

АНОТАЦІЯ

Котов Б. С. Адаптивна здатність сортів картоплі при вирощуванні в умовах *in vitro* та двоврожайною культурою на півдні України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Інститут зрошуваного землеробства НААН України, Херсон, 2020.

Ведення картоплярства на Півдні неможливе без застосування методів біотехнологічного оздоровлення насінневого матеріалу та двоврожайної культури, як для насінництва, так і для продовольчих цілей. Особливу роль, при цьому, набуває уточнення параметрів прийомів вирощування оздоровленого вихідного матеріалу різних сортів картоплі в культурі *in vitro* та випробування на придатність до двоврожайної культури – дослідження адаптивної здатності нових перспективних сортів картоплі різних груп стиглості до умов півдня України, стійкості до екологічного виродження, вивчення їх потенційної врожайності, оцінка здатності матеріалу формувати господарсько-цінні ознаки відповідно до вимог сучасного насінництва картоплі, зберігати насінневі та продуктивні якості, а також вивчення здатності формувати високі врожаї при ранньому збиранні, пробуджуватись під дією стимуляції, утворювати сходи та формувати високий рівень врожаю і вихід кондиційної насінневої картоплі в літньому садінні свіжозібраним бульбами. Польові та лабораторні дослідження проводили на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН та в лабораторії біотехнології картоплі, відповідно до загальноприйнятих методик польових досліджень та методичних рекомендацій.

Вперше встановлені особливості процесів росту, розвитку, індукції бульбоутворення та формування коефіцієнту розмноження рослин *in vitro* сортів різних груп стиглості за комплексного використання живильних середовищ різного складу та ярусів живця; встановлено оптимальне співвідношення досліджуваних факторів, що гарантує максимальну продуктивність рослин *in vitro* за зменшення використання матеріальних ресурсів. Встановлено закономірності та розроблено математичні моделі

кореляційно–регресійної залежності індукції бульбоутворення рослин картоплі в культурі *in vitro* залежно від прийомів вирощування та генетичних особливостей сортів.

Вперше в умовах півдня України визначено вплив кліматичних факторів вирощування на особливості росту та розвитку, адаптивний потенціал, вихід кондиційного насіння та формування господарсько–цінних ознак нових сортів картоплі для подальшого використання в селекційному процесі з метою створення сортів, придатних до вирощування двоврожайною культурою за зрошення. Розроблено спосіб оцінювання та добору сортів картоплі для підвищення точності ідентифікації на їх придатність до вирощування двоврожайною культурою.

Удосконалено процес відтворення оздоровленого вихідного насінневого матеріалу сортів картоплі різних груп стиглості в культурі *in vitro*.

Подальшого розвитку набули способи отримання мікробульб сортів картоплі *in vitro* різних груп стиглості та оптимізація процесу мікроклонального розмноження залежно від умов культивування рослин *in vitro*; способи оцінювання та добору сортів картоплі на придатність до двоврожайної культури.

На основі результатів досліджень розроблено спосіб оцінювання та добору сортів картоплі на придатність до двоврожайної культури та запропоновано науково–методичні рекомендації, що дозволить проводити ефективний відбір вихідного матеріалу з метою використання в селекційному процесі для створення високопродуктивних конкурентоспроможних сортів для умов зрошення півдня України.

Визначено оптимальний склад живильного середовища та ярус живцювання для сортів різних груп стиглості, що гарантовано забезпечують максимальний коефіцієнт розмноження та високу інтенсивність бульбоутворення рослин *in vitro*. В процесі мікроклонального розмноження ранньостиглого сорту картоплі Тирас для забезпечення високих показників інтенсивності бульбоутворення та економічної ефективності слід використовувати 1–3 яруси живцювання рослин *in vitro* та культивування на

живильному середовищі модифікації Інституту картоплярства НААН; середньораннього сорту Левада – як 1–3, так і 4–6 яруси живцювання при культивуванні на живильному середовищі модифікації Інституту зрошуваного землеробства НААН; середньостиглого сорту Явір – 1–3 яруси живцювання рослин *in vitro* при культивуванні на модифікованому живильному середовищі Інституту зрошуваного землеробства НААН. При цьому вирішальними факторами в процесі формування продуктивності рослин *in vitro* були, як окремо взяті сортові особливості, частка впливу яких коливалась від 19,1 до 47,8% і склад живильних середовищ (18,8–40,6%), так і їх взаємодія. Яруси живцювання впливали значно менше – 0,7–3,8% у структурі впливу факторів. Встановлено сильний кореляційний зв'язок між загальною кількістю мікробульб, що утворили рослини *in vitro* та масою мікробульб на одну рослину і взаємодією досліджуваних факторів ($R=0,889$ та $0,808$), відповідно. За результатами досліджень розроблено спосіб отримання мікробульб картоплі *in vitro* ранніх, середньоранніх та середньостиглих сортів. Розробку впроваджено в насінницький процес лабораторії біотехнології картоплі Інституту зрошуваного землеробства НААН.

Визначено нові перспективні сорти картоплі різних груп стиглості з підвищеним урожайним та адаптивним потенціалом для умов зрошення та придатні до вирощування двоврожайною культурою на півдні України. Для культивування на зрошенні у двоврожайній культурі на півдні України та забезпечення сезонного врожаю 37–43 т/га потрібно використовувати сорти картоплі з високою адаптивною здатністю до складних гідротермічних умов вирощування: ранньостиглі Тирас, Слаута, Фактор; середньоранній сорт Левада і середньостиглі сорти Слов'янка та Аніка. Рекомендоване їх використання у якості джерел господарсько-цінних ознак для створення нових сортів для південного регіону. Результати наукових досліджень впроваджені у господарстві ФОП «Коновальчук» на загальній площі 19 га та ФГ «Чернохатове» на площі 6,4 га. Результати впровадження підтвердили високу продуктивність рекомендованих сортів, при цьому чистий прибуток становив від 28,5 до 41,8 тис. грн/га.

Високою адаптивністю до природно-кліматичних умов півдня України за весняного садіння з коефіцієнтом адаптивності вище одиниці відзначаються ранньостиглі сорти картоплі Тирас, Слаута, Фактор та середньоранній сорт Левада з показниками (1,18; 1,20; 1,04 та 1,03, відповідно).

Пряма кореляційна залежність встановлена між висотою різних за стиглістю сортів картоплі станом на кінець фази цвітіння та виходом кондиційного насіння за раннього збирання. Коефіцієнти парної кореляції (r) за вирощування ранньостиглих сортів становили від $0,700 \pm 0,357$ у сорту Слаута до $0,908 \pm 0,210$ у сорту Фактор; сортів середньоранньої групи – від $0,845 \pm 0,267$ (сорт Злагода) до $0,981 \pm 0,097$ (сорт–стандарт Левада); сортів середньостиглої групи – від $0,354 \pm 0,468$ (Мирослава) до $0,936 \pm 0,176$ (Слов'янка).

За раннього збирання найбільшою насінневою продуктивністю володіє середньостиглий сорт Княгиня, за вирощування якого вихід кондиційного насіння склав 13,08 т/га проти 11,29 т/га (+1,79 т/га) за максимального виходу насінневих бульб – 52,1% (+6,6%, у порівнянні з контролем). Визначено високу щільність додатного лінійного зв'язку між виходом кондиційної насінневої картоплі та рівнем урожайності сортів картоплі різних груп стиглості за раннього збирання – коефіцієнт кореляції, при цьому, склав ($r=0,849 \pm 0,187$).

Високим адаптивним потенціалом до складних гідротермічних умов півдня України за збирання бульб біологічної стиглості при весняному садінні відзначаються ранньостиглі сорти картоплі: Тирас, Слаута та Фактор (1,12; 1,15 та 1,03, відповідно); середньоранній сорт Левада (1,05); середньостиглі сорти Княгиня і Аніка – 1,01 та 1,05, відповідно.

За літнього садіння свіжозібраними бульбами сорт картоплі Аніка сформував максимальну у своїй групі стиглості насінневу продуктивність та істотно перевищив сорт–стандарт, як за коефіцієнтом розмноження, так і за виходом кондиційної насінневої картоплі – 5,2 проти 4,2 та 10,95 т/га проти 9,32 т/га, відповідно.

Пряма кореляційна залежність встановлена між висотою різних за стиглістю сортів картоплі станом на кінець цвітіння та виходом кондиційної насінневої картоплі за літнього садіння свіжозібраними бульбами. Коефіцієнти

парної кореляції (r) у сортів ранньостиглої групи Дума та Фактор становили, відповідно, $0,807 \pm 0,295$ та $0,838 \pm 0,273$; середньоранньої групи – Левада ($r=0,704 \pm 0,195$) та Злагода ($r=0,682 \pm 0,366$); середньостиглої групи – Мирослава та Аніка, відповідно $r=0,725 \pm 0,345$ та $r=0,712 \pm 0,351$.

Високою адаптивністю за вирощування в літньому садінні свіжозібраними бульбами володіють ранньостиглі сорти картоплі Тирас, Слаута та Фактор – 1,09; 1,17 та 1,09; середньоранній сорт Левада – 1,09 та середньостиглі сорти Слов'янка та Аніка – 1,08 та 1,32, відповідно.

Висока щільність лінійного зв'язку встановлена між виходом кондиційної насінневої картоплі та рівнем урожайності сортів за літнього садіння свіжозібраними бульбами – коефіцієнт кореляції, при цьому, склав $0,967 \pm 0,090$.

Для використання в двоврожайній культурі найбільш придатними є ранньостиглі сорти картоплі Тирас, Слаута та Фактор, які забезпечують за сезон урожай $38,68$ – $43,17$ т/га; середньоранній сорт Левада ($38,47$ т/га) та середньостиглі – Слов'янка та Аніка з рівнем сезонного врожаю $36,48$ – $40,24$ т/га.

Ключові слова: картопля, сорт, мікробульба, *in vitro*, живильне середовище, ярус живцювання, індукція бульбоутворення, коефіцієнт розмноження, адаптивний потенціал, двоврожайна культура, урожайність, насіннева продуктивність.

ABSTRACT

Kotov B. S. Adaptability of potato varieties under the cultivation in the conditions *in vitro* and double crop in the South of Ukraine. – Qualifying scientific paper on the rights of the manuscript.

The dissertation for getting a scientific degree of the philosophy doctor by the specialty 201 – Agronomy. – Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, Kherson, 2020.

Potato growing in the South is impossible without the use of methods of biotechnological healing of the seed material and double cropping, both for seed production and for food purposes. A special role in this term is played by the

specification of the parameters of cultivation of the healthy initial material of different potato varieties in the *in vitro* culture and testing for suitability for double cropping – the study of the adaptability of new prospective potato varieties of different ripening groups to the conditions of the South of Ukraine, their resistance to ecological extinction, potential yield, assessment of the ability of the material to form economically valuable traits in accordance with the requirements of modern potato seed production, preserve seed and productive qualities, as well as the studying the ability to form high yields at early harvest, be aroused from dormancy through stimulation, germinate and form high yields and conditioned potato seed yields under the summer planting with freshly harvested tubers. The field and laboratory studies were conducted at the research field of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS and in the laboratory of potato biotechnology, in accordance with generally accepted methods of field research and methodological guidelines.

For the first time we determined the peculiarities of the processes of growth, development, induction of tuber formation and formation of the propagation coefficient of *in vitro* propagation of the varieties of different ripening groups under the integrated use of nutritious environment of different composition and tiers of grafting; the optimal ratio of the studied factors is determined, which guarantees the maximum productivity of the plants *in vitro* while reducing the use of material resources. Regularities and mathematical models of correlation-regression dependence of the induction of tuber formation of the potato plants in the *in vitro* culture depending on cultivation methods and genetic features of the varieties have been defined.

For the first time in the conditions of the South of Ukraine we determined the effect of climatic factors of cultivation on the peculiarities of growth and development, adaptive potential, yield of conditioned seeds and formation of economically valuable traits of new potato varieties for further use in the plant breeding process for the creation of the varieties, which would be suitable for the cultivation in double cropping under irrigation. A method of evaluation and selection of potato varieties has been developed to increase the accuracy of identification of their suitability for cultivation in double cropping.

The process of reproduction of the healthy initial seed material of potato varieties of different ripening groups in the *in vitro* culture has been improved.

The methods for obtaining micro-tubers of potato varieties *in vitro* of different ripening groups and optimization of the process of micro clonal propagation depending on the conditions of *in vitro* cultivation got further development; the methods for evaluation and selection of potato varieties for suitability in double cropping got further development.

Based on the study results, the method for evaluation and selection of potato varieties for suitability in double cropping was developed and scientific and methodological recommendations were proposed, which will allow effective selection of initial material for its use in the plant breeding process to create highly productive competitive varieties for the irrigated conditions of the South of Ukraine.

The optimal composition of the nutritious environment and the tier of grafting the varieties of different ripening groups have been determined, which is expected to guarantee the provision of the maximum reproduction rate and high intensity of plant tuber formation *in vitro*. In the process of micro clonal propagation of early-ripening potato variety Tiras to ensure high rates of tuber formation intensity and economic efficiency one should use 1-3 tiers of the plant grafting *in vitro* and cultivation in the nutritious environment modified by the Institute of Potato of NAAS; middle-early variety Levada – both 1-3 and 4-6 tiers of grafting if cultivated in the nutritious environment modified by the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS; middle-ripening variety Yavir – 1–3 tiers of grafting of the plants *in vitro* if cultivated in the modified nutritious environment of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS. The decisive factors in the process of forming plant productivity *in vitro* were both individual varietal traits, the share of which ranged from 19.1 to 47.8% and the composition of nutritious environment (18.8-40.6%), and their interaction. Grafting tiers caused significantly less effect – 0.7–3.8% in the structure of the effect of the factors. A strong correlation was found between the total number of micro-tubers formed by the plants *in vitro* and the mass of micro-tubers per plant and the interaction of the studied factors ($R = 0.889$ and 0.808), respectively. According to the results of the study, the method for obtaining potato micro-tubers *in vitro* of early,

middle-early and middle-ripening varieties has been developed. The development was introduced into the seed process of the potato biotechnology laboratory of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS.

New prospective potato varieties of different ripening groups with increased yield and adaptability to the irrigated conditions and suitable for double-cropping in the South of Ukraine have been identified. For double-cropping under irrigation in the South of Ukraine and to ensure a seasonal yield of 37–43 t/ha, it is necessary to use potato varieties with high adaptability to complex hydrothermal growing conditions: early ripening Tiras, Slauta, Factor; middle-early variety Levada and middle-ripening varieties Slovyanka and Anika. It is recommended to use them as the sources of economically valuable traits to create new varieties for the southern region. The results of the scientific study were implemented in the farm FOP "Konovalchuk" on the total area of 19 hectares and FG "Chernokhatove" on the area of 6.4 hectares. The results of the implementation confirmed the high productivity of the recommended varieties, with a pure profit within 28.5 to 41.8 thousand UAH/ha.

High adaptability to natural and climatic conditions of the South of Ukraine at the spring planting with a coefficient of adaptability above one is observed in the early-ripening potato varieties Tiras, Slauta, Factor and middle-early variety Levada with the indices (1.18; 1.20; 1.04 and 1.03, respectively).

A direct correlation is established between the height of different by ripening potato varieties at the end of the flowering phase and the yield of conditioned seeds at early harvest. The pairwise correlation coefficients (r) at the cultivation of early-ripening varieties ranged from 0.700 ± 0.357 in the variety Slauta to 0.908 ± 0.210 in the variety Factor; in the varieties of middle-early group – from 0.845 ± 0.267 (variety Zlagoda) to 0.981 ± 0.097 (variety-standard Levada); in the varieties of middle-ripening group – from 0.354 ± 0.468 (Myroslava) to 0.936 ± 0.176 (Slovyanka).

At the early harvest, the middle-ripening variety Knyaginya possesses the highest seed productivity, for the cultivation of which the yield of conditioned seeds was 13.08 t/ha against 11.29 t/ha (+1.79 t/ha) with the maximum yield of seed tubers – 52.1% (+6.6%, compared to the control). The high density of a positive linear relationship between the yield of conditioned potato seeds and the level of potato

yield in the varieties of different ripening groups at the early harvest was determined – the correlation coefficient was ($r = 0.849 \pm 0.187$).

High adaptive potential to difficult hydrothermal conditions of the South of Ukraine at harvesting tubers of biological maturity at the spring planting is fixed in the early-ripening varieties of potato: Tiras, Slauta and Factor (1.12; 1.15 and 1.03, respectively); in the middle-early variety Levada (1.05); in the middle-ripening varieties Knyaginya and Anika – 1.01 and 1.05, respectively.

At the summer planting with freshly harvested tubers, the Anika potato variety formed the maximum seed productivity in its maturity group and significantly surpassed the standard variety, both in terms of reproduction rate and yield of conditioned potato seed – 5.2 vs. 4.2 and 10.95 t/ha against 9.32 t/ha, respectively.

A direct correlation is established between the height of different potato varieties in terms of ripening at the end of flowering and the yield of conditioned potato seeds at the summer planting with freshly harvested tubers. The pairwise correlation coefficients (r) in the early-ripening varieties Duma and Factor were 0.807 ± 0.295 and 0.838 ± 0.273 , respectively; in the middle-early group – Levada ($r = 0.704 \pm 0.195$) and Zlagoda ($r = 0.682 \pm 0.366$); in the middle-ripening group – Myroslava and Anika, respectively, $r = 0.725 \pm 0.345$ and $r = 0.712 \pm 0.351$.

Early-ripening potato varieties Tiras, Slauta and Factor have a high adaptability for cultivation at planting with freshly harvested tubers in the summer planting – 1.09; 1.17 and 1.09; the middle-early variety Levada – 1.09 and middle-ripening varieties Slovyanka and Anika – 1.08 and 1.32, respectively.

The high density of linear connection was established between the yield of conditioned potato seeds and the level of yield of the varieties at the summer planting with freshly harvested tubers – the correlation coefficient was 0.967 ± 0.090 .

The most suitable for double-cropping potato varieties are early-ripening Tiras, Slauta and Factor, which provide a yield of 38.68–43.17 t/ha per season; the middle-early variety Levada (38.47 t/ha) and middle-ripening – Slovyanka and Anika with a seasonal yield of 36.48–40.24 t/ha.

Key words: *potato, variety, micro-tuber, in vitro, nutritious environment, tier of grafting, tuber formation induction, propagation coefficient, adaptive potential, double-cropping, yield, seed productivity.*