

АНОТАЦІЯ

Панченко К.С. Удосконалення технології вирощування рослин роду Мальва (*Malva* L.) в умовах Лівобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – агрономія. – Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 2023.

В дисертаційній роботі представлено узагальнення світового та вітчизняного досвіду інтродуційних досліджень, біології та вирощування представників роду Мальва (*Malvaceae*); наведені результати власних досліджень агроекологічної оцінки окремих видів роду Мальва (*Malvaceae*) щодо придатності їх вирощування в умовах України на підставі прогностичних моделей; оцінено посівні якості насіння та проведено вивчення регуляції періоду спокою; проведені дослідження продуктивності мальви лісової (*Malva sylvestris* L.) залежно від схем розміщення, на основі розрахунків математичних моделей обґрунтовано способи вирощування культури для отримання максимального врожаю сировини для лікарських і харчових потреб.

Об'єктом дослідження є представники роду *Malva* природної флори України та інтродуковані види, які є перспективними для вирощування за умов Лісостепу України. Предметом вивчення є агробіологічні закономірності впливу агрокліматичних, ґрунтових режимів та агротехнічних умов вирощування на агроекологічний стан та продуктивність рослин роду *Malva*.

Основою дисертаційного дослідження є необхідність вдосконалення агротехнологічних досліджень в зв'язку з тим, що фітомаса та квітки (як сировина) рослин використовуються в усьому світі в фармації, народній та доказовій медицині, харчових технологіях, у косметичці, біотехнології та як елемент у системі вирощування біоенергетичних культур.

Мальви є досить екологічно пластичними, що пояснює значне географічне поширення багатьох представників цієї родини. Також екологічна

пластичність є причиною їх значної невимогливості до умов вирощування, тому питання агротехнології вирощування цієї культури раніше не викликало значного наукового інтересу. Сортове різноманіття представлене тільки у відношенні декоративних форм цих рослин. Застосування мальви у сільському господарстві для виробництва галузевої сировини вимагати створення сортів, які будуть здатні задовільнити високі технологічні вимоги.

Також питання перспективи впровадження мальв у сільськогосподарське виробництво тісно пов'язане з проблемою глобальних змін клімату як фактору динаміки агротехнологічних умов вирощування сільськогосподарських культур. Тенденції потепління є визнаним трендом змін клімату, що треба враховувати для стратегічного планування аграрного виробництва. Звичайним підходом є моделювання глобальних змін клімату за різними сценаріями. Моделі, які є прийнятними для описання поширення видів рослин або тварин, можуть базуватися тільки на біокліматичних предикторах. У свою чергу, моделі для прогнозу змін агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур мають також враховувати вплив клімату на ґрунтові властивості.

Для оцінки комплексного впливу біокліматичних змінних та ґрунтових властивостей на просторове поширення рослин був виконаний факторний аналіз екологічної ніші. Градієнтний аналіз було використано для визначення параметрів оптимуму та толерантності видів до дії агроекологічних факторів. Для вирішення завдань моделювання просторового розміщення видів у теперішньому часі та для прогнозування майбутніх змін під впливом глобальних змін клімату було використано процедуру Maxent. Для біокліматичного моделювання було використано 19 біокліматичних змінних з просторовою роздільною здатністю 2,5 хв з глобальної бази кліматичних даних WorldClim.

У дисертації уперше встановлені тенденції трансформації глобального та європейського ареалу видів роду Мальва: мальви кучерявої (*Malva verticillata* L.), калачиків дрібненьких (*Malva pusilla* L.), калачиків непомітних

(*Malva neglecta* Wallr.), мальви лісової (*Malva sylvestris* L.), лаватери однорічної (*Malva trimestris* (L.) з урахуванням змін клімату в найближчі 50–70 років. Створені моделі змін просторової мінливості вмісту органічного вуглецю та загального азоту в ґрунті, а також кислотності ґрунту в межах Європейського континенту, які індуковані глобальними змінами клімату. Визначені кліматичні фактори, що здійснюють найбільший вплив на просторове поширення рослин роду *Malva*. Оцінені провідні ґрунтові фактори, які впливають на вегетацію на просторове поширення рослин роду *Malva*. Визначені найбільш перспективні види роду *Malva* для культивування в Полтавській області з урахуванням глобальних змін клімату: *Malva sylvestris* та *Malva trimestris*.

З метою регуляції посівних якостей насіння мальви лісової (*Malva sylvestris* L.) досліджували стратифікацію та оцінювали її результативність. Було встановлено, що показники енергії, дружності, швидкості проростання та лабораторної схожості змінювалися за роками досліджень. При цьому умови стратифікації показали кращі результати при дослідженні насіння 2019 р порівняно з іншими. В середньому за три роки, стратифікація підвищувала енергію проростання на 5,0 %-5,4 %, схожість – на 4,2 %-4,6 %, дружність проростання на 6,2 %-10,5 %.

Була проведено дослідження динаміки росту і розвитку мальви лісової в онтогенезі. Максимальна висота рослин сягала 89.0 ± 4.57 см (у діапазоні 68–112 см). Кількість листків на рослині динамічно збільшувалась до 20-60 доби (в різні роки), в подальшому кількість стабілізувалась та зменшувалась до кінця вегетації. Їх маса коливалась за роками і була максимальною в другий-третій строки відборів. Маса стебел сягало максимального значення на 40-60 доби від фази п'яти листків – початкового відліку спостережень (15,20 см-18,35 см). Кількість квіток стабільно зростала до 20 доби, після чого була на стабільному рівні до кінця спостережень. Маса генеративних елементів також сягала максимальних значень до 20 доби, в подальшому змінювалась мало. Кількість плодоелементів динамічно зростала від 20 доби до кінця

спостережень і досягала 74, 6 шт (2021 р.). На підставі математичних розрахунків є загальний тренд збільшення та маси органів і частин рослин до 20 доби від фаза п'яти листочків. Виняток становить маса плодоеlementів та маса рослини (максимальні значення на 40 добу).

Було проведено дослідження впливу схем розміщення мальви лісової на її продуктивність. Незалежно від ширини міжрядь та відстані між рослин максимальне утворення квіток спостерігалось на 4-7 відбори, починаючи із початку цвітіння (15-26 шт. за відбір). В подальшому динаміка продуктивності поступово спадала до кінця спостережень. Разом з тим, при збільшенні ширини міжрядь одночасність утворення квіток зростала, що призводило до збільшення частки урожаю в певний період часу. Якщо увесь період утворення і збирання квіток (27 зборів) умово поділити на три періоди, то при ширині міжрядь 45 см в перший період збирали 49 %-51 % урожаю, а при ширині міжрядь 60 см – 57 %-60 % урожаю. Найменша частка урожаю (до 5 %-15 %) утворювалась в третій період збору урожаю. Спостерігалась певне залежність продуктивності від схем розміщення ($R^2=0,7303$) та маси однієї квітки від площі живлення ($R^2=0,9021$).

На підставі отриманих нами експериментальних даних були нами розраховані математичні моделі, які доводять, що умови року, ширина міжряддя та відстань між рослинами забезпечують 55 %-95 % варіювання показників. В загущених посівах подовжується період утворення квіток та знижується продуктивність за одне збирання. За даними математичного моделювання, оптимальна продуктивність квіток мальви лісової може бути досягнута за ширини міжряддя 60 см та відстані між рослинами 16-17 см.

Ключові слова: лікарські рослини, рід Мальва, *Malva sylvestris* L., продуктивність рослин, технологія вирощування, оптимізація вирощування.

SUMMARY

Panchenko K.S. Improving the growing plants technology of the genus *Malva* L. in the Ukrainian Left-Bank Forest-Steppe conditions.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 - Agronomy at Poltava State Agrarian University in 2023.

The dissertation presents a generalization of worldwide and domestic experiences in researching, biology, and cultivation of representatives of the Malvaceae genus. It includes the results of our own research on the agroecological assessment of individual Malvaceae species regarding their suitability for cultivation in Ukraine based on predictive models. We evaluated the sowing qualities of seeds and studied the regulation of the dormant period. Additionally, we conducted studies on the productivity of forest mallow (*Malva sylvestris* L.) based on placement schemes and mathematical models calculations.

The study focuses on representatives of the *Malva* genus in the Ukrainian natural flora, as well as introduced species that show promise for cultivation in the forest-steppe region of Ukraine. The research investigates the agrobiological patterns of how agroclimatic, soil modes and agrotechnical conditions influence the agroecological state and productivity of *Malva* plants.

The dissertation research aims to enhance agro-technological research. This is due to the widespread use of plant phytomass and flowers as raw materials in various fields such as pharmacy, traditional and evidence-based medicine, food technology, cosmetics, biotechnology, and bioenergy crop cultivation.

Mallows are known for their ecological plasticity, which explains why many members of this family have a wide geographical distribution. This plasticity also makes them undemanding to growing conditions, which is why there has been little scientific interest in the agrotechnology of growing this crop. Varietal diversity is only present in the case of ornamental forms of these plants.

To produce industrial raw materials, hollyhocks must be bred to meet high technological requirements.

The potential for introducing mallow into agricultural production is closely linked to the impact of global climate change on the conditions for growing crops. It is important to consider the effects of warming trends when strategically planning agricultural production. One common approach is to model global climate change under different scenarios. Models describing the distribution of plant or animal species should be based solely on bioclimatic predictors. Similarly, models predicting changes in agroclimatic conditions for growing crops should consider the impact of climate on soil properties.

A factor analysis of the ecological niche was conducted to evaluate the intricate influence of bioclimatic variables and soil properties on plant distribution. Gradient analysis was utilized to determine species' optimum and tolerance parameters to agroecological factors. The Maxent procedure was employed to model the current spatial distribution of species and predict future changes due to global climate change. Nineteen bioclimatic variables with a spatial resolution of 2.5 minutes were utilized from the global climate database WorldClim for bioclimatic modeling.

This thesis establishes trends in the transformation of the global and European range of species of the genus *Malva*, including curly mallow (*Malva verticillata* L.), small mallow (*Malva pusilla* L.), inconspicuous mallow (*Malva neglecta* Wallr.), forest mallow (*Malva sylvestris* L.), and annual lavater (*Malva trimestris* (L.)), taking into account climate change in the next 50-70 years. Models were created to show changes in the spatial variability of soil organic carbon and total nitrogen content, as well as soil acidity, across Europe due to global climate change.

This text describes the climatic and soil factors that influence the spatial distribution of plants in the genus *Malva*. It also identifies the most suitable species for cultivation in the Poltava region, taking into account global climate change. The two most promising species are *Malva sylvestris* and *Malva trimestris*.

To regulate the sowing qualities of forest mallow (*Malva sylvestris* L.) seeds, we studied stratification and evaluated its effectiveness. Our research showed that indicators such as energy, friendliness, germination rate, and laboratory germination

varied over the years. However, stratification conditions produced better results in the 2019 seed study compared to other years. On average over three years, stratification increased germination energy by 5.0-5.4%, germination rate by 4.2-4.6%, and germination friendliness by 6.2-10.5%.

The study investigated the growth and development of forest mallow during ontogeny. The maximum plant height recorded was 89.0 ± 4.57 cm (ranging from 68-112 cm). The number of leaves per plant increased dynamically up to 20-60 days (in different years), after which it stabilized and decreased until the end of the growing season. Leaf weight varied across years, with the highest weight observed during the second or third sampling period. The mass of stems reached its peak 40-60 days after the five-leaf stage, which was the initial observation period (15.20 cm-18.35 cm). The number of flowers steadily increased until day 20 and then remained stable until the end of the observation period. The weight of generative elements also peaked on day 20 and then remained relatively constant. The number of fruit elements dynamically increased from day 20 until the end of the observation period, reaching 74.6 pieces in 2021. Based on mathematical calculations, there is a general trend of increasing mass of plant organs and parts up to 20 days from the five-leaf stage. However, the mass of fruit elements and the plant itself reach their maximum values at 40 days. A study was conducted to investigate the effect of forest mallow placement schemes on its productivity. The highest number of flowers (15-26 per sampling) was observed during the 4-7 samplings from the beginning of flowering, regardless of the row spacing and plant spacing. Afterward, the productivity gradually decreased until the end of the observations. Increasing the row spacing resulted in a higher proportion of the crop flowering simultaneously during a specific period of time. When dividing the entire period of flower formation and harvesting (27 harvests) into three periods, it was found that using a row spacing of 45 cm resulted in harvesting 49%-51% of the crop during the first period, while using a row spacing of 60 cm resulted in harvesting 57%-60% of the crop. The smallest share of the crop (5%-15%) was harvested during the third period. The productivity

was found to be dependent on the placement schemes ($R^2=0.7303$) and the weight of one flower on the feeding area ($R^2=0.9021$).

Based on the experimental data, mathematical models were calculated to demonstrate that the year's conditions, row spacing, and plant spacing account for 55%-95% of the variation in performance. Thickened crops prolong the period of flower formation and reduce productivity per harvest. The optimal productivity of forest mallow flowers can be achieved with a row spacing of 60 cm and a plant spacing of 16-17 cm, according to the mathematical modeling.

Keywords: medicinal plants, *Malva sylvestris* L., plant productivity, cultivation technology, optimization of cultivation.