

## АНОТАЦІЯ

Очкала О.С. Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких температур в умовах Південного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агронія. – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН, Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон, 2021.

Нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) – одна із найбільш розповсюджених бобових культур світу. За посівними площами та валовим виробництвом він займає третє місце у світі серед бобових. Для вирощування та отримання високих урожаїв цієї культури ґрунтові та погодно-кліматичні умови України є цілком сприятливими. Завдяки високому попиту на світовому ринку та привабливій ціні нут поступово збільшує розповсюдження в нашій країні, і на сьогодні займає уже близько 80 тис. га, з перспективою розширення посівних площ до 500 тис. га, а в майбутньому навіть понад 1 млн. га. Нут за посухостійкістю займає одне з перших місць серед бобових культур, але для отримання сходів необхідно 130-140 % вологи від маси насіння.

В умовах зміни клімату, частих ґрунтових та повітряних посух, ранні та надранні посіви нуту мають свої переваги для отримання якісних сходів. Але низькі позитивні температури спричинюють уповільнення проростання насіння та розвиток патогенної мікрофлори, що в свою чергу призводить до зниження польової схожості і складових елементів продуктивності посіву. Тому пошук шляхів запобігання впливу негативних факторів на початку вегетації рослин нуту та здатність використання зимових запасів вологи сприятиме успішному розв'язанню проблеми впливу недостатнього забезпечення вологою під час вегетації і підвищення продуктивності та якості насіння нуту.

Сорти нуту, які рекомендуються для виробництва в Україні, мають задовольняти всі вимоги виробників, зокрема характеризуватися високою

продуктивністю, високим вмістом білка, стійкістю до хвороботворних патогенів та шкідників і мати високу адаптивну здатність до умов вирощування.

Виходячи з цього, потрібно володіти вихідним матеріалом нуту звичайного для використання в селекції, з метою створення сортів, пристосованих до зони ризикованого землеробства на півдні та в центрі України, з високими продуктивними та якісними показниками.

У дисертації наведено теоретичне дослідження та вирішення важливої наукової проблеми селекції нуту звичайного шляхом аналізу та оцінки продуктивності селекційного матеріалу, його реакції на низькі позитивні температури під час проростання, визначення потенційних джерел стійкості до низьких позитивних температур та виділення цінних батьківських компонентів за даною ознакою; створення перспективного вихідного матеріалу з комплексом цінних господарських ознак та стійкістю до низьких позитивних температур; впровадження новостворених ліній у селекційні програми та у виробництво, що має стратегічне значення в галузі селекції і насінництва нуту звичайного.

За результатами досліджень уперше висвітлені питання з удосконалення елементів технології вирощування сортів нуту звичайного за різних строків сівби, що надало можливості покращити схожість насіння, стійкість рослин до низьких позитивних температур, внаслідок чого збільшити врожайність посівного матеріалу адаптованого до умов Південного Степу України.

Визначення кращих ліній, що поєднують в собі високі показники кількості та маси насіння з однієї рослини, джерел стійкості до збудників фузаріозу з високою схожістю за низьких позитивних температур, дозволили запропонувати науково обґрунтовані рекомендації для селекційної практики і виробництва.

Рекомендовані перспективні лінії пройшли апробацію у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насінництва та

сортовивчення НААН. Вони характеризуються високою стійкістю до дії низьких позитивних температур та високою продуктивністю, яка переважає батьківську форму Ярина (3,05 г) 2,3-3 рази. Лінії 5033, 5150, 5360, 5362, 5382 включенні в селекційні програми відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН та впроваджені в селекційні програми Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН в якості вихідного матеріалу для селекції нуту звичайного на стійкість до низьких позитивних температур.

З метою вирішення поставлених завдань були проведені як польові, так і лабораторні дослідження з виділенням джерела цінної ознаки у нуту звичайного – стійкості до низьких позитивних температур. Таким чином були визначені генотипи Краснокутський 123 – 98,89%, Александрит – 96,68%, Пегас – 93,33% та Ярина – 53,33%, які, за результатами лабораторних досліджень, мали найкращі показники та виявились джерелами ознаки стійкості до низьких позитивних температур у цей період.

Удосконалено «методику холодне пророщування рослин» для культури нуту звичайного, з метою перевірки генотипів даної культури на стійкість до низьких позитивних температур під час проростання.

У лабораторних умовах, при виявленні залежності стійкості до хвороб рослин нуту звичайного під час проростання від низьких позитивних температур, встановлено, що використання фунгіцидних протруйників значно зменшує ризик виникнення хвороби і збільшує кількість схожих життєздатних рослин у 3 – 4 рази: від 28,32%, 16,68%, 14,98% (без застосування пестицидів) до 83,35%, 85,02%, 65% (при їх використанні) у сортів Розанна, Пам'ять, КСІ 16, відповідно.

Виявлено вплив низьких позитивних температур на швидкість водопоглинання насіння нуту звичайного. Встановлено, що стресовий чинник зменшує швидкість поглинання вологи насінням нуту від 5,51% до 17,94%.

Встановлено досить значну негативну кореляційну залежність між

водопоглинанням та проростанням за низьких позитивних температур  $r = -0,81$ ; подальшого дослідження.

На основі дисперсійного аналізу проростання за низьких позитивних температур насіння нуту звичайного виявлено ступінь впливу факторів на мінливість даної ознаки. Установлено, що найбільшу ступінь впливу на проростання насіння нуту звичайного має генотип рослини (36,6%). Тому, доцільно вважати, що природа даної ознаки є генетичною. При цьому взаємодія генотипу з температурою повітря при проростанні складає 26,4%. Вплив температури на інтенсивність проростання досить незначний 12,1%, дещо суттєвий вплив випадкових факторів - 24,9%, до яких ми можемо віднести ураження хвороботворними патогенами, якість насіння, енергію проростання, розмір насінини.

Виділені лінії 5360, 5150, 5030 і 5033, які мають високу схожість – 100, 86, 93 та 83% при  $+4^{\circ}\text{C}$ , що вказує на їх цінність в якості вихідного матеріалу матеріалу для селекції нуту на стійкість до низьких позитивних температур.

Досліджено різницю між елементами структури врожаю залежно від різних строків сівби. Виявлено, що ранній строк сівби позитивно впливає на кількість схожих рослин, проте він проявляє негативну дію на показники структури врожаю, у тому числі: на кількість бобів, кількість та масу насінин з однієї рослини.

Виявлено, що велику роль в польових умовах, на початку вегетації відіграє стійкість рослин до збудників фузаріозу та інших кореневих гнилей. Сорти Антей, Тріумф, КСІ 16 та Ярина зберегли найбільшу кількість рослин 43,33; 67,5; 57,5 та 45%, відповідно, до фази технологічної стиглості за несприятливих умов при ранньому строку сівби та є цінними джерелами стійкості до збудників фузаріозу.

Установлена негативна кореляційна залежність  $r = -0,6$ ;  $R^2 = 36\%$  для культури нуту звичайного між урожайністю та масою 1000 насінин.

Досліджено вплив гідротермічних умов на продуктивність та якісні

показники рослин нуту звичайного на різних етапах вегетації рослин в умовах Південного Степу України. Доведено, що на формування врожаю суттєвий вплив має середня температура повітря ( $r = 0,69$ ;  $R^2 = 47\%$ ), особливо в перший період вегетації ( $r = 0,9$ ;  $R^2 = 81\%$ ).

Встановлено негативну дію кількості опадів на формування врожаю ( $r = R$

Обґрунтовано тісну додатну залежність між відносною вологістю повітря та масою 1000 насінин ( $r = 0,97$ ;  $R^2 = 94\%$ ).

Доведено позитивний вплив середньої температури повітря на формування маси насіння ( $r = 0,98$ ;  $R^2 = 96,04\%$ ).

Результати досліджень показали, що, в середньому за роки вивчення, кращою продуктивністю характеризувались перспективні лінії 5030 (6,45 г), 5033 (6,93 г), 5150 (6,29 г), 5381 (6,27 г), 5382 (6,42 г) та 5383 (6,71 г).

Встановлено, що за комплексом ознак цінними є перспективні лінії 5150, 5030 і 5033, які поєднують в собі високу продуктивність 6,29 г, 6,45 г, 6,93 г, відповідно, та схожість насіння 86%, 93%, 83%, відповідно, при низьких позитивних температурах.

Досліджено, що різна технологія вирощування нуту звичайного впливала на біохімічний склад рослин. Рівень цукрів на підзимніх посівах був вищим на 10% у вегетативній масі рослини, ніж за ярої технології вирощування, що свідчить про можливість використання цієї характеристики в якості ознаки стійкості до низьких позитивних температур.

Встановлено, що при дії низьких температур рослини нуту звичайного починають синтезувати інгібітори протеаз, які блокують протікання гідролізу в клітинах рослини, тобто – метаболічні процеси. Таким чином наявність інгібіторів протеаз сприяє стійкості рослин нуту звичайного до низьких п

о Обґрунтовано, що на схожість рослин нуту при низьких позитивних температурах впливав комплекс фізіологічних та біохімічних процесів. Тому доцільне всебічне дослідження батьківських сортів з метою створення джерел,

т

и

в

що поєднують цінні ознаки для подальшого використання в якості вихідного матеріалу.

Для створення високопродуктивних та холодостійких сортів нуту звичайного рекомендуємо використовувати як перспективний вихідний матеріал лінії 5030 та 5033, що поєднують в собі високі показники кількості та маси насіння з однієї рослини з високою схожістю за низьких позитивних температур.

З метою ефективного використання запасів ґрунтової вологи рекомендуємо для раннього і надраннього строку сівби у виробничих умовах використовувати сорти нуту звичайного Тріумф та Ярина, як джерела стійкості до низьких позитивних температур які занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

**Ключові слова:** нут, джерела цінних ознак, водопоглинання, селекція, вплив низьких позитивних температур, холодостійкість, рівень цукрів, інгібітори протеаз.

## ABSTRACT

*Ochkala O.S.* The source material of chickpeas (*Cicer arietinum L.*) with a high germination rate at low temperatures under the environment of the Southern Steppe of Ukraine. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 201 - Agronomy. - Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Variety Research NAAS, Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, Kherson, 2021.

Chickpea (*Cicer arietinum L.*) is one of the most common legumes in the world. In terms of sown area and gross production, it ranks third in the world among legumes. Soil and weather-climatic conditions of Ukraine are quite favorable for growing and obtaining high yields of this crop. Due to the high demand on the world market and the attractive price, chickpeas are gradually increasing their distribution

in our country, and today occupy about 80 thousand hectares, with the prospect of expanding sown areas to 500 thousand hectares, and in the future even more than 1 million hectares. Chickpeas in drought resistance is one of the first places among legumes, but to obtain seedlings need 130-140% moisture by weight of seeds.

In conditions of climate change, frequent soil and air droughts, early and early sowing of chickpeas have their advantages for obtaining quality seedlings. But low positive temperatures cause a slowdown in seed germination and the development of pathogenic microflora, which in turn leads to a decrease in field germination and components of crop productivity. Therefore, the search for ways to prevent the impact of negative factors at the beginning of the growing season of chickpea plants and the ability to use winter moisture will help to successfully solve the problem of insufficient moisture during the growing season and improve productivity and quality of chickpea seeds.

Based on this, it is necessary to have the source material of chickpeas common for use in breeding, in order to create varieties adapted to the zone of risky farming in the south and center of Ukraine, with high productivity and quality. The dissertation presents a theoretical study and solution of an important scientific problem of chickpea breeding by analyzing and evaluating the productivity of breeding material, its response to low positive temperatures during germination, identification of potential sources of resistance to low positive temperatures and selection of valuable parental components; creation of perspective initial material with a complex of valuable economic signs and resistance to low positive temperatures; introduction of newly created lines in selection programs and in production, which is of strategic importance in the field of selection and seed production of chickpeas.

According to the research results, for the first time the issues of improving the elements of technology of growing chickpea varieties at different sowing dates were covered, which provided opportunities to improve seed germination, plant resistance to low positive temperatures, thus increasing seed yield adapted to the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Identification of the best lines, combining high indicators of number and weight of seeds from one plant, sources of resistance to fusarium wilt pathogens with high germination at low positive temperatures, allowed to offer scientifically sound recommendations for breeding practice and production.

The recommended promising lines have been tested at the Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Variety Research of NAAS. They are characterized by high resistance to low positive temperatures and high productivity, which exceeds the parent form of Yarina (3,05 g) 2,3-3 times. Lines 5033, 5150, 5360, 5362, 5382 are included in the selection programs of the Department of Breeding, Genetics and Seed Production of Legumes of the Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Variety Research NAAS and introduced into selection programs of the Institute of Feed and Agriculture of NAAS as source material. selection of chickpeas for resistance to low positive temperatures.

In order to solve these problems, both field and laboratory studies were conducted with the selection of a source of valuable trait in the common chickpea - resistance to low positive temperatures. Thus, the genotypes Krasnokutsky 123 – 98,89%, Alexandrite – 96,68%, Pegasus – 93,33% and Yarina – 53,33% were determined, which, according to the results of laboratory studies had the best performance and were sources of signs of resistance to low positive temperatures during this period.

The "cold germination method of plants" for the culture of chickpea has been modified in order to test the genotypes of this culture for resistance to low positive temperatures during germination.

The dependence of resistance to low positive temperatures during germination on resistance to diseases of chickpea plants has been revealed. Germination in the laboratory at low temperatures causes a decrease in natural immunity and contributes to the impact of pathogens, which was observed in the similarity of susceptible to phytopathogens varieties, namely Rosanna – 28,32%, Memory – 16,68%, KSI 16 – 14,98%. It is established that the use of fungicidal pesticides significantly reduces



the risk of disease during such germination and increases the number of germinated viable plants. Thus, varieties that were characterized as weakly resistant to low positive temperatures, increased their germination at a temperature of +4 °C in 3 - 4 times, namely: Rosanna – 83,35%, Memory – 85,02%, KSI 16 – 65%.

The influence of low positive temperatures on the rate of water absorption of chickpea seeds was revealed. It was found that the stress factor reduces the rate of moisture absorption by chickpea seeds from 5,51% to 17,94%. A rather significant negative correlation between water absorption and germination at low positive temperatures  $r = -0,81$ ;  $R^2 = 65\%$  (+ 4°C) and control  $r = -0,7$ ;  $R^2 = 49\%$  (+ 25°C), which in turn requires further study.

Based on the analysis of variance of germination at low positive temperatures of chickpea seeds, the degree of influence of factors on the variability of this trait was revealed. It was found that the genotype of the plant (36.6%) has the greatest degree of influence on the germination of chickpea seeds. Therefore, it is reasonable to assume that the nature of this trait is genetic. The interaction of the genotype with the air temperature during germination is 26,4%. The influence of temperature on the intensity of germination is quite insignificant 12,1%, a somewhat significant influence of random factors - 24.9%, which include lesions of pathogens, seed quality, germination energy, seed size.

The selected lines 5360, 5150, 5030 and 5033, which have a high similarity of 100, 86, 93 and 83%, at + 4°C, which indicates their high value as a source material for the selection of chickpeas for resistance to low positive temperatures. The difference between the elements of crop structure depending on different sowing dates was studied. It was found that the early sowing period has a positive effect on the number of similar plants, but it has a negative effect on the structure of the crop, including the number of beans, the number and weight of seeds per plant. It was found that a large role in the field at the beginning of the growing season is played by the resistance of plants to pathogens of fusarium wilt and other root rot. Varieties Antey, Triumph, KSI 16 and Yarina kept the largest number of plants 43.33; 67.5; 57.5 and 45%, respectively, to the phase of technological maturity under

adverse conditions at early sowing and are valuable sources of resistance to fusarium wilt pathogens.

The negative correlation dependence  $r = -0,6$ ;  $R^2 = 36\%$  for chickpea culture between yield and weight of 1000 seeds.

The influence of hydrothermal conditions on productivity and quality indicators of chickpea plants at different stages of plant vegetation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine is investigated. It is proved that the average air temperature ( $r = 0,69$ ;  $R^2 = 47\%$ ) has a significant effect on crop formation, especially in the first growing season ( $r = 0,9$ ;  $R^2 = 81\%$ ).

The negative effect of precipitation on crop formation was established ( $r = -0,65$ ;  $R^2 = 42\%$ ).

A close positive relationship between relative humidity and weight of 1000 seeds ( $r = 0,97$ ;  $R^2 = 94\%$ ) is substantiated.

The positive influence of average air temperature on seed mass formation ( $r = 0,98$ ;  $R^2 = 96.04\%$ ) is proved.

The results of the research showed that, on average for two years of research, the most promising lines were 5030 (6,45 g), 5033 (6,93 g), 5150 (6,29 g), 5381 (6,27 g), 5382 (6,42 g) and 5383 (6,71 g).

It is established that the complex of valuable features highlighted promising lines 5150, 5030 and 5033, which combine high productivity of 6,29 g, 6,45 g, 6,93 g, respectively, and seed germination of 86%, 93%, 83%, respectively, at low positive temperatures.

It was investigated that different technology of growing chickpeas affected the biochemical composition of plants. The level of sugars in winter crops was 10% higher in the vegetative mass of the plant than in the spring cultivation technology, which indicates the possibility of using this characteristic as a sign of resistance to low positive temperatures.

It has been established that under the action of low temperatures, chickpea plants begin to synthesize protease inhibitors, which block the course of hydrolysis in plant cells, ie, metabolic processes. Thus, the presence of protease inhibitors

contributes to the resistance of chickpea plants to low positive temperatures.

It is substantiated that the germination of chickpea plants at low positive temperatures was influenced by a complex of physiological and biochemical processes.

Therefore, it is advisable to comprehensively study the parent varieties in order to create sources that combine valuable traits for further use as a source material.

To create high-yielding and cold-resistant varieties of chickpeas, we recommend using as a promising source material lines 5030 and 5033, which combine high numbers and weights of seeds from one plant with high germination at low positive temperatures. In order to effectively use soil moisture reserves, we recommend for early and early sowing in industrial conditions to use varieties of chickpeas Triumph and Yaryna as sources of resistance to low positive temperatures and included in the Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine.

**Key words:** chickpeas, sources of valuable traits, water absorption, selection, influence of low positive temperatures, cold resistance, sugar level, protease inhibitors.