

ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ БЕККРОСОВАНОГО НАСІННЯ КАРТОПЛІ РІЗНОГО СТРОКУ ЗБЕРІГАННЯ ПІД ВПЛИВОМ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЕННЯ

Подгасцький Анатолій Адамович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-2130-8835
podgaje@ukr.net

Кравченко Наталія Володимирівна

доктор сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4190-0924
kravchenko_5@ukr.net

Крючко Людмила Василівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-0528-210X
ludmila-kruchko@meta.ua

Ставицький Андрій Анатолійович

кандидат сільськогосподарських наук, директор
Охтирський коледж Сумського НАУ, м. Охтирка, Україна
ORCID: 0000-0001-8580-5366
andrey.stavitskiy@ukr.net

У статті наведені результати дослідження з поєднання використання двох методів: віддаленої гібридизації картоплі та радіаційного опромінення, їх впливу на життєздатність насіння: енергії проростання та подальшої схожості. Вихідним матеріалом у дослідженні використане насіння від беккросування складних міжвидових гібридів (трьох-шестивидових) з різними запилювачами як на останньому етапі, так і попередніх. Сухе насіння обробляли у-променями, джерелом яких був ^{60}Co на установці «Teratron Elit-80» в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Інтенсивність опромінення 7442 Ки. Використані такі варіанти: контроль, дози: 100, 150 і 200 Гр. Інші методики загальноприйняті в картоплярстві.

Встановлено, що насіння, яке зберігалось за кімнатних умов три роки (посів 2014 року) позитивно реагувало на опромінення. Для реалізації енергії проростання (перші чотири доби), проростання впродовж 5–9 доби та всього порослого насіння найкращим виявився варіант з дозою 200 Гр, що перевищувало контроль, відповідно, в 1,7; 1,9 і 1,8 рази. Значно гірші результати (близько третини) отримані у варіантах 100 і 150 Гр. Аналогічний вплив мало опромінення насіння річної давності (посів 2015 року), проте за енергією проростання воно поступалось згаданому раніше, навіть, у контролі у 12,6 разів, хоча за часткою пророслого насіння на 5–9 добу різниця виявилась невеликою – 2,1 рази.

Доведений вплив на проростання насіння, різного за походженням в контролі. Серед насіння трирічної давності оптимальний вплив його походження та опромінення радіоактивним кобальтом виявлений у комбінації 91.318-6 х Світанок київський з енергією проростання 7,0 %, схожістю за 5–9 добу – 18,7 % і загальна схожість – 25,7 %. Серед п'яти популяцій річної давності це насіння, відповідно, складало щодо першого і третього показника 91,4 % і 97,9 %.

Доведений взаємний вплив на енергію проростання доз опромінення, походження та строків зберігання насіння. За загальною кількістю пророслого насіння позитивний вплив радіаційного опромінення, порівняно з контролем, у 13 популяціях та їх варіантах виявлена стимулююча дія після трирічного зберігання. Значно гірший вплив радіаційного опромінення на загальне проростання виявлений за використання свіжого насіння. Тільки у чотирьох популяціях і варіантах виявлений його позитивний вплив на процес проростання.

Ключові слова: картопля, гібридне насіння, дози радіаційного опромінення, енергія проростання, життєздатність насіння, лабораторна схожість, комбінації схрещування, вік насіння.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2020.2.6>

Вступ. Радіаційне опромінення широко використовується у наукових та виробничих цілях для численних сільськогосподарських культур. Умовно його вплив на біологічні об'єкти можна розділити: для використання з метою отримання генетичних змін та для стимулювання або гальмування проходження окремих процесів.

Одним з чинників еволюції є мутаційна мінливість, яка не залежить від перекомбінування спадковості у процесі гібридизації. Водночас, хоча у природі її частота є низькою, учені привернули велику увагу до цієї проблеми. Перші дослідження з використанням променів Рентгена та гамма-променів для зміни спадковості розпочаті на початку XX століття:

з колорадським жуком (Tower, 1906), кукурудзою (Blaringhem, 1908) та іншими біологічними об'єктами. Водночас, серед учених не було впевненості, що хромосомні зміни відбувались лише завдяки опроміненню. Теоретичне обґрунтування та практична цінність радіоактивного опромінення вперше виявлена в грибів Г. А. Надсоном та Г. С. Філіппов (Nadson, 1935; Nadson & Filippov, 1925). Після цього в селекції численних культур стало широко використовуватись радіаційне опромінення. У пшениці це стосувалось Л. М. Делоне (Delone, 1932, 1957) та А. А. Сапегіна (Sapegin, 1935), у картоплі перші дослідження у цьому напрямі провели Т. В. Асєєва і М. Благовидова (Asseyeva & Blagovidova, 1935).

Незважаючи на те, що в картоплі застосування радіаційного мутагенезу у селекційних цілях започатковане відносно давно, до останнього часу з його участю створено лише сім сортів (Zia et al., 2018). Проте, з використанням методу вдалося створити цінний вихідний селекційний матеріал. Доведена різна реакція генів на радіаційне опромінення. У картоплі відносно легко можна досягти зміни забарвлення бульб і глибини вічок (Singh, 1970), підвищити стійкість до високої температури, змінити вміст глікоалкалоїдів, підвищити врожайність (Zia et al., 2018). Селекційне застосування радіаційного опромінення дозволило у відносно короткий строк одержати найрізноманітніший матеріал, у тому числі такий, який відсутній у природі, а тому недоступний для створення сортів сільськогосподарських культур. Висока ефективність методу підтвердилась виведенням більше 3000 сортів з його використанням (Mohanjain, 2012).

Перспективність використання радіаційного опромінення доведена також в інших напрямках. Воно широко використовується у процесі захисту від поширення хвороб і шкідників (Iman et al., 2008), особливо під час зберігання сільськогосподарської продукції, а також гальмування життєвих процесів, які проходять із зібраним урожаєм у цей період (Avdyukhina et al., 2016). Зокрема, це стосується продукції, яка швидко псується або втрачає свій товарний вид, наприклад картоплі (Rezaee et al., 2011). Дуже широко у сільськогосподарському виробництві використовується радіаційне опромінення насіння (Marcu et al., 2013; Toni et al., 2013). З метою автоматизації цього процесу, сконструйовані спеціальні пересувні гамма-установки. Поширення методу дозволило виділити новий напрям діяльності, що охоплює радіаційно-біологічні технології (РБТ). Необхідно відзначити, що використання радіаційного опромінення у цьому напрямі не повинно впливати на спадковість сортів, гібридів, адже вони, за можливості, повинні бути ідентичними.

Останнім часом у наукових дослідженнях для вирішення складних проблем стали широко використовувати поєднання методів, кожен з яких характеризується своїми особливостями. У цьому відношенні виконані глибокі та всебічні дослідження з ячменем шляхом поєднання мутаційної та комбінаційної мінливості, що досягалось опроміненням гібридного насіння (Kozachenko, 2010).

У картоплі позитивні результати одержані від поєднання радіаційного опромінення та вирощування рослин *in vitro* (Souleymane Bado et al., 2016). У таких умовах вдалось розширити варіабельність досліджуваного матеріалу, прискорити ідентифікацію мутантних форм та отримати рослини, вільні від інфекції (UluKarı & Nasircılae, 2015). В результаті

радіаційного опромінення пробіркових рослин картоплі отримані солестійкі зразки (Yaucılı & Alicamanoglu, 2012; El-Hetawy et al., 2018). Використовуючи методи, вдалось збільшити соматональну мінливість у сорту Дезіре, в результаті чого зросла висота рослин, збільшилась кількість вузлів, середня кількість бульб. Водночас, у сорту Діамант реакція на застосування методів виявилась дещо гіршою (Afrasiab & Iqbal, 2010). Визначали різний рівень радіаційного опромінення на живці без листків, з листками, мікробульби *in vitro* в межах 5–30 Гр. Встановлено, що найбільш стійкими до опромінення виявились останні (Souleymane Bado et al., 2016). Позитивний вплив на ріст пробіркових рослин, розвиток, урожайність мало радіаційне опромінення дозами 5 і 10 Гр (Sherin et al., 2012).

Метою наших досліджень було отримати результати від поєднання методів міжвидової гібридизації та радіаційного мутагенезу як найбільш перспективних у селекції картоплі.

Матеріали і методи досліджень. Вихідним матеріалом у дослідженні використане гібридне насіння від бекросування раніше отриманих зразків (Podhaietskyi, 2004, 2017). Материнськими формами були міжвидові гібриди – 81.397c50 з походженням 77.277/3 (міжсортівний гібрид) $\times$ $\{[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}\} \times S. \text{andigenum}$ /, сорт міжвидового походження Щедрик – B² $S. \text{tuberosum} \times \{[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}\} \times S. \text{andigenum}$ /, 90.673/48³ – B³ $(S. \text{demissum} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{tuberosum}$, 91.318-6 – B¹F₂ $S. \text{tuberosum} \times \{[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}\} \times S. \text{andigenum}$ /, 89.24c34 – міжвидовий гібрид (B²) $\times$ міжвидовий гібрид (B²) у схемах схрещування насіння, яке витримувалося у кімнатних умовах три роки, а також: 10.6Г38 – B⁴ $\{[(S. \text{acaule} \times S. \text{bulbocastanum}) \times S. \text{phureja}] \times S. \text{demissum}\} \times S. \text{andigenum}$ / $\times S. \text{tuberosum}$, 08.195/73 – B³ багатовидовий гібрид $\times$ багатовидовий гібрид.

Для визначення дії на сухе гібридне насіння гамма-променів, джерелом яких був ⁶⁰Co, його обробляли на установці "Theratron Elit-80" в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Інтенсивність випромінювача 7442 Ки. Доза опромінення 100 Гр (другий варіант), 150 (третій) і 200 (четвертий). Контролем (перший варіант) слугувало необроблене насіння.

В процесі пророщування насіння кожен варіант розміщували в окремій чашці Петрі, нижню і верхню частину якої покривали зволоженим фільтрувальним папером. Визначали енергію проростання (кількість пророслого насіння за чотири доби) та схожість на 9-у добу після закладання насіння на пророщування (Zhatova, 2009). Наклонуте насіння перенесли для подальшого росту у посівні ящики із сумішшю: 1 частина дернової землі, 1 частина піску і 1 частина перегною. Спостерігали за відхиленнями, які мали місце у процесі проростання та вирощування рослин у посівних ящиках.

Результати. В обидва роки використане гібридне насіння від бекросування різних за складними міжвидових гібридів. Воно відрізнялось за строками зберігання, відповідно, три і один рік, чим і пояснюється різна енергія проростання залежно від варіантів опромінення.

У насінні, яке витримували у кімнатних умовах впродовж трьох років, виявлений значно нижчий прояв показника, ніж з однорічним зберіганням (у 13,2 раз: 72,0 проти 5,7 %). У 2014 році використання опромінення позитивно вплинуло на

енергію проростання насіння всіх варіантів, хоча відмінність

між застосуванням 100 і 150 Гр та контролем виявилась незначною (табл. 1).

Таблиця 1

Проростання гібридного насіння картоплі залежно від дози гамма-опромінення, 2014, 2015 рр.

№№ зз/п	Варіант	Намочено у чашках Петрі, шт.	Частка (%) насіння, яке проросло, за діб		Всього проросло, %
			1–4	5–9	
2014 р.					
1	Контроль	2855	5,7	10,0	15,7
2	Опромінення 100 Гр	2855	6,1	12,9	19,0
3	Опромінення 150 Гр	2855	6,0	12,2	18,2
4	Опромінення 200 Гр	2855	9,7	19,1	28,8
2015 р.					
1	Контроль	1811	72,0	11,1	83,1
2	Опромінення 100 Гр	1811	45,5	7,5	53,0
3	Опромінення 150 Гр	1811	75,2	5,5	80,7
4	Опромінення 200 Гр	1811	83,2	10,2	93,4

Дещо інше мало місце в 2015 році. За значно нижчим стимулюючим впливом на прояв показника виділився варіант з дозою 100 Гр, що поступалось контролю у 1,6 раз. Водночас, у інших варіантах опромінення одержані вищі результати не лише, ніж у 2014 році, але й в контролі. Особливо це стосувалось дози опромінення 200 Гр.

За оцінкою лабораторної схожості насіння – на 5–9 добу після його намочування у 2014 році виявлено позитивний вплив на життєздатність насіння використання радіаційного опромінування. Як і стосовно енергії проростання максимальну різницю з контролем мав варіант з дозою 200 Гр – 1,9 рази.

Протилежне викладеному спостерігалось у 2015 році. В усіх варіантах частка пророслого насіння на 5–9 добу пророщування була меншою, ніж у контролі. Водночас, мінімальне значення показника спостерігалось після опромінення дозою 150 Гр. Аналогічне стосувалось всього пророслого насіння, проте за винятком варіанту з опроміненням в 200 Гр.

Встановлено стимулюючий вплив на проростання гібридного насіння, яке зберігалось три роки, будь-якої дози радіаційного опромінення. Водночас, найвищий ефект отримано за використання дози 200 Гр, що за загальною часткою пророслого насіння в 1,8 разів перевищило значення показника у контролі.

Дещо інші результати отримані у 2015 році. Тільки у варіанті з опроміненням у 200 Гр мало місце перевищення контролю на 10,3 %. Протилежне стосувалось дози опромінення у 100 Гр, що особливо негативно вплинуло на проростання насіння.

Виявлена специфічність реакції на проростання насіння його походження (табл. 2). Порівнюючи дані, отримані в контролі у 2014 році, можна зробити висновок, що генетично обумовлена максимальна енергія проростання властива насінню комбінації 91.318-6 х Світанок київський – 7,0 %. Невеликою мірою – на 0,6 % поступалась їй з походженням 90.673/48 х Калинівська.

Таблиця 2

Вплив на проростання насіння його походження в контролі (2014, 2015 рр.)

№ з/п	Варіант	Намочено в чашках Петрі, шт.	Частка (%) насіння, яке проросло, за діб		Всього проросло, %
			1–4	5–9	
2014 р.					
1	91.318-6 х Світанок київський	300	7,0	18,7	25,7
2	89.24с34 х Калинівська	340	3,5	6,8	10,3
3	Щедрик х Струмок	405	5,4	12,4	16,8
4	81.397с50 х Барбара	550	2,4	4,6	7,0
5	89.141с193 х Верді	620	5,3	10,8	16,1
6	90.673/48 х Калинівська	640	6,4	10,0	16,4
2015 р.					
1	10.6Г38 х Летана	350	65,2	9,1	74,3
2	08.195/73 х Межиричка	314	76,4	16,6	93,0
3	08.195/73 х Подолія	430	78,4	7,0	85,4
4	08.195/73 х Летана	379	49,9	17,4	67,3
5	10.6Г38 х Тирас	338	91,4	6,5	97,9

Стосовно першої популяції, максимальні дані отримані також за схожості насіння впродовж 5–9 діб, а різниця з комбінацією, що характеризувалась мінімальним проявом показника – 81.397с50 х Барбара становила 4,1 рази. Це значно вище, ніж за енергією проростання – 2,9 рази. У середньому відмінність за схожістю насіння між згаданими популяціями складала 3,7 разів.

Значно інше мало місце за використання свіжого

насіння в 2015 році. За енергією проростання виділилась популяція 10.6Г38 х Тирас з величиною показника 91,4 %. Протилежне стосувалось комбінації з походженням 08.195/73 х Летана – 49,9 %, що менше, ніж у згаданій в 1,8 разів.

Протилежні дані у комбінації отримані стосовно проростання насіння на 5–9 добу. Завдяки невикористаному запасу життєздатності насіння у перші чотири доби схожість його в популяції 08.195/73 х Летана перевищила раніше зга-

дану – 10.6Г38 х Тирас у 2,7 рази. Незважаючи на останнє, загальна частка пророслого насіння в комбінації 10.6Г38 х Тирас виявилась у 1,5 разів більшою, ніж з походженням 08.195/73 х Летана.

Серед матеріалу, який досліджували в 2014 році, порівняти можна лише популяції з однаковим запилювачем сортом Калинівська та материнськими формами беккросами 89.24с34 і 90.673/48. Отримані дані свідчать про кращу збалансованість складовості з точки зору енергії проростання насіння за використання компонентом схрещування останню материнську форму. Різниця становила 1,8 рази.

За часткою насіння, яке проросло за проміжок часу 5–9 діб, різниця між популяціями, порівняно із згаданим, дещо зменшилась, і була 1,5 рази. Викладене незначною мірою вплинуло на загальну кількість пророслого насіння, а тому відмінність між ними виявилась досить значною – 1,6 рази.

Більші можливості виявлення впливу компонентів схрещування на проростання насіння у контролі мали місце за аналізу даних 2015 року. Аналіз енергії проростання у популяції з однаковою материнською формою беккросом 10.6Г38 засвідчив, що кращим запилювачем для нього виявився сорт Тирас, порівняно з сортом Летана. Різниця в прояві показника становила 1,4 рази.

Дещо інше мало місце серед трьох комбінацій за

участю материнською формою беккросу 08.195/73. Дуже близьке значення енергії проростання проявило насіння, де запилювачами були сорти Межирічка і Подолія. Протилежне стосувалось сорту Летана. Крім цього, співставляючи дані популяцій 10.6Г38 х Летана і 08.195/73 х Летана, можна зробити висновок про гірший взаємний вплив на прояв показника спадковості компонентів схрещування останньої, ніж у першій з них.

Серед насіння контролю, закладеного на пророщування у 2014 році, у чотирьох популяціях за період 5–9 діб схожість становила 10,0 % і більше, що також перевищило величину енергії проростання. Вважаємо, саме останнім можна пояснити пролонгованість процесу. Протилежне стосувалось проростання насіння на 5–9 добу, отриманого за рік до посіву. Тільки в двох комбінаціях величина показника була більшою, ніж 10,0 %. Незважаючи на низьку енергію проростання гібридного насіння контролю у популяції 08.195/73 х Летана, схожість у неї на 5–9 добу виявилась найвищою.

Встановлена специфічна реакція гібридного насіння, отриманого три роки тому, на дози опромінення за енергією проростання (рис. 1). Наведена різниця прояву показника, порівняно до контролю у популяціях.

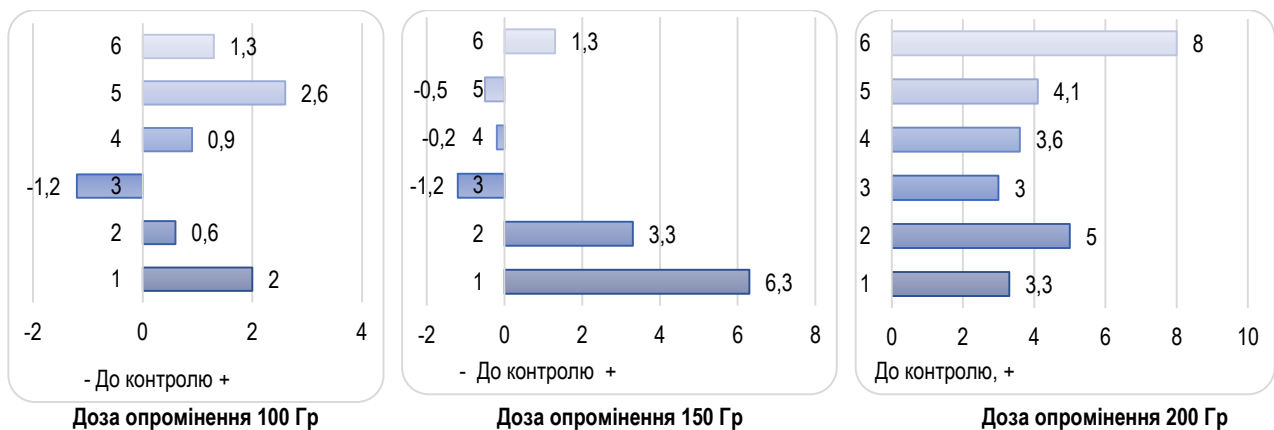


Рис. 1. Різниця з контролем енергії проростання насіння залежно від доз опромінення, 2014 р.

Примітка: номери комбінацій аналогічні наведеним у таблиці 2.

За використання дози 100 Гр найбільша відмінність з контролем мала місце у популяції 89.141с193 х Верді – 2,6 %. Невеликою мірою поступалась їй з походженням 91.318-6 х Світанок київський (на 0,6 %). Порівняно з контролем, одержані дані за енергією проростання у комбінації Щедрик (міжвидовий гібрид) х Струмок виявились на 1,2 % меншими.

Встановлений специфічний вплив на енергію проростання гібридного насіння опромінення дозою 150 Гр. Лише в половини популяцій відмічений стимулюючий вплив обробки насіння на прояв показника. Особливо у цьому відношенні виділилась популяція 91.318-6 х Світанок київський, у якої різниця з контролем становила 6,3 %, або 1,9 рази. У інших двох з позитивною реакцією на захід різниця з контролем виявилась значно меншою.

Найбільший депресивний вплив дози опромінення 150 Гр на енергію проростання насіння мав місце в популяції Щедрик х Струмок – 1,2 %, або 2,3 рази. Значно меншою мірою викладене стосувалось комбінацій 81.397с50 х Барбара і 89.141с193 х Верді.

На відміну від попередньо викладеного, в усіх

комбінаціях виявлений позитивний вплив на енергію проростання опромінення дозою 200 Гр. Близька різниця з контролем – 3,0–4,1 % мала місце у популяціях 91.318-6 х Світанок київський, Щедрик х Струмок, 81.397с50 х Барбара і 89.141с193 х Верді. Найвищий прояв стимулюючої дії опромінення на прояв показника відмічено у комбінації 90.673/48 х Калинівська – на 8,0 %, або в 2,3 рази, порівняно з контролем, хоча за інших двох доз опромінення цього не спостерігалось.

Підрахунок середніх значень комбінацій свідчить про найменшу різницю з контролем у популяції 81.397с50 х Барбара – 1,1 %, а найбільшу з походженням 91.318-6 х Світанок київський – 2,9 %.

Значно інше щодо енергії проростання опроміненого насіння, порівняно з контролем, мало місце в 2015 році (рис. 2). За винятком популяції 08.195/73 х Летана опромінення дозою 100 Гр негативно відбилося на енергії проростання насіння. Крім цього, стимулююча дія у згаданих комбінації також була дуже малою.

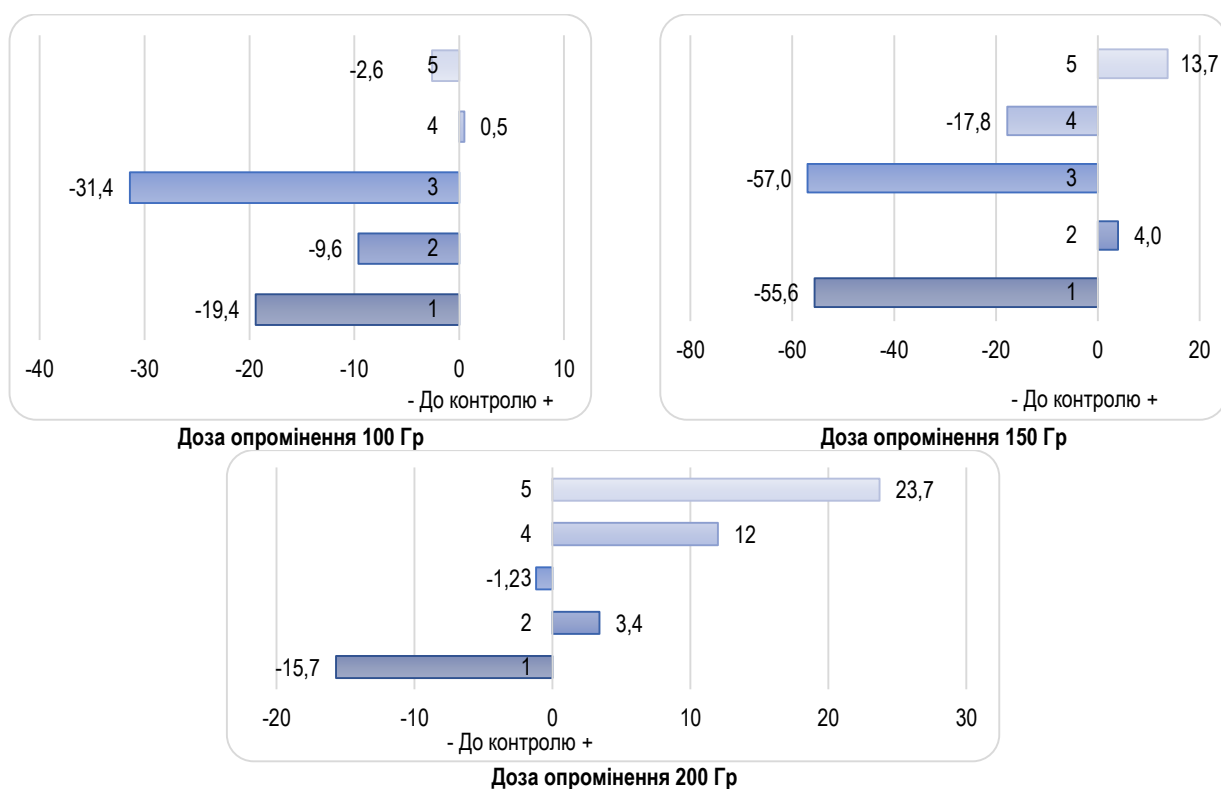


Рис. 2. Різниця з контролем енергії проростання насіння залежно від доз опромінення, 2015 р.

Примітка: номери комбінацій аналогічні наведеним у таблиці 2.

Специфічний взаємний вплив спадковості та використання радіаційного опромінення виявлений за дози 150 Гр. У цьому варіанті тільки в двох популяціях мала місце стимулююча дія на енергію проростання насіння, причому у комбінації 10.6Г38 х Летана перевищення контролю становило 13,7 %.

Ще кращі результати отримані за використання дози опромінення 200 Гр. У трьох популяціях виявлений стимулюючий ефект дози на енергію проростання насіння. Особливо виділилась у цьому відношенні потомство з походженням 10.6Г38 х Летана, у якої мав місце найвищий стимулюючий вплив у досліді.

Тільки в одній комбінації 08.195/73 х Летана у кожному з варіантів опромінення отримані позитивні результати,

хоча з невеликим абсолютним значенням різниці з контролем. У популяції 10.6Г38 х Летана це стосувалось двох варіантів: 150 і 200 Гр.

Опромінення насіння в 2014 і 2015 роках по-різному відбулось на відмінностях з контролем за обліком впродовж 5–9 діб та всього пророслого насіння (табл. 3). Після трирічного зберігання частка пророслого насіння за проміжок 5–9 діб у варіанті з дозою 100 Гр була більшою, ніж у контролі у чотирьох комбінаціях, хоча відмінність між ними виявилась невеликою. Аналогічне стосувалось всього пророслого насіння, проте із значно більшою різницею між популяціями, які позитивно реагували на опромінення: від + 1,2 до + 9,4 %.

Таблиця 3

Різниця з контролем за проростанням насіння на 5–9 добу після намочування та всього залежно від походження та доз опромінення

Комбінація схрещування	Доза опромінення, Гр	Різниця з контролем (%)	
		за 5–9 добу	пророслого, всього
2014 р.			
91.318-6 х Світанок київський	100	-2,4	-0,4
89.24с34 х Калинівська	100	+0,6	+1,2
Щедрик х Струмок	100	-1,2	-1,4
81.397с50 х Барбара	100	+0,9	+2,9
89.141с193 х Верді	100	+2,6	+9,4
90.673/48 х Калинівська	100	+1,3	+7,2
91.318-6 х Світанок київський	150	+11,0	+17,3
89.24с34 х Калинівська	150	+4,7	+8,0
Щедрик х Струмок	150	-4,2	-5,4
81.397с50 х Барбара	150	-0,2	-0,4
89.141с193 х Верді	150	-1,1	-1,6
90.673/48 х Калинівська	150	+5,9	+7,6
91.318-6 х Світанок київський	200	+1,0	+5,7

Комбінація схрещування	Доза опромінення, Гр	Різниця з контролем (%)	
		за 5–9 добу	пророслого, всього
89.24с34 х Калинівська	200	+7,3	+12,3
Шедрик х Струмок	200	+1,4	+4,4
81.397с50 х Барбара	200	+8,0	+11,6
89.141с193 х Верді	200	+11,1	+15,2
90.673/48 х Калинівська	200	+17,5	+25,9
2015 р.			
10.6 Г 38 х Летана	100	-2,0	-21,4
08.195/73 х Межирічка	100	-5,4	-15,0
08.195/73 х Подолія	100	-7,0	-38,4
08.195/73 х Летана	100	-2,9	-2,4
10.6 Г 38 х Тирас	100	-0,6	-3,2
10.6 Г 38 х Летана	150	-4,5	+9,1
08.195/73 х Межирічка	150	-3,9	-21,7
08.195/73 х Подолія	150	-4,2	-61,2
08.195/73 х Летана	150	-9,0	-5,0
10.6 Г 38 х Тирас	150	-2,9	-58,5
10.6 Г 38 х Летана	200	+0,3	+24,0
08.195/73 х Межирічка	200	-6,7	+1,3
08.195/73 х Подолія	200	+1,1	0,0
08.195/73 х Летана	200	0,0	+3,2
10.6 Г 38 х Тирас	200	+9,2	-6,5

Менший позитивний вплив, ніж за згаданої дози, мала місце обробка насіння дозою 150 Гр. Тільки в половини популяцій виявлений стимулюючий вплив як на проростання впродовж 5–9 діб, так і загальної частки пророслого насіння. Водночас, різниця з контролем була більшою на відповідно 4,7–11,0 та 7,6–17,3 %.

Найвищий позитивний ефект отримано за обробки насіння дозою 200 Гр. Не виділено жодної комбінації з від'ємною різницею, порівняно з контролем. Максимальне значення її також було більшим, ніж у інших двох варіантах: 17,5 % за обліками на 5–9 добу та 25,9 % від всього пророслого насіння. Обидва показники стосувались популяції 90.673/48 х Калинівська.

Порівняно з викладеним вище, інші результати отримані за опромінення свіжого насіння. У жодної комбінації не виявлено стимулюючого впливу радіаційного опромінення дозами 100 і 150 Гр як на різницю з контролем за часткою пророслого насіння у період 5–9 діб, так і за весь час закладання дослідів. Виняток склала популяція 10.6Г38 х Летана у варіанті з дозою 150 Гр і стосовно всього пророслого насіння.

Інше встановлено у варіанті з дозою опромінення 200 Гр. У трьох комбінацій з п'яти виявлений стимулюючий вплив на проростання насіння впродовж 5–9 діб, а в одній (08.195/73 х Летана) не відмічено різниці з контролем. Максимальною вона була у популяції 10.6Г38 х Тирас – 9,2 %.

Деяко інше стосувалось частки всього пророслого насіння. Хоча, порівняно до контролю, додатне значення різниці мало місце у трьох комбінаціях, а в одній отримані тожні дані, але викладене стосувалось насіння з іншим походженням, ніж згадувалось. Винятком була тільки популяція 10.6Г38 х Летана, у якої позитивний вплив опромінення на проростання насіння спостерігався як впродовж 5–9 діб, так і всього періоду. Різниця з контролем у неї становила 24,0 %, що виявилось найвищим для 2015 року.

Обговорення. Тільки використання радіаційного опромінення насіння дозволяє об'єднати рекомбінацію спадковості у процесі його отримання та виявити специфічність реакції різних доз опромінення на проростання насіння. Крім

цього, порівняно з бульбами, ботанічне насіння картоплі має невеликі розміри. Маса однієї насінини становить близько 0,6 мг (Podhaietskiy, 2002), що значно знижує витрати на перевезення матеріалу.

Хоча насіння картоплі і можна зберігати тривалий час, проте, навіть, незначні порушення дотримання оптимальних умов цього процесу значно знижує його життєздатність. Для покращення ситуації застосовуються різні стимулятори, біотехнологічні методи (Podhaietskiy, 1991) тощо.

У дослідженнях Н. Lopez-Mendoza разом із колегами (Lopez-Mendoza et al., 2012) з *Capsicum annuum* L. варіантами опромінення насіння були 20, 40, 60, 80, 100 і 120 Гр. Виявлений у нашій роботі вплив на енергію проростання, життєздатність насіння різних доз опромінення, походження його підтвердилось іншими дослідниками (Kamolprasert & Morehouse, 2004).

Виявлення оптимальних доз радіаційного опромінення насіння залежить від біологічних особливостей культур. Наприклад, у соняшника стимулюючими виявились 100 і 200 Гр (Diaz et al., 2018). Для насіння кукурудзи великі дози (більше 500 Гр) негативно впливали на його проростання (Marcu et al., 2013). У наших дослідженнях виявлена специфічна реакція походження насіння на дози опромінення, а також період зберігання.

Висновки. Доведено, що енергія проростання гібридного насіння, продовження цього процесу до 5–9 діб реалізується від численних причин: строків зберігання насіння, доз опромінення та взаємозв'язку із його спадковістю. Виявлено, що використання насіння з тривалим періодом зберігання дозволило поліпшити його енергію проростання, наступне проростання під впливом радіаційного опромінення, особливо дозою 200 Гр, що дозволило, порівняно з контролем, отримати всього пророслого насіння на 13,1 %. Залучення у дослідження насіння однорічної давності не стимулювалось до життєздатності дозами 100 і 150 Гр, хоча різниця між контролем і варіантом з 200 Гр дозволила збільшити частку всього пророслого насіння на

10,3 %. Виявлений специфічний вплив біологічних особливостей компонентів схрещування на проростання насіння в контролі. З шести комбінацій, насіння яких зберігалось три роки, найбільше проростків отримано в комбінації 91.318-6 х Світанок київський 25,7 %, що в 3,7 разів більше, порівняно з популяцією 81.397с50 х Барбара. Ще більший вплив на проростання насіння в контролі виявлений за використання минулорічного насіння. Найвищий прояв показника мав місце в комбінації 10.6Г38 х Тирас – 97,9 %, що виявилось краще, ніж використання запилювачем сорту Летана на 23,6 %. Для материнської форми бекросса 08.195/73 найкращим запилювачем виявився сорт Межирічка, а найгіршим з трьох – сорт Летана з різницею у вираженні показника 26,3 %.

Доведений вплив на енергію проростання гібридного насіння взаємного впливу доз опромінення та походження матеріалу. Для насіння, яке зберігалось три роки, в усіх шести комбінаціях виявлений стимулюючий вплив на процес проростання дози опромінення 200 Гр. Найбільша різниця з контролем була в комбінації 90.673/48 х Калинівська – 8,0 %. Водночас, мінімальне значення показника відмічено у популяції Щедрик х Струмок – 3,0 %. На використання доз 100 або 150 Гр комбінації реагували по-різному, аж до інгібіруючого

впливу. Виявлений специфічний вплив на енергію проростання гібридного насіння обробки, одержаного у минулому році. У кожному з варіантів обробки виявлені комбінації з меншим, або більшим вираженням показника, хоча за використання дози 100 Гр позитивний ефект отриманий лише у комбінації 08.195/73 х Летана, 150 Гр – 10.6Г38 х Тирас та 08.195/73 х Межирічка, а за 200 Гр – 10.6Г38 х Тирас, 08.195/73 х Летана і 08.195/73 х Межирічка. Доведено, що насіння, які тривалий час зберігалось (як мінімум три роки) можна, порівняно з контролем, продовжити його проростання до 5–9 діб, а також збільшити загальну кількість пророслого. Незалежно від специфічності комбінацій це вдалось зробити, опромінюючи насіння дозою 200 Гр. Ще у двох варіантах: 100 і 150 Гр половина і більша половини комбінацій, відповідно, мали згадану характеристику. У свіжого насіння за використання дози 200 Гр у половини популяцій були вищі результати, ніж у контролі, а в однієї отримані ідентичні дані, хоча за часткою насіння, яке проросло за 5-добу та всього пророслого однакову реакція мало лише потомства 10.6Г38 х Летана.

Бібліографічні посилання:

1. Tower, W. Z. (1906). An investigation of evolution in Chrysomelid Beetles of the genus *Leptinotarsa*. Gagnevie Institution of Waachington, 48, 8.
2. Blaringhem, L. (1908). Mutation of traumatismas. Etude aur Levolution desformes vegetales. Paris, 15.
3. Nadson, G. A. (1935). Jeksperimental'noe izmenenie nasledstvennyh svojstv mikroorganizmov [Experimental change in the hereditary properties of microorganisms], Moskva
4. Nadson, G. A., & Filippov, G. S. (1925). O vlijanii rentgenovyh luchej na polovoj process i obrazovanie mutantov u nizshih gribov [On the influence of X-rays on the sexual process and the formation of mutants in lower fungi]. Vestn. rentgenologii i radiologii, 3(6), 305–310.
5. Delone, L. N. (1932). Rentgenomutacii u pshenicy [X-ray mutations in wheat]. Trudy laboratorii genetiki AN SSSR, 9, 173–180 (in Russian).
6. Delone, L. N. (1957). O metode radiacionnoj selekcii [About the method of radiation selection]. Selekcija i semenovodstvo, 4, 23–27 (in Russian).
7. Sapegin, A. A. (1935). Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii [Works on applied botany, genetics and breeding]. T. 11, Moskva, VASHNIL, 11.
8. Asseyeva, T. & Blagovidova, M. (1935). Artificialmutationin the potato. Bull. Appl. Bot. Genetic sand Plant Breed, 15, 81–85.
9. Zia, M. A. B., Bakhsh, A., & Caliskan, M. E. (2018). Mutation breeding in potato: Endeavors and Challengis. The J. Anim. Plant. Sci., 28(1), 286–295.
10. Singh, U. (1970). Radiation induced hooded eye mutants in potato. Sci. Cult., 36, 609–610.
11. Mohanjain, S. (2012). Mutagenesis in crop improvement under the climate change. Romanian Biotechnological Lettes, 15(2), 88–106.
12. Iman, M., Haiba Mona, F., & Abd-El, A. (2008). Biochemical effect of potato irradiation on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (*Lepidoptera-Gelechiidae*). Egypt. Acad. J. Biolog. Sci., 1(2), 1–11.
13. Avdyukhina, V. M., Bliznyuk, U., Borschegovskaya, Yu. Yu. P., Ilyushin, A. S., Levin, I. S., Studenikin, F. R., & Chernyaev, A. P. (2016). Change of the kinetics of potato tuber sprouting after X-ray irradiation. Scientific notes of the Faculty of Physics M.V. Lomonosov Moscow State University, 3, 345–351.
14. Rezaee, M., Almassi, M., Majdabadi, A., Minaei, S., & Khodaddi, M. (2011). Potato Sprout and Tuber Quality after Post Treatment with Gamma Irradiation on Different Dates. J. Agr. Sci. Tech., 13, 829–842.
15. Marcu, D., Damian, G., Cosma, C., & Cristea, V. (2013). Gamma radiation effects on seed germination. growth and pigment content. and ESR study of induced free radicals in maize (*Zea mays*). J. Biol. Phys., 39(4), 625–634.
16. Toni, A., Wiendl, T. A., Wiendl, F. W., Arthur, P. B., Franco, S. S. Franco, J. G., & Arthur, V. (2013). Effects of gamma radiation in tomato seeds. International Nuclear Atlantic Conference - INAC. Recife. PE. Brazil. November 24–29, 42–45.
17. Kozachenko, M. R. (2010). Experimental mutagenesis in barley selection, Kharkiv, 296 (in Ukrainian).
18. Souleymane Bado, Matumelo; Alice Rafiri, Kaoutar El-Achouri; Enoch, Sapey; Stephan Nielen, Abdelbagi; Mukhtar, Ali Ghanim; Brian Peter, Forster; Laimer, M. (2016). *In vitro* methods for mutation induction in potato (*Solanum tuberosum* L.). African Journal of Biotechnology, 15(39), 2132–2145.

19. Ulukapi, K., & Nasircilar, A. G. (2015). Developments of Gamma Ray Application on Mutation Breeding Studies in Recent Years International Conf. On Agricul. Biolog. & Environment. Sci., 22–23 July, 31–34.
20. El-Hetawy, D. Y. M., AbdEl-Sabour, M. S., Refaat, M. H., & Salim, T. M. (2018). *In vitro* induction of salt tolerant potato (*Solanum tuberosum* L.) Plants with gamma irradiation and characterization of genetic variations through SDS-PAGE and ISSR-PCR analysis. Plant Biotechnology. 4th Intern. Conf. of Biotech. Applic. in Agric. Egypt. 4–7 April, 2018, 167–176.
21. Yaycili, O., & Alicamanoglu, S. (2012). Induction of Salt-Tolerant Potato (*Solanum tuberosum* L.) Mutants with Gamma Irradiation and characterization of Genetic Variations via RAPD-PCR Analasis. Turkish Journal Biol., 36, 405–412.
22. Afrasiab, H., & Iqbal, J. (2010). *In vitro* Techniques and Mutagenesis for the Genetic Improvement of Potato cvs. *Desiree* and *Diamant*. Pac. J. Bot., 42(3), 1629–1637.
23. Sherin, A., Mahfouze Amira, M., Esmael, Heba, & Allah, A. (2012). Mohasseb Genetic improvement of potato microtuber production *in vitro* by gamma irradiation. Biotechnology Apl., 19(4), 239–245.
24. Podhaietskiy, A. A. (2004). Discription of potato resources and their practical use. Yurjev Plant Production Institute. 103–109.
25. Podgaietskiy, A. Ad., Kravchenko, N. V., & Podgaietskiy, A. An. (2017). Results of use in potato selection of interspecific hybrids with participation of *S. bulbocastanum* Dun. Proceedings on Applid Botany. Genetics and Breeding, 178(2), 33–37 (in Russian).
26. Zhatova, H. O. (2009). General seed studies. University Book, Sumy, 272 (in Ukrainian).
27. Podhaietskiy, A. A. (2002). Kartoplja. Vyroshhuvannja kartopli z vykorystannjam botanichnogo nasinnja [Potato. Growing potatoes using botanical seeds]. Kyi'v, 1, 290–313.
28. Podhaietskiy, A. A. (1991). Vyrashhivanie semjan iz zarodyshej n vitro [Growing seeds from embryos in vitro]. Tezisy dokl. Vsesojuzn. konf. Chernovcy, 1, 54.
29. Komolprasert, V., & Morehouse, K. (2004). Irradiation of Food and Packaging: Resent Developments. Amer. Chemical Society, 107–116.
30. Lorez-Mendoza, H., Carrillo-Rodriguez, J. C., & Chavez-Servia, J. L. (2012). Effect of gamma-irradiated seed on germination and growth in *Capsicum annuum* L. plants grown in a Greenhouse. Acta Horticulturae, 947, 77–81.
31. Diaz, L. E., Garcia, S. A. L., Morales, R. A., Baez, R. I., Perez, V. E., Olivar, H. A., Vargas, R. E. J., Hernandez, H. P., Delacruz, T. E., Garsia, A. J. M., Loeza, C. J. M. (2018). Effect of gamma radiation of ⁶⁰Co on sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) (Asteraceae) from irradiation achenes. Scientia Agropecuaria, 9(3), 189–193.

Podgayetsky A. A., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kravchenko N. V., Doctor (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kryuchko L. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Stavytsky A. A., PhD (Agricultural Sciences), Director, Okhtyrka college of Sumy National Agrarian University, Okhtyrka, Ukraine

SUSTAINABILITY OF BACKCRSED POTATO SEEDS OF DIFFERENT SHELF LIFE UNDER THE INFLUENCE OF IONIZING IRRADIATION

The article presents the results of a study on the combination of the use of two methods: remote hybridization of potatoes and radiation, their impact on seed viability: germination energy and subsequent germination. The source material in the study used seeds from backcrossing of complex interspecific hybrids (three-six-species) with different pollinators both at the last stage and the previous ones. Dry seeds were treated with γ-rays, the source of which was ⁶⁰Co on the installation "Teratron Elit-80" at the Institute of Plant Breeding. V. Ya. Yuriev NAAS of Ukraine. Irradiation intensity 7442 Ku. The following options are used: control, doses: 100, 150 and 200 Gy. Other techniques are common in potato growing.

It was found that the seeds, which were stored indoors for three years (sowing in 2014) reacted positively to its irradiation. For the realization of germination energy (the first four days), germination for 5–9 days and all overgrown seeds was the best option with a dose of 200 Gy, which exceeded the control, respectively, 1.7; 1.9 and 1.8 times. Much worse results (about a third) were obtained in the options of 100 and 150 Gy. Irradiation of seeds a year ago (sowing in 2015) had a similar effect, but in terms of germination energy it was inferior to the previously mentioned, even in control 12.6 times, although the share of germinated seeds for 5–9 days was a small difference – 2.1 times.

Proven effect on seed germination, different in origin in the control. Among the seeds three years ago, the optimal effect of its origin and irradiation with radioactive cobalt was found in the combination of 91.318-6 x Svitnok Kyiv with germination energy of 7.0 %, germination for 5–9 days was 18.7 % and overall germination – 25.7 %. Among the five year-old populations, these seeds accounted for 91.4 % and 97.9 %, respectively, relative to the first and third rates.

The mutual influence of germination doses, origin and shelf life of seeds on germination energy is proved. In terms of the total number of germinated seeds, the positive effect of radiation exposure, compared to the control, in 13 populations and their variants revealed a stimulating effect after three years of storage. A much worse effect of radiation on the overall germination was found with the use of fresh seeds. Only four populations and variants showed a positive effect on the process.

Key words: potatoes, hybrid seeds, radiation doses, germination energy, seed viability, laboratory germination, crossbreeding combinations, seed age.

Дата надходження до редакції: 29.08.2019 р.