



СЕЛЕКЦІЙНА ПРОГРАМА ПО СТВОРЕННЮ СОРТІВ КАРТОПЛІ РІЗНИХ НАПРЯМІВ ГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ ІННОВАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ КАРТОПЛЯРСТВА НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Представлено результати досліджень по визначенню принципів і методів добору по створенню сортів картоплі різних напрямів господарського використання, взаємопов'язаних з територіальними особливостями, шляхом багатофакторного аналізу взаємозв'язків компонентних ознак з комплексною ознакою на фоні паратипових впливів біотичних та абіотичних факторів. Отримані результати по виконанню селекційної програми представляють інноваційний потенціал новостворених, спеціалізованих відносно напрямку використання сортів картоплі.

Ключові слова: принципи і методи добору, багатофакторний нелінійний аналіз, 3Д-конфігурації, селекційні розсадники, інноваційні технології.

Згідно положень «Стратегії інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів» одним із ключових моментів інноваційної стратегії нашої держави має стати підвищення наукоємності ВВП, а одним із підзавдань – розвиток інноваційної інфраструктури, здатної оперативно і гнучко реалізувати необхідні в даний момент часу інновації, засновані на високих виробничих технологіях [1].

Суттєвою складовою інноваційних проектів на регіональному рівні є можливість залучення наукового та виробничо-технічного потенціалу, що включає: кваліфіковані наукові кадри, матеріально-технічне забезпечення, яке істотно впливає на рівень науково-технічних рішень, а також терміни створення і освоєння нововведень [2].

Одним із основних ризиків у галузі картоплярства є відсутність належної інфраструктури по зберіганню та глибокій переробці сировини. Тому її (інфраструктури) розвиток може бути важливою економічною перспективою інноваційного розвитку територій Полісся, як традиційних виробників картоплі. В Інституті сільського господарства Полісся розроблено програму з розвитку галузі картоплярства на території Житомирської області, одним із провідних моментів якої є розвиток насінництва, в тому числі виробництва доbazового насіннєвого матеріалу на основі сортів, придатних зокрема, для високотехнологічної переробки, адаптованих до еколого-географічних умов Житомирської області.

В сучасній практиці рослинництва все більшого розповсюдження набуває метод вирощування вузькоспеціалізованих сортів, адаптованих до умов локальних ділянок, з метою отримання максимального виходу продукції [3]. Тому створення сортів картоплі, які в

морфологічному плані максимально відповідають вимогам, що ставляться до сортів різних напрямів використання, є актуальним.

В Інституті сільського господарства Полісся склалися наукові традиції по створенню сортів різних напрямів використання та розробці сортових технологій відповідно до специфічних вимог сорту.

Добір являється в селекції основним лімітуючим темпоральним фактором при створенні сортів, тому визначення принципів, методів, а також напрямів добору є принциповим, так як значно зменшує часове навантаження на селекційну програму. Неправильний вибір стратегії і тактики добору може призвести до значних ресурсних перевитрат.

В Реєстрі сортів рослин України диференціація сортів представлена в основному групами стиглості, в той час як практично відсутнє ділення сортів відповідно до напрямів господарського використання.

Тому **метою досліджень** було розробити принципи і методи добору як провідного елементу селекційної програми по створенню сортів картоплі різних напрямів господарського використання, адаптованих до локальних умов, в т.ч. як елементу інноваційного розвитку території.

В ході проведення досліджень виконувались наступні завдання:

- розробити модель оптимізації поєднання компонентних ознак при формуванні комплексної в параметричному полі селекційних розсадників різних ступенів селекційної проробки, в т.ч. на рівні міжпопуляційної мінливості;

- в системі аельно-неалельної взаємодії генів на базі парамеричного пулу міжпопуляційної мінливості



компонентних ознак визначити модельні параметри сортів різних напрямів господарського використання.

Методика досліджень і схема розсадників. Вивчення загального параметричного пулу основних господарських ознак картоплі відбувається в колекційному розсаднику, де також виділяються батьківські пари для схрещувань. В розсаднику гібридизації вивчається комбінаційна здатність підібраних пар. Основна структуризація зразків та диференціація їх відносно напрямів господарського використання проводиться в селекційних розсадниках, де зокрема вивчається до 500 перспективних селекційних форм. Завдяки використанню в програмі гібридизації геноплазми гібридних зразків та сортів (в т.ч. занесених до Реєстру сортів рослин України) різних еколого-географічних груп, різних груп стиглості, з різними параметричними рівнями врожайності та вмісту крохмалю в бульбах існує можливість виділення зразків з оптимізованими рівнями, як продуктивних так і якісних ознак. Зокрема це сорти Сантарка, Доброчин, Тайфун, Звіздаль, Малинська біла, Радич, Довіра, Тетерів, Міранда, Тирас, Буян, Опал, Вінета, Явір, Завія та інші. Зразки оцінені за комплексом господарсько-цінних ознак в попередньому, основному і конкурсно-екологічному випробуваннях.

Для вирішення даного завдання нами запропонована схема добору на міжпопуляційному рівні, яка включає наступні елементи:

- створення загального векторно-градієнтного параметричного поля компонентних і комплексних ознак на базі внутрішньопопуляційної та міжпопуляційної мінливості у зразків колекційного, селекційного розсадників та конкурсного сортовипробування;

- аналіз в системі 2Д- та 3Д-конфігурацій загальнопараметричного пула ознак з метою встановлення методом послідовних ітерацій пріоритетності взаємозв'язків компонентних ознак при формуванні комплексної;

- методами графів, кластерного та спектрального аналізів виявлення нетипових, трангресивних, крайніх фенотипових сімей;

- на базі теорії комформного відображення в системі комплексних чисел при зміні мірності простору на ріманових поверхнях шляхом аналізу співпадіння та позитивної тензорної сумачії (що надає змогу виявлення напруженості параметричних полів у певних результуючих напрямках, тобто можливість прояву асимптотичної дискретної направленості) встановлення коефіцієнтів кореляційних плеяд та отримання канонічних формул;

- шляхом переведення отриманих формул в абстрактні поверхні з використанням алгебраїчних програм з'являється можливість (в режимі «он-лайн») прогностичного пошуку поєднань найбільш оптимальних параметрів компонентних ознак з метою синергетичної максимізації комплексної.

Використані принципи побудови математичних моделей запропоновані Г.Ю. Різніченко та F. Dumortier [4, 5].

Результати досліджень. При розробці концепції селекційної програми одним із важливих моментів є визначення напрямів та способів поєднання компонентних ознак при формуванні комплексної. В основу даної концепції покладено постулати [6, 7] про потужний, широко варіабельний генетичний потенціал культури, який здатний забезпечити різноманітну різновекторну спрямованість господарського використання новостворених сортів. Зокрема, одним із важливих моментів є винайдення шляхів можливості поєднання в одному сорті високої продуктивності та високого вмісту крохмалю в бульбах. Одним із перспективних та результативних шляхів на думку вчених [8] може бути перекомбінація високої крохмалистості та продуктивності, яка реалізується за рахунок трангресивного рекомбіногенезу. Механізм його застосування за схемою авторів наступний. Встановлено, що ознака контролюється серією доміантних адитивно діючих генів (полігенів), кожен з яких, сприяє підвищенню вмісту крохмалю в середньому на 3,0-3,3 %. Схрещування або самозапилення генотипів $A_4 B_2 b_2$ з рівнем крохмалистості 18-19 % дає в поколіннях розщеплення в співвідношенні 1:8:18:8:1, яке називається трангресивним і властиве адитивно діючим полігенам з характерним проявом позитивних і негативних трангресій. Крім того, за експериментальними даними дослідників, в залежності від еколого-географічних умов дослідних ділянок та погодних умов року, інтервал мінливості за вмістом крохмалю у відповідного набору зразків сягав 8,0-29,6 %. В умовах, які не сприяли утворенню крохмалю (надмірна вологість, низькі температури), інтервал мінливості ознаки у того ж самого набору зразків різко зменшувався, а нижня границя мінливості не перевищувала 6,9 %.

Таким чином, в зв'язку з наявністю багатьох генотипових і, відповідно, фенотипових класів, які формуються також і під впливом значної кількості паратипових факторів, виникла необхідність в використанні методів нелінійної математичної статистики для знаходження оптимальних параметрів поєднання компонентних ознак та умов зовнішнього середовища і елементів сортових технологій для взаємоув'язаного формування максимального рівня продуктивності.

Параметричну перспективу і, зокрема, максимальні ліміти комплексної ознаки продуктивності відображає міжпопуляційна мінливість господарсько-цінних ознак в розсадниках різних ступенів селекційної проробки. В розсадниках (КЕВС) проаналізована міжпопуляційна мінливість у зразків різних груп стиглості, різного еколого-географічного походження та різних комбінацій схрещувань за ознаками «урожайність бульб», «урожайність товарних бульб», «% товарних бульб», «вага однієї бульби», «вміст крохмалю», «смакові якості». Зокрема, в цілому, на міжпопуляційному

рівні встановлена тенденція від'ємної залежності між урожайністю і вмістом крохмалю та смаковими якостями, спостерігається позитивна залежність між вагою бульби та вмістом крохмалю (рис. 2). Дана тенденція підтверджується також результатами кластерного аналізу, де найменші евклідові відстані спостерігаються між ознаками «вміст крохмалю» – «смакові якості», «урожайність» – «товарна урожайність», «товарність» – «маса бульби» (рис. 1).

Але виділена група зразків, яка за характером поєднання «продуктивність», «вміст крохмалю» не відповідає виявленій негативній залежності, зокрема це зразки Ж Пк 05.42/5, Пк 04.39-1, П 05.20/5, Пк 03.13-2 тощо. За даними джерел [9, 10] існують сорти, які вдало поєднують високу продуктивність та високий вміст крохмалю. Це сорти Зарево (Інститут картоплярства, № К-UM0100181, продуктивність – 500 ц/га, вміст крохмалю – до 25 %) та Здабитак (білоруської селекції, продуктивність до 700 ц/га, вміст крохмалю – 22,0-25,5 %).

Дані тенденції можуть не спостерігатися при внутрішньокласовому аналізі міжпопуляційної мінливості, зокрема на рівні окремих зразків виявлений синергетичний зв'язок взаємопоєднання високих параметричних рівнів компонентних ознак, які на міжпопуляційному рівні характеризуються негативним зв'язком. Дане явище може пояснюватися особливостями формування морфотипу середньостиглих зразків, а також характеристиками еколого-географічної групи та властивостями певних гібридних комбінацій. Крім того, за результатами аналізу матриці міжпопуляційної мінливості комплексної та компонентних ознак за характером розподілу фенотипових класів варіаційних рядів та рівнів регресії встановлено, що кількісні ознаки, як правило, розподіляються за законом поліноміальних рядів, а якісні (в тому числі вміст крохмалю) до певної міри можуть характеризуватись варіаційним рядом з певною асиметрією (табл. 1).

Характеристика зразків в системі автоматизованого пошуку оптимального поєднання компонентних ознак на міжпопуляційному рівні представлена на діаграмі (рис. 3). За її допомогою полегшується пошук клонів або зразків, які оптимально поєднують всі види компонентних ознак на різних градієнтних фонах умов зовнішнього середовища. Візуально дана оптимізація представляється у вигляді різновекторно вирівняної піктограми. Зокрема, це зразки: Ж Пк 05.42/5, Пк 04.39-1, П 05.20/5, Пк 03.13-2 тощо.

При розробці комплексної моделі селекції, особливо з врахуванням параметрів сортових технологій, для локальних ділянок системи 3Д-конфігурацій недостатньо. Тому нами запропонована система моделювання динамічних нелінійних ситуацій з використанням фрактального аналізу та аналізу комплексних чисел на ріманових поверхнях у багатовимірному просторі за принципами побудови математичних моделей (Г.Ю. Різніченко та F. Dumortier) [4, 5].

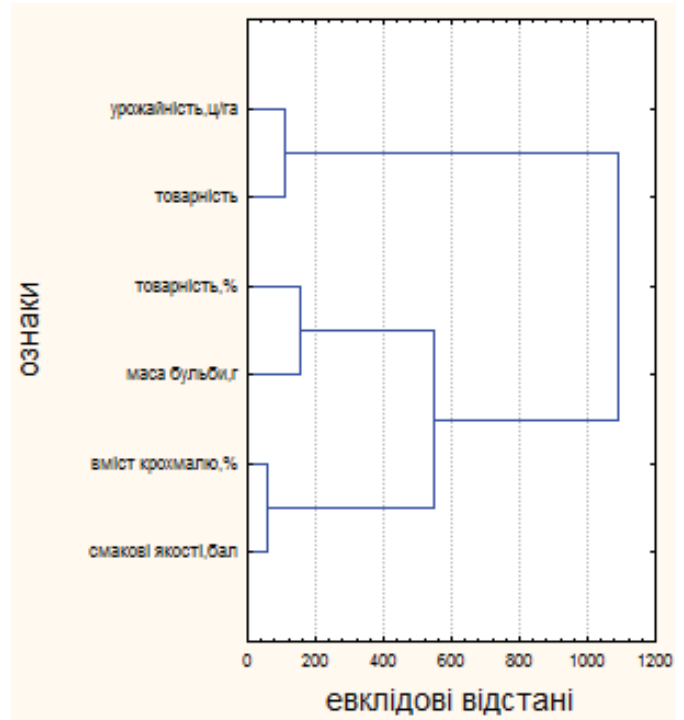


Рис. 1. Кластерний аналіз зв'язків комплексної та компонентних ознак в фазу технічної стиглості, 2011 р.

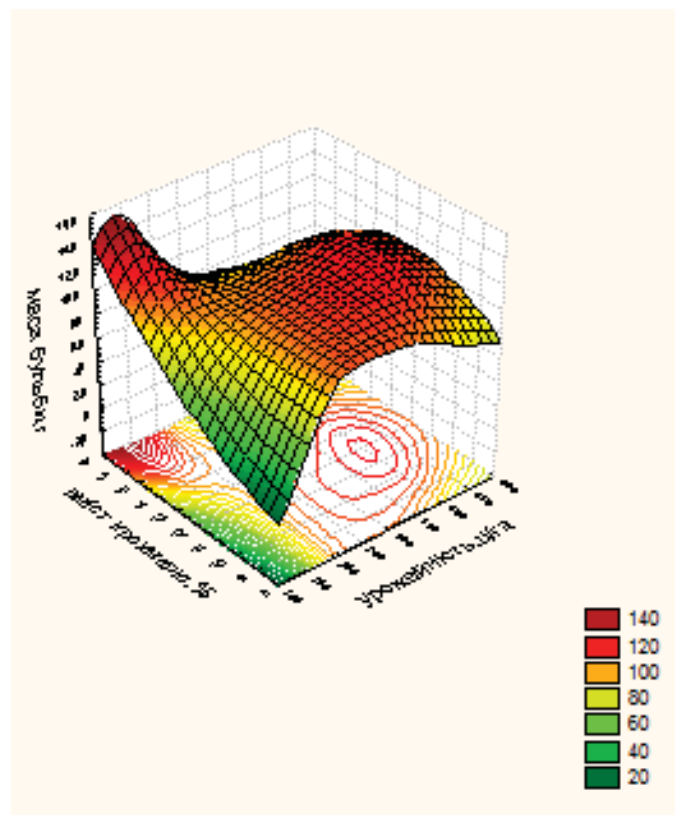


Рис. 2. Характер зв'язків між ознаками «маса бульби», «вміст крохмалю» та «урожайність» на міжпопуляційному рівні в фазу технічної стиглості, 2011 р.

Параметрична мінливість ознак зразків в розсадниках
еколого-географічного сортовипробування на міжпопуляційному рівні, 2011 р.

	Середнє	Мінімальний	Максимальний	Std.Dev.	Стандартна помилка	Асиметрія
урожайність, ц/га	200,6	49,0	296,0	60,0	7,9	-0,4
урожай товарний, ц/га	181,3	34,0	280,0	59,4	7,8	-0,4
товарність, %	89,2	69,4	95,5	5,8	0,8	-1,7
вага бульби, г	76,5	45,0	120,0	14,3	1,9	0,5
вміст крохмалю, %	9,8	5,9	16,7	1,5	0,2	0,4
смак, бал	3,8	3,1	4,6	0,4	0,1	0,4

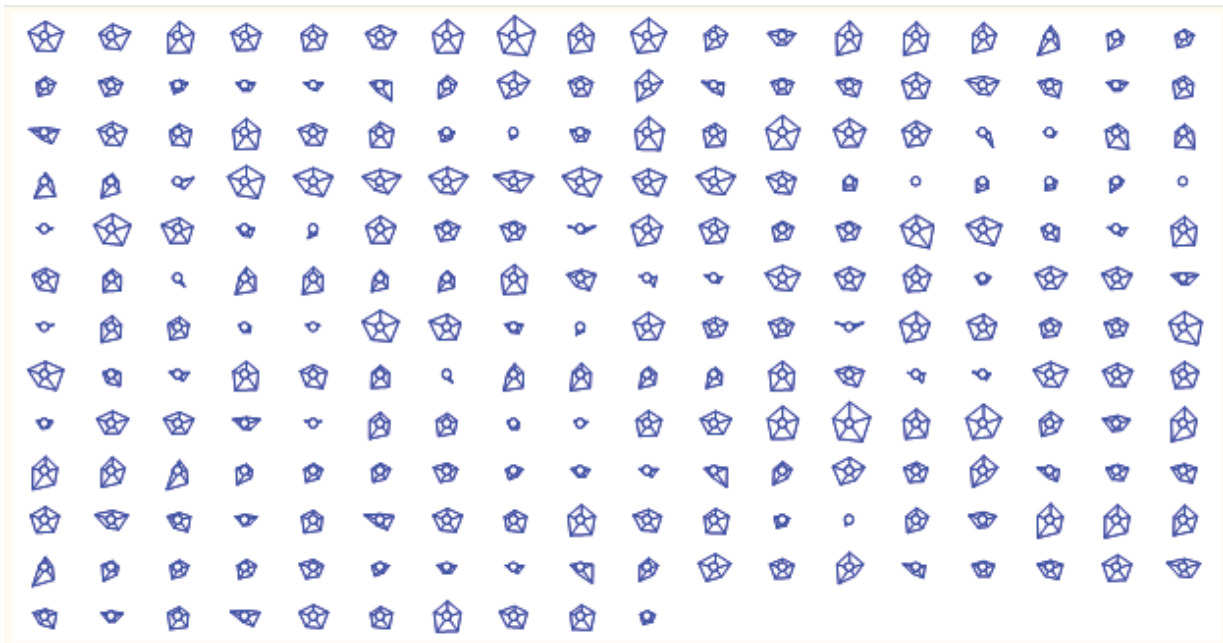
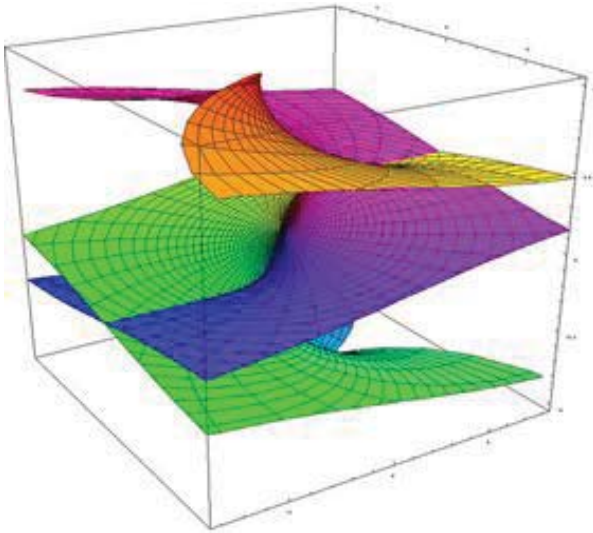


Рис. 3. Автоматизована система візуалізації характеристик зразків в селекційних розсадниках на міжпопуляційному рівні за компонентними ознаками стосовно оптимізації комплексної: «урожайність бульб» або «збір крохмалю» з врахуванням темпорального фактору відповідно до напрямку господарського використання сорту, 2009-2011 рр.

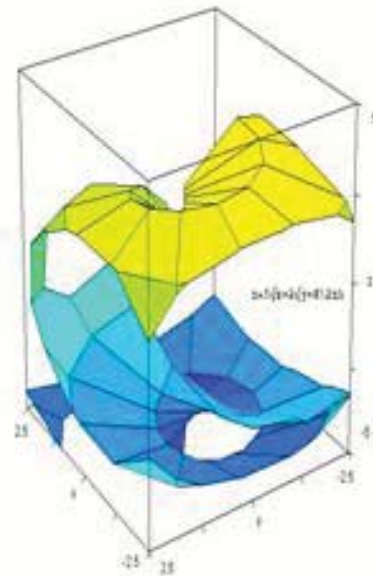
Дана модель представляє собою комплексну аналізуючу систему, яка побудована на принципах аналізу експериментально отриманих поверхонь шляхом переведу їх в систему канонічних рівнянь. На базі даних рівнянь будується абстрактна аналізуюча поверхня з використанням математичних програм. В дану систему вводяться параметричні показники морфологічних ознак зразків, ліміти параметрів зовнішнього середовища тощо. В режимі «он-лайн» проводиться пошук оптимального поєднання компонентних ознак на лімітуючих фонах відповідно до вибраного напрямку господарського використання сорту (рис. 4). Таким чином, кожен сорт в даній моделі відповідно до свого напрямку господарсько-

го використання та певних умов зовнішнього середовища і елементів сортових технологій знайде свій відповідний локус оптимізованого поєднання і компонентного узгодження у зв'язку з мультиколінеарністю та багатовекторністю активної абстрактної моделі.

В цілому, проведені дослідження підтверджують універсальність застосованих методів. Тому в зв'язку з розширенням спектрів використання сортів перспективою подальших досліджень є застосування інших шкал визначення продуктивності, зокрема збору крохмалю з одиниці площі (як інтегральної ознаки урожайності та вмісту крохмалю в бульбах) та енергетичної цінності новостворених сортів, в т.ч. для виробництва біопалива.



Теоретична модель. Отримано з http://uk.wikipedia.org/wiki/Файл:Riemann_surface_arc_sine.jpg



Активна модель для пошуку оптимальних поєднань компонентних ознак

Рис. 4. Об'єднання ріманових поверхонь в формі варіації лімітуючих параметрів через систему компонентних ознак при оптимізації (пошук максимальних значень) параметрів комплексної ознаки

Висновки. Одним із важливих елементів інноваційних проектів в напрямку підвищення наукоємності продукції і, відповідно, її конкурентоспроможності є залучення у виробництво насіннєвого матеріалу вузькоспеціалізованих високопродуктивних, саме в умовах локальних територій, сортів, оригіномом яких є установа, зона діяльності якої знаходиться на даній території.

Література

1. Стратегія інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.pir.dp.ua/uploads/StrategizInnovRazvitiyaUkr.doc. – Заголовок з екрану.
2. Гайфутдинова О.С. Некоторые вопросы формирования инновационного потенциала региона / О.С. Гайфутдинова // Вестн. Пермск. ун-та. – 2008. – Вып. 8. Экономика. – С. 5-14.
3. Сиволап Ю.М. Геном рослин і «молекулярна селекція» / Ю.М. Сиволап // Селекція і насінництво. – Х., 2008. – Вип. 96. – С. 34-42.
4. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. / Г. Ю. Ризниченко. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. – Ч. 1. – 232 с.
5. Dumortier F. Generic 3-parameters families of planar vector fields, unfoldings of saddle, focus and elliptic singularities with nilpotent linear parts / F. Dumortier, R. Roussarie, J. Sotomayor // Springer Lecture Notes in Mathematics. – 1991. – 1480. – P. 1-164.
6. Осипчук А.А. Актуальні питання селекції картоплі / А.А. Осипчук // Картоплярство. – К. : Урожай, 2004. – Вип. 33. – С. 27-32.
7. Подгаецький А.А. Характеристика генетичних ресурсів картоплі та їх практичне використання / А.А. Подгаецький // Генетичні ресурси рослин. – К., 2004. – № 1. – С. 103-109.
8. Симаков Е.А. Генетические основы селекции картофеля на улучшение питательной ценности / Е.А. Симаков, И.М. Яшина // Защита картофеля. – 2011. – № 1. – С. 2-5.
9. Сорта картофеля, возделываемые в России : кат. / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, Н.П. Складорова [и др.]. – М., 2009. – 92 с.
10. Реєстрація зразків генофонду рослин в Україні // Генетичні ресурси рослин. – К., 2010. – № 9. – С. 220.

Представлена математична модель для встановлення оптимальності поєднання компонентних ознак сорту відповідно до напрямку господарського використання в умовах певної локальної території шляхом аналізу параметричних полів зразків в системі комплексних чисел в розрізі селекційних розсадників різних рівнів селекційної проробки.



Представлены результаты исследований по определению принципов и методов отбора по созданию сортов картофеля разных направлений хозяйственного использования, взаимосвязанных с территориальными особенностями путем многофакторного анализа взаимосвязей компонентных признаков с комплексным признаком на фоне паратипических влияний биотических и абиотических факторов. Полученные результаты по выполнению селекционной программы представляют инновационный потенциал вновь созданных специализированных относительно направления использования сортов картофеля.

The results of researches are presented on determination of principles and methods of selection on creation of sorts of potato of different directions of the economic use interrelated with territorial features by the multivariate analysis of intercommunications of component signs with a complex sign on a background paratypic influences of biotic and abiotic factors. Results are got on implementation of the plant-breeding program will present innovative potential of the accrued sorts of potato specialized in relation to direction of the use.

УДК 635.21:631.527

Осипчук А.А., доктор с.-г. наук

Тактаев Б.А., кандидат с.-г. наук

Институт картоплярства НААН

УСПАДКУВАННЯ СТИГЛОСТІ ТА ОТРИМАННЯ РЕКОМБІНАНТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТИПІВ СХРЕЩУВАННЯ І БАТЬКІВСЬКИХ ФОРМ КАРТОПЛІ

Проаналізовано 12 комбінації схрещувань різних батьківських форм за стиглістю, урожайністю, крохмалистістю, стійкістю проти фітофторозу та вірусних хвороб, а також 128 комбінацій по успадкуванню стиглості в залежності від типів схрещувань в поєднанні з іншими ознаками. Виявлено комбінації схрещувань, найбільш придатні для селекції на комплекс ознак. При всіх типах схрещувань виділяються нащадки всіх груп стиглості, які поєднують урожайність на 10 % вище сортів-стандартів, високу стійкість проти фітофторозу і вірусних хвороб.

Ключові слова: картопля, генотип, батьківські форми, успадкування, стиглість, рекомбіанти, господарсько-цінні ознаки.

Для виробництва і споживачів важливо мати сорти різних груп стиглості і господарського призначення [1]. В Україні на 2013 рік занесено до Державного реєстру 156 сортів картоплі: ранніх – 50, середньоранніх – 51, середньостиглих – 39, середньопізніх – 16 [2]. Оскільки перед селекціонерами стоїть завдання створення нових сортів картоплі різних груп стиглості з високими господарсько-цінними показниками, то існує потреба дослідити характер успадкування стиглості і особливості поєднання її з іншими цінними ознаками. Відомо, що основні господарсько-цінні ознаки у картоплі контролюються домінантними генами або полігенами [2, 3, 4]. Труднощі вивчення розщеплення багатьох ознак пов'язані з автотетраплоїдною природою *S. tuberosum*, тому що гени, які їх контролюють, можуть бути в різному алейному стані. Скоростиглість є полігенною ознакою і успадковується домінантно [3, 4]. В практичній селекції застосовують як метод гібридизації, так і самозапилення. В потомстві від самозапилення одержують

форми, які використовуються як вихідний матеріал для подальших схрещувань.

Найбільшу кількість скоростиглих нащадків одержують від схрещування двох ранньостиглих батьківських форм [5]. В селекції на комплекс ознак доцільно використовувати різноманітний вихідний матеріал, в якості якого можуть бути міжвидові гібриди, вітчизняні і зарубіжні сорти внутрішньовидового та міжвидового походження.

Широка генетична база вихідного матеріалу, що залучається в схрещування, дає змогу серед нащадків відібрати гібриди, в яких скоростиглість добре поєднується з комплексом господарсько-цінних ознак [1, 4].

Матеріал і методи досліджень. Вихідним матеріалом в дослідженнях використовували селекційний матеріал початкових етапів селекції. Основні показники селекційного матеріалу оцінювали в порівнянні з сортами-стандартами всіх груп стиглості. В другому селекційному розсаднику проводили пробні підкопу-