

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЧАБРУ САДОВОГО (*Satureja hortensis* L.) ЗА УМОВ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

КОВАЛЕНКО О.А. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-2724-3614>

Миколаївський національний аграрний університет

СТЕБЛІЧЕНКО О.І. – завідувач відділення

<https://orcid.org/0000-0002-0579-5872>

Технологічно-економічний коледж Миколаївського національного аграрного університету

Постановка проблеми. Кількість використання енергії у світі збільшується дуже швидко, подвоюючись кожні 20 років. Сільське господарство стало активним споживачем сировини та енергії, що сприяло переведенню цієї галузі на індустріальну основу. На жаль, резерви викопної енергії невпинно вичерпуються, що спонукає до роздумів щодо доцільності використання кожного джоуля. Якщо раніше важливим показником визначення ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур була рентабельність, то сьогодні кут зору змістився в бік розрахунку енергетичної ефективності. Це пов'язано з тим, що останній є більш сталим і не змінюється кожного року через зростання цін на паливо, збільшення прожиткового мінімуму, підвищення ціни реалізації сільськогосподарських культур.

Чабер садовий належить до ефіроолійних, пряно-смакових і лікарських культур. Технологія його вирощування є досить традиційною. На території України зареєстровано лише один сорт – *Остер* (заявник – дослідна станція «Маяк» Інституту овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України). Зважаючи на це, виникає необхідність детального вивчення впливу елементів агротехніки вирощування на формування врожайності рослин чабру садового. Визначення оптимальних варіантів досліджуваних факторів дасть можливість максимально розкрити потенціал сорту, що позитивно вплине на розрахунок енергетичної ефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологія вирощування рослин чабру садового є загальноприйнятною, але вплив окремих елементів її агротехніки на показники продуктивності культури досліджено ще не достатньо. Так, вивчаючи вплив способів та строків сівби, а також вагової норми висіву на врожайність зеленої маси і насіння, Т. Белова пропонувала використовувати норму висіву 4,5 кг/га [1], проведеними ж нами дослідженнями визначено оптимальні варіанти елементів агротехніки вирощування для отримання максимального врожаю та умовного виходу ефірної олії за умов проведення сівби в третю декаду квітня з шириною міжряддя у розмірі 45 см [4]. У дослідженнях Ю. Земскової, Е. Лялиної та Н. Суминої врожайність чабру садового під час проведення сівби в середньому за роки досліджень схем розміщення рослин майже не мала відмінностей і коливалася від 9,0 т/га за умов сівби на 35 см до 9,5 т/га – за 45 см. При цьому найменша врожайність за роками виявлялася у культури за сівби

на 35 см та становила 7,8 т/га, а максимальна – 10,8 т/га за широкорядної сівби на 60 см [3]. У дослідженнях Н. Приведенюка, які проводилися на посівах валеріани лікарської, встановлено, що найбільш енергоощадним є вирощування валеріани лікарської за підтримання вологості ґрунту на рівні 90% НВ. У цьому варіанті отримано найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, який становив 1,43 [5].

Мета статті – на основі проведених досліджень провести розрахунок із визначення найбільш оптимальних енергозберігальних елементів агротехніки вирощування чабру садового (*Satureja hortensis* L.), які забезпечать найбільш високу врожайність зеленої маси за умов Південного Степу України, та зробити їх біоенергетичний аналіз.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися протягом 2012–2014 рр. на дослідному полі Жовтневої сортодослідної станції Миколаївської філії Державного підприємства «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу» (філії Миколаївського національного аграрного університету). Жовтнева сортодослідна станція розташована в селищі Галіциново Жовтневого району Миколаївської області. За агрокліматичним районуванням України територія станції належить до IV зони, природної зони Степу, підзони Південного Степу. Ґрунтовий покрив на полях станції – темно-каштанові залишково- і слабосолонцюваті слабодэфльовані легкосуглинкові ґрунти на лесовидних суглинках.

Попередником культури в досліді була озима пшениця. Трифакторний дослід проводився із сортом чабру садового *Остер*, включаючи нижченаведені варіанти.

Фактор А (умови зволоження):

- 1) природні умови зволоження;
- 2) краплинне зрошення за 80% НВ.

Фактор В (строки сівби):

- 1) I строк – II декада квітня;
- 2) II строк – III декада квітня;
- 3) III строк – I декада травня;
- 4) IV строк – II декада травня.

Фактор С (способи сівби):

- 1) широкорядний із шириною міжряддя 30 см;
- 2) широкорядний із шириною міжряддя 45 см;
- 3) широкорядний із шириною міжряддя 60 см.

Результати досліджень. Згідно з літературними даними, середня врожайність зеленої маси чабру садового коливається в межах 7–8 т/га [2]. Цей показник

залежить від агрометеорологічних умов та агротехнічних прийомів вирощування. Так, суттєву зміну в урожайності рослин чабру садового в наших дослідженнях спричинило застосування краплинного зрошення, особливо в посушливі роки. У 2013 році (найбільш посушливому) максимальна врожайність рослин зафіксована за умов краплинного зрошення II строку сівби із шириною міжряддя в розмірі 45 см і становила 7,3 т/га. За аналогічних варіантів досліджуваних факторів, але за умов природного зволоження урожайність знизилася на 38,5% і становила 4,5 т/га. Результати середньої врожайності протягом 2012–2014 рр. наведено в таблиці 1.

Нашими дослідженнями встановлено, що середнє значення врожайності зеленої маси в досліді становить 2,2–7,7 т/га. За умов краплинного зрошення врожайність зеленої маси рослин чабру садового варіювала в межах 4,0–7,7 т/га, за умов природного зволоження цей показник був значно нижчим і складав 2,2–5,0 т/га. Максимальна врожайність рослин чабру садового зафіксована на посівах другого строку сівби із шириною міжряддя в розмірі 45 см за умов краплинного зрошення і становила 7,7 т/га. Найбільш низька врожайність була сформована на досліді IV строку сівби із шириною міжряддя у розмірі 30–60 см за умов природного зволоження і коливалася в межах 2,2–2,4 т/га.

Отже, для отримання великої вегетативної маси чабру садового ми рекомендуємо його висівати у третю декаду квітня із шириною міжряддя 45–60 см за умов краплинного зрошення. В іншому разі виявиться лімітуючий фактор Півдня України – нестача вологи, що негативно вплине на формування врожаю. Оскільки в більшості випадків, окрім ґрунтової, в зоні Південного Степу України виявляється й повітряна посуха, то нівелювати її краплинним зрошенням не є можливим.

Метою оцінки біоенергетичної ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур є визначення окупності затрат загальної енергії, накопиченої в урожаї культури або в його продуктивній частині. Визначення затрат енергії на вирощування рослин чабру садового ґрунтується на використанні технологічної карти, де зазначається перелік робіт з урахуванням якісних показників, строків їх виконання, а також ука-

зується обсяг виконаних робіт. Далі наведено кількість затраченої енергії на вирощування *Satureja hortensis* L. (таблиця 2).

Аналізуючи дані таблиці 2, можна зробити висновок, що досліді, закладені за умов краплинного зрошення, є більш енергоємними. Враховуючи цей фактор, для вирощування 1 га посівів *Satureja hortensis* L. затрачено 18,5–20,6 тис. МДж/га (залежно від факторів). Причому найбільш енергоємним виявився варіант із максимально отриманою врожайністю зеленої маси – II строк сівби із шириною міжряддя в розмірі 45 см за умов краплинного зрошення. Найменш енергоємним виявився варіант із шириною міжряддя в розмірі 30 см за умов природного зволоження. Розподіл енергетичних витрат за статтями за варіантом, на якому отримано максимальну врожайність зеленої маси чабру садового, представлено на рис. 1.

Аналізуючи дані рис. 1, можна зробити висновок, що максимально енергетично затратною статтею технології вирощування чабру садового є «Добрива», яка складає 5964,0 МДж/га енергії, та становить 29,0% від загального витратного обсягу. Зменшення витрат сукупної енергії до 21,9% припадає на статтю «Жива праця», при цьому вона становить 4500,2 МДж/га. На третьому та четвертому місцях розташувалися статті «Паливо» та «Вода» з показниками витрати 4441,4 МДж/га енергії (21,6%) та 3222,4 МДж/га енергії (15,6%) відповідно. Використання машин та обладнання в загальному витратному обсязі становить 11,5% та 2362,8 МДж/га сукупної енергії. Найбільш низькі витрати сукупної енергії (80,4 МДж/га) припадають на долю статті «Насіння», що становить 0,4% від загального показника.

Продуктивність гектара посівів сільськогосподарських культур визначається виходом основної продукції. При цьому враховують урожайність культури (зеленої маси), вміст валової енергії в 1 кг сухої речовини та відсотковий вміст сухої речовини. Дані щодо приходу енергії з урожаєм наведено в таблиці 3.

Аналізуючи результати таблиці 3, можна зробити висновок, що найбільший прихід енергії зафіксовано на варіанті з максимальною врожайністю зеленої маси в розмірі 38,3 тис. МДж/га (за умов краплинного зрошення II строку сівби із шириною міжряддя в роз-

Таблиця 1 – Середня врожайність зеленої маси рослин чабру садового (*Satureja hortensis* L.), т/га (середнє за 2012–2014 рр.)

Спосіб сівби	Строки сівби*			
	I строк	II строк	III строк	IV строк
За умов краплинного зрошення				
30 см	5,3	6,6	4,9	4,0
45 см	5,9	7,7	5,3	4,4
60 см	5,7	7,5	5,2	4,0
За умов природного зволоження				
30 см	3,9	4,6	3,3	2,2
45 см	4,1	5,0	3,3	2,4
60 см	4,2	4,8	3,2	2,4

* I строк – II декада квітня; II строк – III декада квітня; III строк – I декада травня; IV строк – II декада травня

Таблиця 2 – Середні показники затрат енергії на вирощування чабру садового, тис. МДж/га (середнє за 2012–2014 рр.)

Спосіб сівби	Строки сівби*			
	I строк	II строк	III строк	IV строк
За умов краплинного зрошення				
30 см	19,0	19,2	18,5	18,6
45 см	20,2	20,6	19,7	19,8
60 см	20,1	20,5	19,6	19,6
За умов природного зволоження				
30 см	15,2	15,4	15,1	15,2
45 см	16,4	16,6	16,1	16,3
60 см	16,3	16,5	16,1	16,2

* I строк – II декада квітня; II строк – III декада квітня; III строк – I декада травня; IV строк – II декада травня

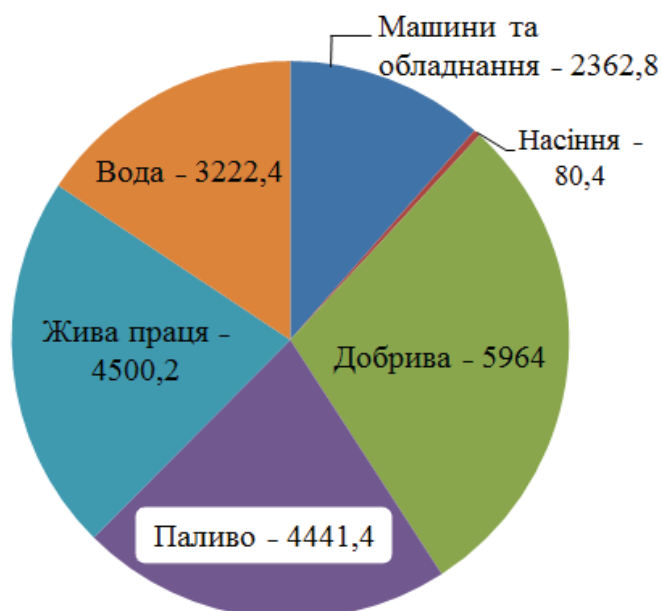


Рис. 1. Структура енергетичних затрат сукупної енергії під час вирощування чабру садового на площі 1 га, МДж/га

Таблиця 3 – Прихід енергії з урожаєм чабру садового, тис. МДж/га (середнє за 2012–2014 рр.)

Спосіб сівби	Строки сівби*			
	I строк	II строк	III строк	IV строк
За умов краплинного зрошення				
30 см	23,7	31,5	24,1	18,8
45 см	27,6	38,3	27,8	19,3
60 см	25,6	37,7	24,6	18,5
За умов природного зволоження				
30 см	20,3	26,1	17,5	11,0
45 см	22,1	28,6	17,7	12,1
60 см	22,6	27,1	17,1	12,4

* I строк – II декада квітня; II строк – III декада квітня; III строк – I декада травня; IV строк – II декада травня

мірі 45 см). Мінімальний показник виявлено у варіантах IV строку сівби за умов природного зволоження – 11,0–12,4 тис. МДж/га.

Метою енергетичного аналізу в сільському господарстві є оптимізація енергетичних витрат на основі визначення співвідношення кількості енергії, акумульованої в урожаї, до кількості енергії, яка була затрачена на виробництво врожаю. Показники енергетичного коефіцієнта наведено на рис. 2.

Показники енергетичного коефіцієнта технології вирощування чабру садового варіюються в межах 0,73–1,87. Максимальними вони були під час краплинного зрошення за II строку сівби та перебували в межах 1,64–1,87. У цих варіантах виявлено найбільш високі затрати енергії у кількості 20,5–20,6 тис. МДж/га, але за рахунок отримання високої врожайності зеленої маси (7,5–7,7 т/га) енергетичні коефіцієнти мали найкращі значення.

Водний режим ґрунту має вагомe значення у формуванні врожайності сільськогосподарських культур. У зоні недостатнього зволоження рослини доцільно вирощувати за умов краплинного зрошення. Незважаючи на енергозатрати, якими супроводжується виконання цього заходу, результат є позитивним. На рисунку 3 представлено діаграму, що ілюструє зростання енергетичного коефіцієнта (в результаті використання крапельного поливу).

Детальний аналіз впливу двох інших факторів за умов краплинного зрошення (строків і способів сівби) на формування енергетичного коефіцієнта технології вирощування чабру садового представлено на рисунку 4. Значне зростання цього показника зумовлене підбором оптимального строку сівби (III декада квітня) і становить 1,64–1,87. Сівба рослин чабру садового у більш пізні строки супроводжується зменшенням цього показника за рахунок зниження врожайності до 0,74. Оптимальною шириною міжряддя (з енергетичної точки зору) виявився посів широкорядним способом на 45 см, який у поєднанні з оптимально підібраним строком сівби провокував отримання максимального значення енергетичного коефіцієнта на рівні 1,87 (рис. 4).

Правильно підібрані елементи агротехніки вирощування рослин чабру садового в умовах Південного Степу України вможливили формування високої врожайності зеленої маси та компенсації енергетичних витрат, виражених у вигляді енергетичного коефіцієнта.

Висновки. Отже, використання краплинного зрошення підвищує енерговитрати на вирощування чабру садового, вони досягають максимуму за II строку сівби, але внаслідок зростання врожайності зеленої маси варіанти мають більш привабливе значення за умов як накопичення енергії в урожаї (37,7–38,3 тис. МДж/га), так і збільшення енергетичного коефіцієнта (1,84–1,87).

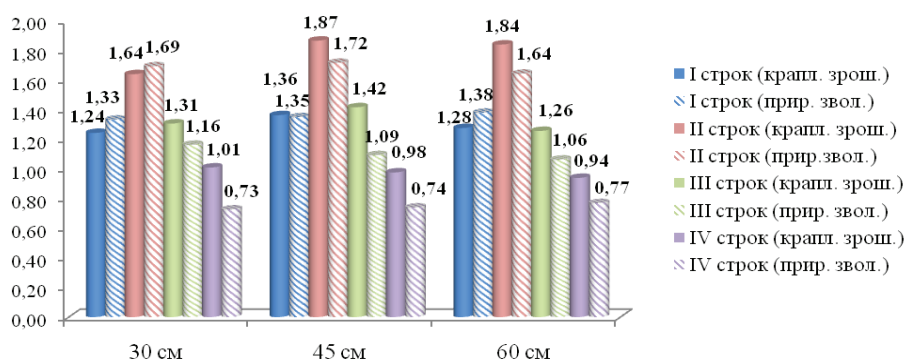


Рис. 2. Енергетичні коефіцієнти технології вирощування чабру садового (середнє за 2012–2014 рр.)

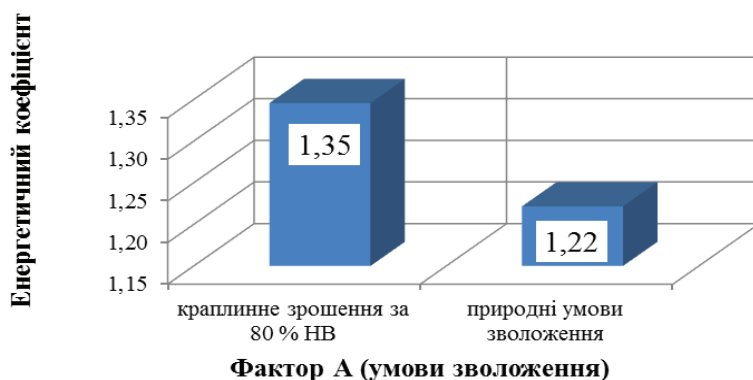


Рис. 3. Вплив умов зволоження на формування енергетичного коефіцієнта

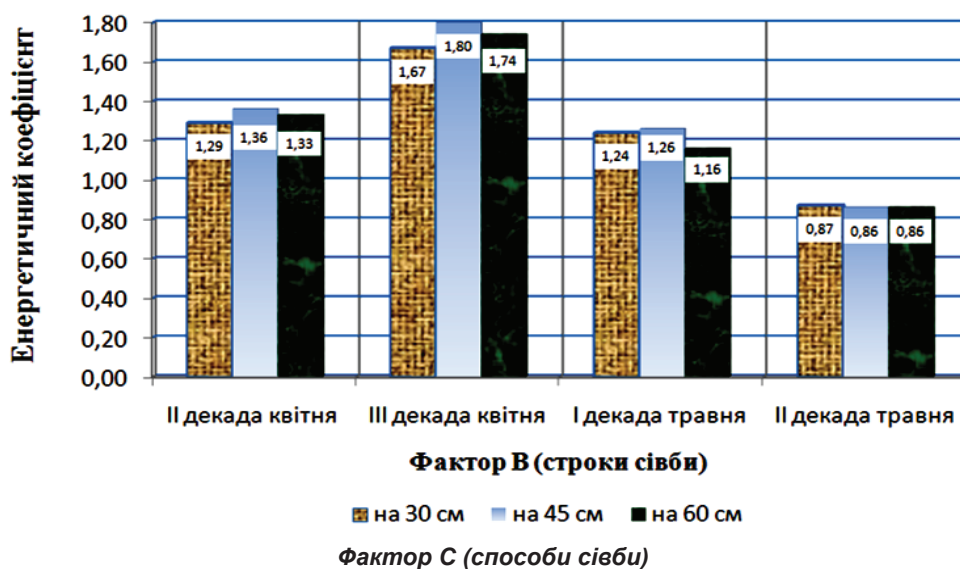


Рис. 4. Вплив строків та способів сівби на формування енергетичного коефіцієнта

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Белова Т. Лікувальні властивості, використання та впровадження в культуру чабру садового. *Матеріали IV науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні тенденції виробництва та переробки продукції рослинництва» (20–21 квітня 2016 р.)*. Полтава : Полтавська державна аграрна академія, 2016. С. 10–11.

2. Жарінов В.І., Остапенко А.І. Вирощування лікарських, ефіроолійних та пряноароматичних рослин. Київ : Вища школа, 1994. 234 с.

3. Земскова Ю., Лялина Е., Суминова Н. Элементы технологии выращивания чабера огородного и лопанта анисового в Нижнем Поволжье. *Овощи России: научно-практический журнал*. 2012. 1 (14). С. 41–43.

4. Коваленко О.А., Стебличенко О.І. Вплив строків, способів сівби та умов зволоження на врожайність чабру садового (*Satureja hortensis* L.) в зоні Півдня України. *Науково-практичний журнал: Збалансоване природокористування*. 2017. № 4. С. 44–53.

5. Приведенюк Н.В. Біоенергетична ефективність вирощування валеріани лікарської за краплинного зрошення. *Науково-практичний журнал : Збалансоване природокористування*. 2017. № 3. С. 55–57.

REFERENCES:

1. Bielova, T. (2016). Likvalni vlastyivosti, vykorystannia ta vprovadzhenia v kulturu chaberu sadovoho [Medicinal properties, use and introduction into the culture of savory garden]. *Materialy IV naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi «Suchasni tendentsiyi vyrobnytstva ta pererobky produktsiyi roslynnytstva» [Proceedings of the IV scientific and practical Internet conference "Modern trends in production and processing of crop products"]* (pp. 10-11). Poltava: Poltavska derzhavna ahrarna akademiia [in Ukrainian].

2. Zharinov, V.I. & Ostapenko, A.I. (1994). *Vyroshchuvannia likarskykh, efirooliinykh ta prianosmakovykh roslyn* [Growing of medicinal, essential oil and spice plants]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].

3. Zemskova, Y., Lyalina, E., & Suminova, N. (2012). Elementy tekhnologii vyrashchvaniya chabera ogorodnogo

i lofanta anisovogo v Nizhnem Povolzh'e [Elements of the technology of growing savory and aniseed lofant in the Lower Volga region]. *Ovoshchi Rossii: nauchno-praktycheskiy zhurnal – Vegetables of Russia: scientific and practical journal*, 1(14), 41-43 [in Russian].

4. Kovalenko, O.A. & Steblichenko, O.I. (2017). Vplyv strokiv, sposobiv sivby ta umov zvolozhennia na vrozhaunist chaberu sadovoho (*Satureja hortensis* L.) v zoni Pivdnia Ukrainy. [Influence of terms, methods of sowing and conditions of moistening on productivity of a savory garden (*Satureja hortensis* L.) in a zone of the South of Ukraine]. *Naukovo-praktychnyi zhurnal : Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Scientific and practical magazine: Balanced nature management*, 4, 44-53 [in Ukrainian].

5. Pryvedeniuk, N.V. (2017). Bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia valeriany likarskoi za kraplynnoho zroshennia [Bioenergetic efficiency of growing valerian under drip irrigation]. *Naukovo-praktychnyi zhurnal : Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Scientific and practical journal: Balanced nature management*, 3, 55-57 [in Ukrainian].

Коваленко О.А., Стебличенко О.І. Біоенергетична ефективність технології вирощування чабру садового (*Satureja hortensis* L.) за умов Південного Степу України

На основі проведених досліджень та відпрацьованих елементів технології вирощування в статті наводиться розрахунок визначення найбільш оптимальних енергозберігальних елементів агротехніки вирощування чабру садового (*Satureja hortensis* L.) та їх біоенергетичного аналізу, які забезпечують найбільш високу врожайність зеленої маси культури за умов Південного Степу України. **Методика досліджень.** Трифакторний дослід проводився із сортом чабру садового Остер протягом 2012–2014 рр. на дослідному полі Жовтневої сортодослідної станції Миколаївської філії Державного підприємства «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу». У схему дослідження включалося вивчення строків, способів сівби та умов зволоження лікарської

та пряноароматичної культури і потенціал її інтродукції в зону Південного Степу України. **Результати досліджень.** Використання краплинного зрошення в технології вирощування чабру садового було більш енергоємним відповідно до умов культивування за умов природного зволоження. Враховуючи це, показник загальних енерговитрат за додаткового використання води склав 18,5–20,6 тис. МДж/га. За умов природного зволоження затрати енергії склали 15,1–16,6 тис. МДж/га. Прихід енергії за варіантами дослідження коливався в межах 11,0–38,3 тис. МДж/га. За умов краплинного зрошення варіація цього показника складала від 18,8 до 38,3 тис. МДж/га, а за умов природного зволоження – від 11,0 до 28,6 тис. МДж/га. Показники енергетичного коефіцієнта в технології вирощування чабру садового варіювалися в межах 0,73–1,87. Максимальними вони були під час краплинного зрошення за II строку сівби та перебували в межах 1,64–1,87. **Висновки.** Використання крапельного поливу підвищує енерговитрати на вирощування чабру садового, вони досягають максимуму за II строку сівби, але внаслідок зростання врожайності зеленої маси варіанти мають більш привабливе значення як за накопиченням енергії в урожаї (37,7–38,3 тис. МДж/га), так і за величиною енергетичного коефіцієнта (1,84–1,87).

Ключові слова: чабер садовий, умови зволоження, строки сівби, способи сівби, врожайність зеленої маси, енергетична ефективність, енергетичний коефіцієнт.

Kovalenko O.A., Steblichenko O.I. Bioenergy efficiency of the technology of growing summer savory (*Satureja hortensis* L.) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Based on the research carried out and the worked out elements of the cultivation technology, the article provides a calculation to determine the most optimal energy-sav-

ing elements of the cultivation of summer savory (*Satureja hortensis* L.), which will provide the highest yield of green mass in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Research methodology.** A three-factor study was carried out with the cultivar Oster of summer savory during 2012–2014 at the Research Field of the October Variety Research Station of the Mykolaiv branch of the State Enterprise “Center for Certification and Expertise of Seeds and Planting Material”. The research scheme included the study of the timing, sowing methods and conditions of moistening of medicinal, spicy-aromatic crops and the potential of its introduction into the zone of the Southern Steppe of Ukraine. **Research results.** The use of drip irrigation in the cultivation technology of summer savory was more energy-intensive in relation to the cultivation conditions, subject to natural moisture. Taking this into account, the indicator of total energy costs with additional water use amounted to 18.5–20.6 thousand MJ / ha. Under natural moisture conditions, energy consumption was 15.1–16.6 thousand MJ / ha. Energy input varied in the range of 11.0–38.3 thousand MJ / ha. Under conditions of drip irrigation, it ranged from 18.8 to 38.3 MJ / ha, and under conditions of natural moisture from 11.0 to 28.6 MJ / ha. Indicators of the energy coefficient of the cultivation technology of summer savory were in the range of 0.73–1.87. They were maximal under the condition of drip irrigation of the second sowing date and were in the range 1.64–1.87. **Conclusion.** The use of drip irrigation increases the energy costs for growing summer savory, they reach a maximum at the second sowing period, but as a result of an increase in the yield of green mass, the options have a more attractive value, both in terms of energy storage in the crop (37.7–38.3 thousand MJ / ha), and by an increase in the energy coefficient (1.84–1.87).

Key words: summer savory, moisture conditions, sowing time, sowing methods, green mass yield, energy efficiency, energy coefficient.