, середня популяційна величина показника виявилась більшою, ніж у кращого зі стандартів сорту Случ. Водночас у шести прояв ознаки серед потомства був нижчим, ніж у двох сортів-стандартів: Явір і Случ. Дві з них мали внутрішньовидове походження, що становило половину тих, що отримані за такою схемою.

Таблиця 2

Уміст крохмалю в бульбах потомства від схрещування міжвидових та внутрішньовидових гібридів (друге бульбове покоління), 2019 р.

№ популяції	Кількість гібридів, шт.	Уміст крохмалю, %			V, %	Гібридів (%) з умістом крохмалю	
		ліміти	різниця лімітів	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$		вище кращої з батьківських форм	20% і більше
4	5	13,9–25,2	11,3	19,5 ± 1,9	22	60	60
5	13	9,8–25,5	15,7	16,7 ± 2,3	31	30,8	23,1
6	15	9,8–17,9	8,1	14,6 ± 0,8	20	53,3	0
7	15	9,8–25,2	15,4	17,6 ± 1,1	22	40	13,3
8	19	8,2–21,7	13,5	13,5 ± 0,9	25	31,6	5,3
9	17	12,4–22,2	9,8	17 ± 0,5	13	70,6	5,9
10	10	13,2–19,4	6,2	17,2 ± 0,7	14	60	0
11	24	8,2–22,2	14	15,6 ± 0,9	28	16,7	4,2
12	9	8,2–21,2	13	16,1 ± 1,2	22	66,7	11,1
13	22	9,8–19,1	9,3	14,9 ± 0,6	18	45,5	0
14	21	11–20,9	9,9	16,7 ± 0,6	16	66,7	4,8
15	20	8,2–19,1	10,9	13,8 ± 1,1	19	60	0
16	6	10,1–18,4	7,3	13,8 ± 1,1	19	50	0
17	9	8,8–24,1	15,3	15,7 ± 1,6	31	55,6	22,2
18	8	8,2–16,6	8,4	13,8 ± 0,9	19	50	0
21	7	9,1–20,4	11,3	14,3 ± 1,6	29	42,9	14,3
22	28	9,1–22	12,9	16,7 ± 0,6	17	78,6	7,1
23	38	9,3–20,7	11,4	16 ± 0,7	20	36,8	7,9
24	7	9,8–15,9	6,1	13,1 ± 1,1	17	14,3	0
25	7	15,1–19,4	4,3	17,9 ± 1,2	11	85,7	0
26	5	12,4–19,9	7,5	16,1 ± 1,4	16	80	0
28	8	9,5–18,4	8,9	13,7 ± 1,1	22	37,5	0

У більшості популяцій на прояв ознаки серед потомства впливала специфічна взаємодія батьківських форм. Поміж трьох комбінацій за участю материнської формою сорту Верді значення показника було в межах 16,7–19,5%, тобто з різницею у 2,8%. Кращим запилювачем цього блоку виявився сорт міжвидового походження Базис. Протилежне стосувалось міжвидового гібрида 81.459с18.

Аналогічне викладеному стосується блока популяцій із запилювачем сортом Подолянка. Серед них різниця прояву ознаки була ще більшою – 4,1%. Найкращою материнською формою для цього сорту виділився сорт Верді із середнім значенням показника 17,6%. Навпаки, потомство, отримане із сортом Тетерів, мало найнижче вираження показника – 13,5%.

Специфічність взаємного впливу спадковості батьківських форм на прояв крохмалистості серед потомства зазначено у блоці комбінацій за участю материнської форми дворазового беккреса шестивидового гібрида 08.195/73. Крайні значення становили 14,9 і 17,2%, тобто різниця виявилась меншою, ніж у раніше згаданих блоках, і становила 2,3%. Дуже близькі і порівняно високі значення показника мали місце в популяції із сортами Подолянка і Партнер. Протилежне стосувалось комбінації із запилювачем сортом Тирас. Останній і як стандарт також характеризувався дуже низькою крохмалистістю бульб.

Лише у двох популяціях материнською формою використаний п'ятиразовий беккрес шестивидового гібрида 10.6Г38. Проте різниця між ними за середнім проявом ознаки поміж потомства становила 2,9%. Причому вище вираження показника мала комбінація з більш висококрохмалистим сортом Білоруська 3. Викладене ще раз підтверджувало специфічність комбінаційного впливу компонентів схрещування на крохмалистість потомства.

У трьох популяціях як материнську форму використано сорт Подоля. Гібриди двох із них, у яких запилювачами були сорти Базис і Струмок, характеризувались дуже низьким проявом ознаки. Інше стосувалось потомства, одержаного з міжвидовим гібридом 81.459с18, де середня крохмалистість становила 16,1% і перевищувала значення всіх сортів-стандартів.

Чотири комбінації виявились реципрокними. Дві одержані за участю сорту міжвидового походження Базис і сорту Подоля, а ще дві мали внутрішньовидове походження: Подоля х Струмок і Струмок х Подоля. В останніх середнє значення потомства було дуже близьким, із різницею 0,7%, що свідчить про відсутність у них реципрокного ефекту. Протилежне стосувалось інших двох комбінацій, у яких середнє значення показника відрізнялось на 1,9%, що, порівняно з іншими популяціями, також можна класифікувати як невелику відмінність.

Характер прояву ознаки серед потомства відображає величина коефіцієнта варіації. Мінімальна (11%) вона в комбінації Струмок х Явір. Протилежне стосувалось популяції Верді х 81.459с18 і Базис х Подоля, у яких значення показника сягало 31%.

Практичну цінність потомства за вмістом крохмалю в бульбах можна визначити за часткою гібридів із вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми, та за кількістю гібридів із крохмалистістю 20% і більше. Серед усіх комбінацій виділені гібриди з вмістом крохмалю, що переважає кращу батьківську форму. Водночас частка такого матеріалу різна і залежала від вираження показника в компонентах схрещування. Найбільшою вона була в популяції Струмок х Явір – 85,7%, що зумовлено високим проявом нижньої величини мінімального значення лімітів. Лише на 5,7% поступалось їй потомство комбінації Подоля х 81.459с18.

У двох популяціях величина показника виявилась дуже низькою. Це стосувалось потомства від схрещування двох сортів – Струмок і Подоля (14,3%), а також отриманого в результаті беккресування – 08.195/73 х Летана.

Для 10-и комбінацій, або 45% від їх загальної кількості, нехарактерне виділення гібридів із високим (20% і більше) умістом крохмалю в бульбах. Варто зазначити, що серед них три отримані методом внутрішньовидових схрещувань. Надзвичайно цінна щодо цього популяція Верді х Базис, у якої частка потомства з таким проявом показника становила 60%, що можна пояснити вдалим комбінуванням спадкових чинників контролю ознаки батьківських форм.

На рисунку 1 показаний графік розподілу потомства популяції Базис х Подолія за вмістом крохмалю в бульбах. Крива одновершинна, проте несиметрична, що можна пояснити відмінностями в походженні батьківських форм: сорт Базис міжвидового походження, а Подолія – внутрішньовидового, тобто в генетичному відношенні вони віддалені. В інших комбінаціях графік розподілу потомства не завжди одновершинний.



Рис. 1. Розподіл гібридів за вмістом крохмалю популяції Базис х Подолія

Таблиця 3

Кореляційна залежність (r) між умістом крохмалю в бульбах батьківських форм і потомства, 2019 р.

№ з/п	Показник	2*	3	4	5	6
1	Прояв ознаки в материнської форми	+ 0,08	+ 0,66	+ 0,54	- 0,21	+ 0,63
2	Прояв ознаки в запилювача		+ 0,80	- 0,10	- 0,23	+ 0,13
3	Середнє батьків			+ 0,26	- 0,29	+ 0,48
4	Середнє популяційне				+ 0,49	+ 0,58
5	Частка потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми					+ 0,01
6	Частка потомства із крохмалистістю 20% і більше					

*Примітка: цифри відповідають № з/п першого стовпчика

Лише між проявом ознаки в запилювачів і середнього батьків виявлена висока пряма залежність (табл. 3). Середньою прямою вона є між проявом ознаки в мате-

ринських форм і середнього батьків, або часткою гібридів із крохмалистістю 20% і більше. Аналогічне останньому стосувалось залежності між кількістю гібридів з умістом крохмалю 20% і більше та середнього батьків, або середньопопуляційного значення показника. Також прями і середня залежність встановлена між останньою ознакою та часткою потомства з вищим проявом крохмалистості, ніж у кращої батьківської форми. Інші зв'язки виявились слабкими.

Висновки:

1. Найвищою крохмалистістю серед батьківських форм характеризувався сорт Летана – 18,6%. Незначною мірою поступався йому сорт Верді – 17,9%. Серед міжвидових гібридів виділився за проявом ознаки дворазовий беккрос шестивидового гібрида 08.195/73, проте із значно нижчим рівнем вираження показника – 15,6%.

2. П'ять популяцій із 22-х характеризувались найменшим мінімальним значенням лімітів – 8,2%. Серед них дві, або половина, одержані методом внутрішньовидової гібридизації. У всіх трьох комбінаціях за участю сорту Верді незалежно від запилювачів виділені гібриди з умістом крохмалю в бульбах більше 25%.

3. У 12-ти комбінацій, або 55% від загальної кількості оцінених, середній уміст крохмалю в потомства перевищив значення показника у кращого зі стандартів сорту Случ. Лише в шести з них прояв ознаки виявився нижчим, ніж у двох стандартів сортів Явір і Случ. У шести популяціях середній уміст крохмалю в бульбах гібридів був меншим, ніж 14%. Половина з них створена з використанням методу внутрішньовидової гібридизації.

4. Виділені комбінації: Струмок х Явір, Подолія х 81.459с18 і 08.195/73 х Подолія, у яких частка потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми, перевищувала 70%. У 12-и популяціях вдалось виділити гібриди із крохмалистістю 20% і більше, що свідчить про їх практичну селекційну цінність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кучко А., Власенко М., Мицько В. Фізіологія та біохімія картоплі. Київ : Довіра, 1998. 335 с.
2. Гоголян М. Попрощайтесь с болезнями. Москва : Советский спорт, 2002. 303 с.
3. Фурсова Г., Фурсов Д., Сергеев В. Рослинництво. Лабораторно-практичні заняття. Технічні та кормові культури. Харків, 2008. 255 с.
4. Putz V. Der zritige Moglichketion zur Selektion bonverarbeitungs sortenlu-rendtn Zuchter. *Kartoffelbau*. 1995. № 11. S. 427–431.
5. Банадысев С. Обеспечение охраны интеллектуальной собственности в селекции и семеноводстве картофеля. *Картофелеводство* : сборник научных трудов Института картофелеводства НАН Беларуси. Минск, 2002. 11. С. 19–30.
6. Бульба. *Энциклопедический справочник о картофеле*. Минск : Белорусская советская энциклопедия, 1988. 574 с.
7. Альсмик П. Селекция картофеля в Белоруссии. Минск : Ураджай, 1979. 128 с.
8. Яшина И. Генетические основы крахмалистости и полевой устойчивости картофеля к фитофторе. *Культура картофеля в различных почвенно-климатических зонах* : научные труды ИКХ. Москва, 1976. С. 45–59.
9. Schick R., Hopfe A. Die Zuchtung der Kartoffel. Handbuch. Bd. 2. Berlin, 1962. 384 s.

10. Альсмик П. Селекция на повышенное содержание крахмала. Картофель. Минск : Ураджай, 1972. С. 48–60.
 11. Borger H. Untersuchungen uber die Zuchtung von Kartoffeln mit hohem Starkeertrag. *Zuchter*. 1954. № 24. S. 273–278.
 12. Landeo J. Heterosis and combining ability of *Solanum tuberosum* grup *Andigena* haploids. *Potato research*. 1951. № 25. P. 227–237.
 13. Подгаецкий А., Горбась С. Фенотипическое проявление содержание крахмала среди сложных межвидовых гибридов картофеля и их потомства. *Картофелеводство* : сборник научных трудов РУП Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству. Минск, 2013. Т. 21. Ч. 1. С. 123–135.
 14. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве : ІК УААН. 183 с.
-