



original article | UDC 633. 8011: 631.81: 58.05(477.78) |
doi: 10.31210/visnyk2020.02.02.07

CLARY SAGE YIELD AND ESSENTIAL OIL OUTPUT DEPENDING ON THE STUDIED AGRO-TECHNICAL FACTORS

V. O. Ushkarenko^{1*}


R. A. Vozhehova²


S. V. Kokovikhin²


A. V. Shepel¹


V. O. Chaban³

ORCID  [0000-0001-7319-1731](https://orcid.org/0000-0001-7319-1731)

ORCID  [0000-0002-9955-4569](https://orcid.org/0000-0002-9955-4569)

ORCID  [0000-0002-1687-6889](https://orcid.org/0000-0002-1687-6889)

ORCID  [0000-0002-9955-4569](https://orcid.org/0000-0002-9955-4569)

ORCID  [0000-0002-4353-4374](https://orcid.org/0000-0002-4353-4374)

¹ Kherson State Agrarian University, 23, Stritenska Str., Kherson, 73006, Ukraine

² Institute of Irrigated Farming of NAAS, township of Naddniprianske, Kherson, 73483, Ukraine

³ Kherson State Maritime Academy, 20, Ushakova Av., 20, Kherson, 73000, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: Fito2011@i.ua

How to Cite

Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., Shepel, A. V., & Chaban, V. O. (2020). Clary sage yield and essential oil output depending on the studied agro-technical factors. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 57–64. doi: 10.31210/visnyk2020.02.07

The article analyzes the state of clary sage cultivation in Ukraine, application of muscat plant raw materials of guaranteed quality, as well as the principles and rules of good practices for the production of herbal medicines in accordance with GMP (Good Manufacturing Practices, or proper manufacturing practices), which reflect standardization requirements to muscat plant raw materials and the main indicators of their quality. Using BK-1.0 instead of KPS-4 harrow-cultivator for pre-sowing soil tillage resulted in increasing pre-sowing soil moisture in a layer of 0–30 cm in all studied variants. Sowing time also affected crop productivity. The maximum yield of clary sage inflorescences in the first, second and third years of using was obtained during the first (first decade of December) sowing period – 14.61–15.01 t/ha at N₆₀P₉₀ fertilization. The optimal dose of mineral fertilizers at plowing was determined. The optimal sowing time of clary sage, the width of row-spacing, and also the appropriate terms for using the plantation were determined. It was found that when the air temperature increased to 40 °C (mowing period from 1 to 4 o'clock p.m.), the content of essential oil in inflorescences was minimal among all experimental variants and amounted to 0.05 % against the natural nutrition background and 0.25 % under N₆₀P₉₀ fertilization. Harvesting from 4 p.m. to 7 p.m. and also from 7 p.m. to 10 p.m. increases the content of essential oil in clary sage inflorescences as compared with hotter hours of the day, but does not reach the indicators of early harvesting hours from 6 a.m. to 11 a.m. The maximum crop productivity in the variants of different plowing depths of 20–22 and 28–30 cm was obtained during the first (first decade of December) sowing period – 50.58 and 53.80 kg/ha per year, respectively. The postponement of the crop sowing time to the spring led to a significant decrease in clary sage productivity. So, when sowing in the second decade of March, clary sage productivity decreased 42.3 %, on the average for the variants of different plowing depths, when sowing in the third decade of March – by 118.2 % as compared with the first sowing period. The minimum amount of conditionally collected clary sage essential oil – 19.36 kg/ha was obtained at sowing in the last spring period – the first decade of April. Thus, the best time for sowing clary sage, at which the maximum conditional collection of the

crop essential oil was obtained – 50.58–53.80 kg/ha per year, turned out to be the first – winter period, which was conducted in the first decade of December.

Key words: *clary sage, doses of mineral fertilizers, plowing depth, content and amount of essential oil, sowing time, row spacing.*

УРОЖАЙНІСТЬ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ТА ВИХІД ЕФІРНОЇ ОЛІЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ

В. О. Ушкаренко¹, Р. А. Вожегова², С. В. Коковіхін², А. В. Шепель¹, В. О. Чабан³

¹ ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет, м. Херсон, Україна

² Інститут зрошуваного землеробства НААН, с. м. т. Наддніпрянське, м. Херсон, Україна

³ Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

У статті проаналізовано стан вирощування шавлії мускатної в Україні, використання мускатної рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи і правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження згідно з вимогами GMP (Good Manufacturing Practice, або належна виробнича практика), у яких висвітлено вимоги стандартизації до мускатної рослинної сировини та основні показники її якості. Застосування борони-культиватора БК–1,0 замість КПС–4 для проведення передпосівного обробітку ґрунту призводило до збільшення передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см в усіх досліджуваних варіантах. Строки сівби також впливали на продуктивність культури, максимальна урожайність суцвіть шавлії мускатної в перший, другий і третій роки використання була отримана при першому (перша декада грудня) строку посіву – 14,61–15,01 т/га на фоні живлення N₆₀P₉₀. Визначена оптимальна доза внесення мінеральних добрив під оранку. Проведено визначення оптимальних строків посіву шавлії мускатної, ширини її міжрядь та визначені доцільні строки використання плантації. Встановлено, що у разі підвищення температури повітря до 40 °С (період скошування з 13 до 16 години дня) вміст ефірної олії в суцвіттях був мінімальним серед всіх варіантів дослідів і складав 0,05 % на природному фоні живлення і 0,25 % – на фоні живлення N₆₀P₉₀. Збір урожаю з 16 до 19 години, а також з 19 до 22 години підвищує вміст ефірної олії в суцвіттях шавлії мускатної порівняно з більш жаркими часами доби, але не досягає показників ранніх часів збирання, яке було проведене з 6 до 11 години. Максимальна продуктивність культури у варіантах різної глибини оранки на 20–22 та 28–30 см була отримана при першому (перша декада грудня) строку посіву – 50,58 та 53,80 кг/га за рік відповідно. Перенесення строку посіву культури на весну призводило до суттєвого зниження продуктивності шавлії мускатної. У разі посіву у другу декаду березня продуктивність шавлії мускатної падала, в середньому по варіантах різної глибини оранки, на 42,3 %, при посіві у третю декаду березня на 118,2 % порівняно з першим строком посіву. Мінімальна кількість умовно зібраної ефірної олії шавлії мускатної – 19,36 кг/га була отримана при посіві в останній весняний строк – першу декаду квітня. Отже, кращим строком посіву шавлії мускатної, при якому був отриманий максимальний умовний збір ефірної олії культури – 50,58–53,80 кг/га за рік, виявився перший – підзимовий, який був проведений у першу декаду грудня місяця.

Ключові слова: *шавлія мускатна, дози мінеральних добрив, глибина оранки, вміст і збір ефірної олії, строки посіву, ширина міжряддя.*

УРОЖАЙНОСТЬ ШАЛФЕЯ МУСКАТНОГО И ВЫХОД ЭФИРНОГО МАСЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИССЛЕДУЕМЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

В. А. Ушкаренко¹, Р. А. Вожегова², С. В. Коковіхін², А. В. Шепель¹, В. А. Чабан³

¹ ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет», г. Херсон, Украина

² Институт орошаемого земледелия НААН, п. г. т. Надднепрянское, г. Херсон, Украина

³ Херсонская государственная морская академия, г. Херсон, Украина

В статті проаналізовано стан вирощування шалфея мускатного в Україні, використання мускатного рослинного сировини гарантованого якості, а також принципи і правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження в відповідності з вимогами GMP (Good Manufacturing Practice, або належна виробнича практика), в яких відображені вимоги стандартизації до мускатного рослинного сировини і основні показники його якості. Використання борони-культиватора БК-1,0 замість КПС-4 для проведення передпосівної обробки ґрунту призвело до збільшення передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см во всіх досліджуваних варіантах. Терміни сів також впливали на продуктивність культури. Максимальна урожайність соцветій шалфея мускатного в перший, другий і третій роки використання була отримана при першій (перша декада грудня) терміні сів – 14,61–15,01 т/га на фоні живлення $N_{60}P_{90}$. Визначено оптимальна доза внесення мінеральних добрив під вспашку. Проведено визначення оптимальних терміні сів шалфея мускатного, ширини міжрядь і визначено цілесобразні терміни використання плантації. Встановлено, що при підвищенні температури повітря до 40°C (період скасування з 13 до 16 годин дня) вміст ефірного масла в соцветіях був мінімальним серед всіх варіантів досліду і становив 0,05 % на природному фоні живлення і 0,25 % – на фоні живлення $N_{60}P_{90}$. Збір урожаю з 16 до 19 годин, а також з 19 до 22 годин підвищує вміст ефірного масла в соцветіях шалфея мускатного порівняно з більш жарким часом доби, але не дозріває до показників раннього збору, проведеного з 6 до 11:00. Максимальна продуктивність культури на варіантах різної глибини вспашки на 20–22 і 28–30 см була отримана при першій (перша декада грудня) терміні сів – 50,58 і 53,80 кг/га в рік відповідно. Перенесення терміну сів культури на весну призвело до суттєвого зниження продуктивності шалфея мускатного. Так, при сіві во другу декаду березня продуктивність шалфея мускатного впала, в середньому по варіантах різної глибини вспашки, на 42,3 %, при сіві в третій декаді березня на 118,2 % порівняно з першим терміном сів. Мінімальна кількість умовно зібраного ефірного масла шалфея мускатного – 19,36 кг/га було отримано при сіві в останній весняний термін – перша декада квітня. Таким чином, найкращим терміном сів шалфея мускатного, при якому був отриманий максимальний умовний збір ефірного масла культури – 50,58–53,80 кг/га в рік, виявився перший – підзимний, який був проведений в першій декаді грудня місяця.

Ключові слова: шалфей мускатний, дози мінеральних добрив, глибина вспашки, вміст і кількість ефірного масла, терміни сів, ширина міжрядь.

Вступ

У південній частині України великий вплив на ріст та розвиток сільськогосподарських культур мають високі температури в цій зоні та знижена вологість повітря, тому при вирощуванні зернових культур усе це впливає на біологічні особливості та формування якісного урожаю культур. У цій зоні необхідно вирощувати рослини, які є стійкими до стресових ситуацій та генетично мають потенційні можливості до виживання в цих умовах, тому за таких умов доцільними можуть стати лікарські культури, які витримують високі температури та знижену вологість повітря. Уперше в умовах південного Степу України були проведені наукові дослідження з вивчення впливу високих температур повітря на формування урожаю лікарських культур з високими показниками діючих речовин у рослинах. Досліджуваною об'єктом лікарська рослина – шавлія мускатна, яка в умовах посушливого клімату середземноморських країн має стійкі характеристики до стресових умов (підвищена температура, знижена відносна вологість повітря), яка відзначається високою продуктивністю та підвищеними якісними характеристиками сировини [3]. В середземноморських країнах ця рослина вирощується тривалий час та слугує для виробництва лікарських препаратів при захворюванні верхніх дихальних органів людини, заспокійливих, зміцнює епітелій, поліпшує роботу шлунково-кишкового тракту, має спазмолітичний ефект, тонізує серцевий м'яз, нормалізує обмінні процеси в організмі, позитивно впливає на стан нервової та кровотворної систем. Отримано наукове підтвердження позитивного впливу шавлії на статеву систему та вироблення гормонів, що допомагає заплідненню [2].

Шавлія мускатна (*Salvia sclarea* L.) – трав'яниста рослина родини Глухокропівові або Губоцвіті (Lamiaceae), має стержневий, розгалужений, проникаючий у ґрунт корінь, який заглиблюється на першому році життя до 30 см, на другому – до 2 м, що дає змогу брати вологу з нижніх шарів ґрунту. Це порівняно теплолюбна рослина. Проростання насіння починається за температури +8+10 °C, проте

оптимальними варто вважати умови при +25+28 °С. Сходи є стійкими до заморозків у перший період свого розвитку – 6–8 °С, а дорослі рослини витримують морози до – 28°С [6]. У літній період розвитку культури спостерігаються підвищенні температури повітря. Звичайно, чим вище температура під час цвітіння, тим більше ефіроолійність сировини.

Стебло має чотиригранну форму, згори волотисто-гіллясте, завтовшки 1–2 см. Листя черешкові, великі, яйцевидні, двоякозубчаті, опушені. Квітки двостатеві, великі, рожевуато-фіолетові, світло-сині, рідше білі. Розташовані мутовками в довгих (50–60 см) суцвіттях, що галузяться. Насіння дрібне (завдовжки до 2,5 мм), округле, темно-коричневе. Маса 1000 насінин 3,5–5 г.

Шавлія мускатна має у природних умовах ярі, озимі та дворічні форми. При вирощуванні поширені сорти озимого типу. У шавлії мускатної виділяють такі фази: сходи, розетка, стеблуння, цвітіння, технічна стиглість сировини, дозрівання насіння. У потомстві однієї і тієї ж рослини трапляються дворічники, яких як правило більшість, однорічники і порівняно нечисленні багаторічники. Проведенні дослідження показали, що при посіві шавлії мускатної в більш північних областях України, перевагу варто надавати однорічникам [3]. Дослідження свідчать, що в цій зоні у разі вирощування шавлії мускатної однорічні форми її цвітуть у перший рік вегетації і після цього взимку, як правило, гинуть. Дворічні форми в перший рік вегетації формують тільки прикореневу розетку, а дають суцвіття і урожай насіння лише на другому році життя [5].

Різні аспекти розвитку лікарського рослинництва розглядали такі вчені, як Л. Демкевич, С. Гриценко, О. Тихонов, А. Русинов, С. Гарна, О. Березін, О. Губаньов, В. Рак, Б. Семак, А. Швець, Ю. Никитюк [4]. Проте, це життєво важливе питання потребує подальшої уваги, зважаючи на зміну погодних умов сьогодення. Вміст біологічно активних речовин у рослинах та в різних їх органах непостійний, залежить від умов, місця вирощування, часу доби, погодних умов та низки інших факторів, що є не менш важливими. Останніми роками спостерігається значна посушливість клімату в південних областях, відсутність опадів може тривати 60–80 і більше днів. Потепління клімату чітко проявляється в холодні періоди року. Підвищення середньої місячної температури повітря спостерігали на 2–3 °С у січні і на 1,5–2 °С – у лютому. Водночас спостерігається раннє настання весни [1].

Метою статті було встановити динаміку врожайності шавлії мускатної та виходу ефірної олії з одиниці площі залежно від впливу агрозаходів в умовах Південного Степу України. Серед *завдань* досліджень – встановити урожайність суцвіть шавлії мускатної в роки використання залежно від досліджуваних факторів; визначити показники умовного збору ефірної олії на посівах досліджуваної культури залежно від мінерального живлення, строків сівби та глибини основного обробітку ґрунту при краплинному зрошенні.

Матеріали і методи досліджень

Польові досліди проведено згідно з методикою дослідної справи в умовах зрошення [6–8] впродовж 2011–2018 рр. на дослідному полі підсобного господарства заводу імені Г. І. Петровського, яке розташоване в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Рельєф дослідної ділянки рівнинний. Ґрунтові води залягають глибше 10 м. Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий слабосолонцюватий, середньосуглинковий.

Схему досліду представлено в таблиці 1–2 цієї статті. Розмір посівних ділянок 105 м². Розмір облікових ділянок 50 м². Повторність досліду – чотириразова. Мінеральні добрива вносились як гранульований суперфосфат та аміачна селітра на ділянках вручну згідно зі схемою досліду.

Агротехніка в досліді була загально визнаною для умов Південного Степу України за винятком факторів, що були взяті до вивчення. Попередником була пшениця озима, під основний обробіток ґрунту вносили мінеральні добрива відповідно до схеми досліду.

Результати досліджень та їх обговорення

З 2012 року в Україні була впроваджена належна практика культивування і збору лікарських рослин згідно з вимогами міжнародних стандартів GACP (Good Agriculture and Collection Practice, або Належна практика культивування та збирання вихідної сировини рослинного походження), що дає можливість використання мускатної рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи і правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження GMP (*Good Manufacturing Practic, або належна виробнича практика*), у яких упроваджені вимоги стандартизації до мускатної рослинної сировини та основні показники її якості відповідно до міжнародних вимог до

якості самої сировини. Надалі це підвищить показники готової фітосировини для подальшого виходу на міжнародні ринки готових фармацевтичних препаратів [9–12].

Висівали насіння шавлії мускатної в досліді 2011 р. під зиму – перший строк посіву – перша декада грудня. 2012 висівали насіння у три строки – другий – друга декада березня, третій – третя декада березня, четвертий – перша декада квітня.

У перший рік вегетації шавлії мускатної рослині потрібна сума ефективних температур повітря у 3260–3300 °С, у другий – 1500–1550 °С. У першому році вегетації листя до весни відмирають, зберігаються лише точки росту, вкриті густим повстяним опушенням і прикриті відмерлими листками. Кращий термін посіву шавлії – підзимовий, коли температура ґрунту знизиться до 12–10 °С, що зазвичай спостерігається в кінці жовтня – на початку листопада. За цих умов восени насіння не сходять, але озлизнається, набухає і тільки навесні дає сходи [13, 14].

Шавлію мускатну сіяли пневматичною сівалкою точного висіву – СПЧ–6 з шириною міжрядь 45 та 70 см. Норма висіву насіння 8–10 кг/га.

Висока вологість ґрунту необхідна в період проростання насіння, в цей час плодова оболонка шавлії мускатної поглинає води в 42,5 раза більше власної маси. Вода, поглинута плодовою оболонкою, міцно утримується слизом оболонки, що забезпечує проростання насіння. У разі зниження вологості ґрунту в цей період розвитку рослин слиз плодової оболонки, швидко висихаючи, перетворюється на водонепроникну плівку, яка знижує надходження вологи з повітря в насіння. При зниженні вмісту вологи в ґрунті до 60 % НВ при весняному посіві спостерігається найчастіше при настанні повітряної посухи, що веде до гибелі сходів. Шавлія позитивно реагує на вологу [15–17].

Ось чому при весняному посіві сходи шавлії pojawiaються нерівномірно і дуже зріджені або зовсім не з'являються. Головною проблемою в зоні південного регіону України є збереження вологи у верхньому шарі ґрунту, що важливо для лікарських рослин, адже насіння мілке та висівається на глибину 2–3 см. При збереженні вологи у ґрунті в межах 70–75 % від НВ насіння добре сходять, а посіянне на більшу глибину – до 5 см не сходять [18].

Навесні часто має місце вітрова ерозія і як результат – нестача вологи у верхньому шарі ґрунту 0–30 см, тому важливим тут є збереження вологи і передпосівна культивування, яка проводилася агрегатом КПС–4, але призводила до зниження вологості до 60 % НВ у верхньому шарі ґрунту, що не сприяло появі дружних сходів рослин шавлії мускатної. Тому для збереження вологи у верхньому шарі ґрунту у відповідальний період розвитку рослини шавлії були проведені дослідження з використання борони культиватора БК–1,0, що добре знищує бур'яни у фазі нитки, при кожному виході агрегату із заїмки проводили його очищення від видалених бур'янів [19]. За такої технології обробітку ґрунту вологість у шарі 0–30 см зберігалась на рівні 75 % НВ. Указаний агрегат створював ложе у ґрунті для насіння шавлії мускатної на глибині до 2–3 см, що сприяло рівномірній заробці насіння культури на відповідну глибину та появі дружних сходів рослин. У разі проведення передпосівної культивування агрегатом КПС–4 відбувалось підіймання та втрата вологи з нижніх шарів ґрунту, що призводило до зниження вмісту вологи в шарі розміщення насіння і негативно впливало на появу дружних сходів шавлії мускатної при посіві у весняний період [20, 21].

Визначення урожайності культури було одним із завдань наших досліджень (табл. 1).

Для аналізу зміни врожайності культури по роках використання взяли показники її продуктивності, які були отримані на фоні внесення $N_{60}P_{90}$. Як видно, рівень врожайності шавлії мускатної стабільним був протягом трьох років використання. У середньому по варіантах досліді урожайність культури за перший рік використання склала 9,51 т/га, за другий рік – 9,69, а за третій рік – 9,38 т/га. Лише за четвертий рік використання (п'ятий рік життя) продуктивність шавлії мускатної стрімко впала до 1,40 т/га.

Строки посіву також впливали на продуктивність культури. Максимальна урожайність суцвіть шавлії мускатної у перший, другий і третій роки використання була отримана при першому (перша декада грудня) строці посіву – 14,61–15,01 т/га.

У посіві під час перезимівлі на четвертому році використання посіву відбулося випадіння рослин, одна з головних причин – під час входження рослин у зиму фотосинтетичний апарат почав відмирати, коренева система не змогла накопичити необхідну кількість цукру для перезимівлі рослин. Рослини ранньою весною не змогли сформувати фотосинтетичний апарат, що негативно вплинуло на формування врожаю шавлії мускатної четвертого року використання та зниження вмісту ефірної олії в лікарській сировині.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

1. Урожайність суцвіть шавлії мускатної в роки використання залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за роки використання)

Ширина міжрядь, см (фактор D)	Строк сівби (фактор C)	Роки використання			
		Перший, 2013–2015	Другий, 2014–2016	Третій, 2015–2017	Четвертий, 2016–2018
Оранка на 20–22 см (фактор B)					
45	Перший	14,61	14,72	14,02	2,16
	Другий	10,60	11,54	10,04	1,64
	Третій	7,51	7,49	7,49	1,06
	Четвертий	5,48	5,66	5,46	0,86
70	Перший	14,74	12,93	12,93	1,87
	Другий	9,93	9,64	9,64	1,37
	Третій	8,83	7,53	7,53	1,08
	Четвертий	5,52	5,68	5,68	0,82
Оранка на 28–30 см (фактор B)					
45	Перший	14,51	15,01	14,61	2,16
	Другий	9,87	10,60	11,60	1,67
	Третій	7,47	7,61	7,51	1,09
	Четвертий	5,20	5,58	5,48	0,80
70	Перший	13,62	14,74	14,74	2,14
	Другий	9,92	9,93	10,93	1,56
	Третій	8,83	8,83	8,83	1,28
	Четвертий	5,46	5,52	5,62	0,83
Середнє за роками		9,51	9,38	9,69	1,40

Примітки: НР₀₅, т/га: Фактор B – глибина оранки –0,011–0,061, Фактор D – ширина міжряддя –0,011–0,061, Фактор C – строки сівби –0,02–0,087.

2. Умовний збір ефірної олії на посівах шавлії мускатної залежно від мінерального живлення, строків посіву та глибини основного обробітку ґрунту при краплинному зрошенні, кг/га за рік (середнє за перший–третій роки використання посіву, 2013–2017 рр.)

Строки сівби культури	Фон живлення			
	без добрив	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₉₀
Оранка на 20–22 см				
Перша декада грудня	4,92	13,44	30,72	50,58
Друга декада березня	4,54	9,39	23,31	37,56
Третя декада березня	3,66	8,93	15,65	26,25
Перша декада квітня	3,30	6,84	12,50	19,36
Оранка на 28–30 см				
Перша декада грудня	5,39	12,20	23,75	53,80
Друга декада березня	4,65	10,11	23,93	35,91
Третя декада березня	3,86	9,80	19,25	22,08
Перша декада квітня	3,57	7,05	13,38	19,36

Примітки: розрахунок проведений для суцвіть, які скошували у період з 6 до 11 години ранку на посівах з шириною міжрядь 70 см.

Для повної об'єктивності отриманих урожайних даних проведений розрахунок умовного збору ефірної олії шавлії мускатної (табл. 2). Для цих розрахунків, крім врожайності суцвіть культури, потрібні значення кількості синтезованої в суцвіттях ефірної олії. Отримані дані проаналізовано і виявлено такі результати: сировина, яку скошували з 6 до 9 години ранку, а також з 9 години до 11 години, мала на природному фоні живлення (без добрив) і за температури повітря 15 та 28 °C відповідно, вміст ефірної олії – 0,08 %, а на фоні живлення N₆₀P₉₀ – 0,35 %. При підвищенні температури повітря до 40 °C (період скошування з 13 до 16 години дня) вміст ефірної олії в суцвіттях був мінімальним серед всіх варіантів дослідів і складав 0,05 % на природному фоні живлення і 0,25 % – на фоні живлення N₆₀P₉₀. Збір урожаю з 16 до 19 години, а також з 19 до 22 години підвищує вміст ефірної олії в суцвіттях шавлії мускатної порівняно з більш жаркими часами доби, але не досягає показників ран-

ніх часів збирання, тобто з 6 до 11 години. Такі результати, на нашу думку, можливо пояснити біохімічними процесами у тканинах рослини, за яких відбувається дефіцит вологи і як результат – уповільнюються процеси синтезу ефірної олії в суцвіттях шавлії мускатної.

Станом на 01.05.2020 р. середня вартість 1 кг ефірної олії шавлії мускатної в Україні становить 3500 грн і тому різниця між варіантами нашого дослідження навіть у 1 кг/га має суттєвий фінансовий результат.

Як було відмічено раніше (див. табл. 1), максимальна врожайність культури була отримана у перші три роки використання плантації шавлії мускатної і тому розрахунки умовного збору ефірної олії проведено для посівів культури саме цього періоду. Максимальний умовний збір ефірної олії шавлії мускатної – 53,8 кг/га за рік був отриманий у варіанті посіву культури в першу декаду грудня (підзимовий) по оранці на 28–30 см, під яку внесли мінеральні добрива нормою $N_{60}P_{90}$. Потрібно відмітити, що максимальна продуктивність культури при всіх строках посіву і різних глибинах оранки, була отримана на фоні живлення $N_{60}P_{90}$, тобто внесені мінеральні добрива позитивно вплинули на продуктивність культури, посіви якої використовували їх на протязі трьох років.

Другим фактором нашого дослідження, який суттєво вплинув на умовний збір ефірної олії шавлії мускатної, був строк її посіву. Максимальна продуктивність культури у варіантах різної глибини оранки на 20–22 та 28–30 см була отримана при першому (перша декада грудня) строку посіву – 50,58 та 53,80 кг/га за рік відповідно. Перенесення строку посіву культури на весну призводило до суттєвого зниження продуктивності шавлії мускатної. За умови посіву у другу декаду березня продуктивність шавлії мускатної падала, в середньому по варіантам різної глибини оранки, на 42,3 %, за умови посіву у третю декаду березня на 118,2 % порівняно з першим строком посіву. Мінімальна кількість умовно зібраної ефірної олії шавлії мускатної – 19,36 кг/га була отримана при посіві в останній весняний строк – першу декаду квітня. Отже, кращим строком посіву шавлії мускатної, за якого був отриманий максимальний умовний збір ефірної олії культури – 50,58–53,80 кг/га за рік, виявився перший – підзимовий, який був проведений у першу декаду грудня місяця.

Висновки

Проведені багаторічні польові та лабораторні дослідження з вивчення впливу комплексу агротехнічних факторів на продуктивність шавлії мускатної дали змогу зробити такі висновки:

1. Рівень урожайності шавлії мускатної стабільним був протягом трьох років використання. У середньому по варіантах дослідження урожайність культури за перший рік використання склала 9,51 т/га, за другий рік – 9,69 т/га, а за третій рік 9,38 т/га. Лише за четвертий рік використання (п'ятий рік життя) продуктивність шавлії мускатної стрімко впала до 1,40 т/га.

2. Максимальна урожайність суцвіть шавлії мускатної у перший, другий і третій роки використання була отримана при першому (перша декада грудня) строку посіву – 15,01–14,61 т/га.

3. Максимальний умовний збір ефірної олії шавлії мускатної – 53,8 кг/га за рік був отриманий у варіанті посіву культури в першу декаду грудня (підзимовий) по оранці на 28–30 см, під яку внесли мінеральні добрива нормою $N_{60}P_{90}$.

Отже, за результатами проведених досліджень ми рекомендуємо с.-г. товаровиробникам півдня України з метою отримання максимального фінансового результату такий комплекс агротехнічних факторів вирощування шавлії мускатної за умови застосування краплинного зрошення: внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{90}$ під оранку на глибину 28–30 см, посів культури в першу декаду грудня місяці з міжряддям 70 см.

Перспективи подальших досліджень – враховуючи актуальність досліджень продуктивності і якості шавлії мускатної, у подальшому вони будуть зосереджені на визначенні впливу інших чинників, зокрема біологічного захисту рослин.

References

1. Lu, Y., & Foo, L. Y. (2000). Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia officinalis*. *Phytochemistry*, 55 (3), 263–267. doi: 10.1016/S0031-9422(00)00309-5.
2. Lu, Y., & Foo, L. Y. (2001). Salvianolic acid L, a potent phenolic antioxidant from *Salvia officinalis*. *Tetrahedron Letters*, 42 (46), 8223–8225. doi: 10.1016/S0040-4039(01)01738-5.
3. Peana, A. T., & Moretti, M. D. L. (2002). Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils. *Studies in Natural Products Chemistry*, 391–423. doi: 10.1016/S1572-5995(02)80012-6.

4. Perry, N. S., Bollen, C., Perry, E. K., & Ballard, C. (2003). Salvia for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 75 (3), 651–659. doi: 10.1016/s0091-3057(03)00108-4.
5. Walencka, E., Rozalska, S., Wysokinska, H., Rozalski, M., Kuzma, L., & Rozalska, B. (2007). Salvipipone and Aethiopinone from Salvia sclarea Hairy Roots Modulate Staphylococcal Antibiotic Resistance and Express Anti-Biofilm Activity. *Planta Medica*, 73 (6), 545–551. doi:10.1055/s-2007-967179.
6. Ushkarenko, V. O., Vozhehov, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014) *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyy posibnyk*. Kherson: Hrin D. S. [In Ukrainian].
7. Lysohorov, S. D., & Ushkarenko, V. A. (1995) *Oroshaemoe zemledelye*. Moskva: Kolos [In Russian].
8. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). *Dyspersiynnyy i korelyatsiynnyy analiz u zemlerobstvi ta roslynnystvi: navch. posib*. Kherson: Ailant [In Ukrainian].
9. Tanasiyenko, F. S. (1985) *Efirnyye masla. Soderzhaniye i sostav rasteniyakh*. Kyev: Naukova dumka [In Russian].
10. Rabotnova, T. A. (1971) *Travyanistyye rasteniya SSSR*. Moskva: Mysl [In Russian].
11. Turova, A. D., & Sapozhnikova, E. N. (1982) *Lekarstvennyye rasteniya SSSR i ikh primeneniye*. Moskva: Meditsina [In Russian].
12. Fedorchuk, M. I., Kokovikhin, S. V., Berezovskyy, Yu. P., Onyshchenko, S. O., & Mrynskiy, I. M. (2011). *Naukovo-praktychni aspekty formuvannya vysokoproduktyvnykh ahrovyrobnychyykh system v umovakh pivdnya Ukrainy*. Kherson: Ailant [In Ukrainian].
13. Ushkarenko, V. O., Fedorchuk, M. I., & Kokovikhin, S. V. (2008). Prohramuvannya vrozhayu nadzemnoyi masy shavliyi likars'koyi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 60, 11–17 [In Ukrainian].
14. Kiriyak, Yu. P., Kovalenko, A. M., Bilyayeva, I. M., Fedorchuk, M. I., & Kokovikhin, S. V. (2017). Doslidzhennya zmin temperaturnoho rezhymu za bahatorichnyy period u pivdenno-stepoviy zoni Ukrainy ta vyvchennya yoho vplyvu na produktyvnist pshenytsi ozymoyi. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 97, 53–59 [In Ukrainian].
15. Ushkarenko, V. O., Fedorchuk, M. I., Kokovikhin, S. V., Sira, L. M., & Fedorchuk, V. H. (2010). Osoblyvosti dynamiky ontogenezu shavliyi likars'koyi v umovakh zroshennya pivdnya Ukrainy. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 71, 3–12 [In Ukrainian].
16. Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., & Bilyayeva, I. M. (2017). Adaptuvannya system zroshuvanoho zemlerobstva do lokal'nykh ta rehional'nykh umov Pivdennoho Stepu Ukrainy ta hlobal'nykh zmin klimatu. *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 98, 29–35 [In Ukrainian].
17. Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., Zayets, S. O., Netis, V. I., & Onufrin, L. I. (2019). Efektyvnist' vykorystannya sonyachnoyi enerhiyi posivamy soyi v umovakh zroshennya pivdnya Ukrainy. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 71, 23–27 [In Ukrainian].
18. Vozhehova, R. A., Kokovikhin S. V., & Bilyayeva I. M. (2017). Adaptuvannya system zroshuvanoho zemlerobstva do lokal'nykh ta rehional'nykh umov Pivdennoho Stepu Ukrainy ta hlobalnykh zmin klimatu *Tavriyskyy Naukovyy Visnyk*, 98, 29–35 [In Ukrainian].
19. Hrynkevych, N. Y., & Safronych, L. Y. (1984) *Khymycheskyy analiz lekarstvennykh rastenyy*. Moskva: Vysshaya shkola [In Russian].
20. Khodzhyatov, K. Kh. (1970) Issledovanye shalfeya muskatnoho i shalfeya pustynnoho v UzSSR. *Aktualnye problemy iuchenyya efyrnomaslychnykh rastenyy i efyrnykh masel*. Kyshynev [In Russian].
21. Bazaliy, V. V., Zinchenko, O. I., Lavrynenko, Yu. O., Salatenko, V. N., Kokovikhin, S. V., & Domaratskyy Ye. O. (2015) *Roslynnystvo: pidruchnyk*. Kherson: Hrin D. S. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 16.05.2020 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Шепель А. В., Чабан В. О. Урожайність шавлії мускатної та вихід ефірної олії залежно від досліджуваних агротехнічних факторів. *Вісник ПДАА*. 2020. № 2. С. 57–64.

©Ушкаренко Віктор Олександрович, Вожегова Раїса Анатоліївна, Коковіхін Сергій Васильович, Шепель Андрій Васильович, Чабан Віктор Олександр, 2020