

УДК 635.743:631.5:631.8:631.51.021(477.7)  
DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2020.4.10>

## ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ, ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, СТРОКУ СІВБИ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ

**УШКАРЕНКО В.О.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік Національної академії аграрних наук України  
<https://orcid.org/0000-0001-7319-1731>

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
**ЧАБАН В.О.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-4353-4374>

Херсонська державна морська академія  
**КОКОВІХІН С.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор  
<https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України  
**КОВАЛЕНКО В.П.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-3180-5886>

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
**ШЕПЕЛЬ А.В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-9955-4569>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Одним із визначальних факторів підвищення продуктивності лікарського рослинництва та отримання високоякісної екологічно чистої лікарської сировини є комплексний науковий підхід до формування агротехнологій вирощування, заснований на агробіологічних принципах природокористування та ресурсозбереження [1]. У сучасних умовах будь-яке рішення, спрямоване на оптимізацію землеробства, що не містить наукового обґрунтування, негативно впливає на виробничі, економічні та енергетичні показники сільського господарства [2]. Тому вагоме наукове й практичне значення має енергетичне обґрунтування сучасних технологій вирощування лікарських культур, зокрема й шавлії мускатної, особливо за умов використання краплинного зрошення, яке має екологічну спрямованість на вивчення дії і взаємодії таких найважливіших чинників, як удобрення, обробіток ґрунту, строк сівби, ширина міжрядь тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наразі постійно зростає попит на лікарські рослини та продукцію на основі лікарської рослинної сировини. Їх застосовують і як основне лікування, і як доповнення чи профілактику різних захворювань. У ринкових умовах за відсутності паритету цін на промислову й сільськогосподарську продукцію виникає нагальна потреба пошуку ресурсозберігальних, екологічно безпечних елементів технологій вирощування лікарських рослин за рахунок науково обґрунтованого використання біологічного потенціалу всіх факторів з урахуванням особливостей певної ґрунтово-кліматичної зони і специфікою використання її ресурсного потенціалу [3]. Зважаючи на це, важливою є оптимізація агротехнологічних заходів для різних видів зрошуваних сівозмін у поєднанні з раціональними системами удобрення, обробітку ґрунту, строками сівби, шириною міжрядь у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, спрямованих на збереження і підвищення родючості, ресурсозбереження та отримання стабільних врожаїв лікарської сировини [4; 5].

**Мета статті** – визначити вплив глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та строків сівби на показники економічної ефективності вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах Півдня України.

**Матеріали та методика досліджень.** Польові досліді проведено згідно з методикою дослідної справи [6] впродовж 2011–2018 рр. на дослідному полі Приватного підприємства «Агрофірма-Додола» Бериславського району Херсонської області, яке розташоване в зоні Інгулецького зрошувального масиву. Рельєф дослідної ділянки рівнинний. Ґрунтові води залягають глибше 10 м. Ґрунт дослідної ділянки є темно-каштановим, слабосолонцюватим і середньосуглинковим. Схему досліді представлено в таблицях 1–2 статті. Розмір посівних ділянок – 105 м<sup>2</sup>. Розмір облікових ділянок – 50 м<sup>2</sup>. Повторність досліді є чотириразовою. Мінеральні добрива вносились у вигляді гранульованого суперфосфату та аміачної селітри на ділянках вручну за схемою досліді. Агротехніка в досліді була загальноновизнаною для умов Південного Степу України, окрім факторів, що були взяті для вивчення. Попередником була пшениця озима, під основний обробіток ґрунту вносили мінеральні добрива відповідно до схеми досліді. Енергетичний аналіз проводили за методикою [7].

**Результати досліджень.** Енергетичними розрахунками доведено, що надходження енергії з урожаєм шавлії мускатної за роками життя істотно змінювалось залежно від строків сівби досліджуваної культури, різної ширини міжрядь, а також під впливом зміни глибини оранки і фону мінерального живлення (табл. 1). У перший рік використання максимального значення (97,0 ГДж/га) досліджуваний показник досягнув у варіанті із сівою у першу декаду грудня, шириною міжрядь у розмірі 70 см, глибиною оранки – 20–22 см та внесенням добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. Надходження енергії з урожаєм зменшувалось до 25,9 ГДж/га (в 3,7 рази) у варіанті із сівою у першу декаду квітня, міжряддям у розмірі

45 см, проведенням мілкою обробітку ґрунту та без унесення азотних і фосфорних добрив (контроль).

У другий та третій роки використання зберігались тенденції, які зафіксовано у перший рік, проте спостерігали зниження на 7,9% надходження енергії у варіанті з оранкою на глибину 28–30 см, сівбою у першу декаду грудня, міжряддям у розмірі 70 см та без унесення азотних і фосфорних добрив.

На четвертому році використання виявилось істотне зменшення показників надходження енергії з урожаєм до 3,5–4,4 ГДж/га в неудобреному варіанті із сівбою у першу декаду квітня, з міжряддям у розмірі 45 см (незалежно від глибини оранки).

Витрати енергії найбільше змінювались у перший рік використання шавлії мускатної, особливо за варіантами внесення мінеральних добрив (фактор А) та глибиною оранки (фактор В), що пов'язано з додатковими витратами енергії, зосередженої в добривах і дизпаливі. Максимальні енерговитрати на рівні 30,3–30,6 ГДж/га спостерігались окремо від ширини міжрядь у варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  та проведенням сівби у першу декаду грудня.

У другий та третій роки використання шавлії мускатної енергетичні витрати відрізнялись неістотно й перебували в межах від 21,5 до 23,9 ГДж/га, що пов'язано

з коливанням урожайності та необхідністю незначних додаткових витрат на збирання, транспортування та досушування суцвіть досліджуваної культури.

У четвертий рік використання виявилось зниження витрат енергії на вирощування шавлії в усіх факторах та варіантах, що пов'язано з різким падінням урожайності. Цей енергетичний показник перевищив 20 ГДж/га в удобрених варіантах із сівбою у першу декаду грудня та за міжряддям в розмірі 45 см і 70 см.

Приріст енергії, який відображає різницю між її надходженням з урожаєм і витратами на технологію вирощування, змінювався за роками досліджень у дуже широкому діапазоні, а на четвертий рік використання набув від'ємних значень (табл. 2).

У перший рік використання виявлено підвищення цього енергетичного показника до 67,4 ГДж/га у варіанті із сівбою в грудні з міжряддям у розмірі 70 см, унесенням азотно-фосфорних добрив та проведенням оранки на глибину 20–22 см.

У другий рік приріст енергії підвищився до максимального в досліді значення (75,1 ГДж/га) за вирощування культури, продуктивність якої вивчалась, на удобреному фоні ( $N_{60}P_{90}$ ) проведення глибокої оранки (на 28–30 см), сівбі у першу декаду грудня з міжряддям у розмірі 45 см.

Таблиця 1 – Надходження енергії з урожаєм шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га

Строки сівби культури (фактор С)	Ширина міжрядь, см (фактор D)	Глибина оранки (см) та фон живлення (фактор В)			
		20-22		28-30	
		Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	$N_{60}P_{90}$	Без добрив	$N_{60}P_{90}$
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	38,3	96,1	41,8	95,5
Перша декада квітня		25,9	36,1	30,3	36,1
Перша декада грудня	70	38,2	97,0	42,9	89,6
Перша декада квітня		29,6	36,3	31,1	35,9
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	41,6	96,9	42,2	98,8
Перша декада квітня		28,0	37,2	30,4	36,7
Перша декада грудня	70	42,2	85,1	44,9	97,0
Перша декада квітня		29,9	37,4	27,9	36,3
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	39,5	92,3	42,0	96,1
Перша декада квітня		26,5	35,9	30,0	36,1
Перша декада грудня	70	39,5	85,1	42,0	96,1
Перша декада квітня		29,9	37,4	30,1	37,0
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	6,1	14,2	6,1	14,2
Перша декада квітня		3,9	5,7	4,5	5,3
Перша декада грудня	70	6,2	12,3	6,1	14,1
Перша декада квітня		4,4	5,4	4,5	5,5

Таблиця 2 – Приріст зниження енергії під час вирощування шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га

Строки сівби культури (фактор С)	Ширина міжрядь, см (фактор D)	Глибина оранки (см) та фон живлення (фактор В)			
		20–22		28–30	
		Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	15,4	66,5	17,1	65,2
Перша декада квітня		4,5	8,2	7,4	7,1
Перша декада грудня	70	15,3	67,4	18,1	59,0
Перша декада квітня		7,7	8,0	8,3	6,4
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	18,3	72,9	18,6	75,1
Перша декада квітня		6,1	14,2	8,1	13,7
Перша декада грудня	70	18,9	61,3	21,7	73,5
Перша декада квітня		7,6	14,2	5,6	13,4
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	16,5	68,6	18,7	72,2
Перша декада квітня		5,0	13,3	8,1	13,5
Перша декада грудня	70	16,5	61,6	18,7	72,6
Перша декада квітня		8,0	14,6	8,2	14,5
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	-13,1	-5,9	-13,1	-5,9
Перша декада квітня		-15,1	-13,4	-14,5	-13,8
Перша декада грудня	70	-13,0	-7,6	-13,1	-6,0
Перша декада квітня		-14,6	-13,7	-14,5	-13,6

У четвертий рік використання відбулося зниження до -15,1 ГДж/га приросту енергії у варіанті без унесення мінеральних добрив, із мілкою оранкою на глибину 20–22 см, із сівбою у першу декаду квітня з міжряддям у розмірі 45 см. Цей показник склав -5,9 в удобрених варіантах із сівбою у грудні з міжряддям у розмірі 45 см (незалежно від глибини оранки).

Коефіцієнт енергетичної ефективності під час вирощування шавлії мускатної перевищив 4 у другий та третій роки у варіантах з унесенням азотно-фосфорних добрив та сівби в першу декаду грудня (табл. 3).

Найбільшим (4,17) цей енергетичний показник зафіксовано у другий рік використання культури в удобреному варіанті з оранкою на глибину 28–30 см, із сівбою у першу декаду грудня та міжряддям у розмірі 45 см.

У четвертий рік використання шавлії мускатної в усіх факторах і варіантах досліду коефіцієнт енергетичної ефективності був менше одиниці. Отже, вирощування досліджуваної культури (з енергетичної точки зору) було недоцільним.

Енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної за роками життя коливалась із чіткою тенденцією до зростання в усіх факторах і варіантах у четвертий рік використання, що пояснюється різким падінням урожайності (і надходження енергії з урожаєм) на тлі високого

рівня витрат на технологію вирощування досліджуваної культури до 32 ГДж/кг.

У перший рік використання максимальним енергетичний показник у розмірі 5,45 ГДж/кг був у неудобреному варіанті з мілкою оранкою, сівбою в першу декаду квітня з міжряддям у розмірі 45 см. Найменша енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної (2,01 ГДж) зафіксована за умов унесення мінеральних добрив (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>), оранки на глибину 20–22 см, проведення сівби у першу декаду грудня та міжряддям у розмірі 70 см.

У другий та третій роки використання досліджуваної культури виявилась абсолютна перевага оранки на глибину 28–30 см та проведення сівби у першу декаду грудня. За такої взаємодії варіантів енергоємність зменшилась до 1,58–1,64 ГДж/кг. Цей енергетичний показник підвищився до 5,14–5,35 на неудобреному контролі за мілкою оранки, висівання шавлії у квітні та за міжряддям у розмірі 45 см.

У четвертий рік використання відбулося суттєве підвищення енергоємності, що в середньому в 5,1–5,7 рази перевищувало цей показник у перший-третій роки використання.

Кореляційно-регресійний аналіз показників енергетичної ефективності дозволив установити, що в перший рік використання енергоємність продукції істотно зменшувалась у контрольному варіанті (без унесення

Таблиця 3 – Коефіцієнт енергетичної ефективності під час вирощування шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів

Строки сівби культури (фактор С)	Ширина міжрядь, см (фактор D)	Глибина оранки (см) та фон живлення (фактор В)			
		20–22		28–30	
		Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	1,67	3,26	1,69	3,15
Перша декада квітня		1,21	1,29	1,32	1,24
Перша декада грудня	70	1,67	3,28	1,73	2,93
Перша декада квітня		1,35	1,28	1,36	1,22
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	1,79	4,04	1,79	4,17
Перша декада квітня		1,28	1,62	1,36	1,60
Перша декада грудня	70	1,81	3,58	1,94	4,13
Перша декада квітня		1,34	1,61	1,25	1,59
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	1,72	3,89	1,80	4,02
Перша декада квітня		1,23	1,59	1,37	1,60
Перша декада грудня	70	1,72	3,62	1,80	4,09
Перша декада квітня		1,37	1,64	1,37	1,64
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	0,32	0,71	0,32	0,71
Перша декада квітня		0,21	0,30	0,24	0,28
Перша декада грудня	70	0,32	0,62	0,32	0,70
Перша декада квітня		0,23	0,28	0,24	0,29

азотних і фосфорних добрив), а також на ділянках із застосуванням їх у дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> (рис. 1). Цей показник підвищився до 5,2–7,3 ГДж/кг у варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>.

Коефіцієнт енергетичної ефективності сягнув 3,5 за використання добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>. Його мінімальний рівень був у контрольному варіанті.

У другому та третьому роках використання (внаслідок істотного зростання надходження енергії та її зменшення за відсутності внесення добрив, проведення основного обробітку ґрунту та сівби) зафіксовано стале підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності, а також поступове зменшення енергоємності 1 кг суцвіть за напрямом від контрольного варіанта без унесення добрив до варіанта з їх унесенням у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності зменшився, а за внесення максимальної дози підвищився до 4,6. Енергоємність 1 кг суцвіть була найбільшою (6,1 ГДж) у контрольному варіанті.

У четвертий рік використання посівів шавлії мускатної (внаслідок суттєвого зменшення врожайності та відповідно до надходження енергії) зафіксовано підвищення енергоємності до 14,8 ГДж/кг та різке зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності до 0,5–0,7.

**Висновки.** Визначено, що надходження енергії з урожаєм суцвіть у перший рік використання збільшується до

97,0 ГДж/га у варіанті із сівбою у першу декаду грудня, ширина міжрядь – 70 см, глибини оранки – 20–22 см та внесення добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. У другий та третій роки використання зберігались тенденції, які зафіксовано у перший рік зі зростанням досліджуваного показника в середньому на 7,9%. У четвертий рік використання зафіксовано значне зменшення надходження енергії. Витрати енергії найбільше змінювались у перший рік використання, а найбільшого рівня (30,3–30,6 ГДж/га) вони досягнули у варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> та проведенням сівби у першу декаду грудня. Приріст енергії, який відображає різницю між її надходженням з урожаєм і витратами на технологію вирощування, змінювався за роками досліджень у дуже широкому діапазоні, а на четвертий рік використання набув від'ємних значень. Коефіцієнт енергетичної ефективності під час вирощування шавлії мускатної перевищив 4 у другий та третій роки у варіантах з унесенням азотно-фосфорних добрив та сівбою у першу декаду грудня місяця, а в четвертий рік він був менше одиниці. У перший рік використання енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної була в неудолюбному варіанті з мілкою оранкою, сівбою у першу декаду квітня з міжряддям у розмірі 45 см. Мінімальні значення цього показника (2,01 ГДж/кг) були за використання добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, за оранки на глибину 20–22 см, проведення сівби у першу декаду грудня та міжряддя в роз-

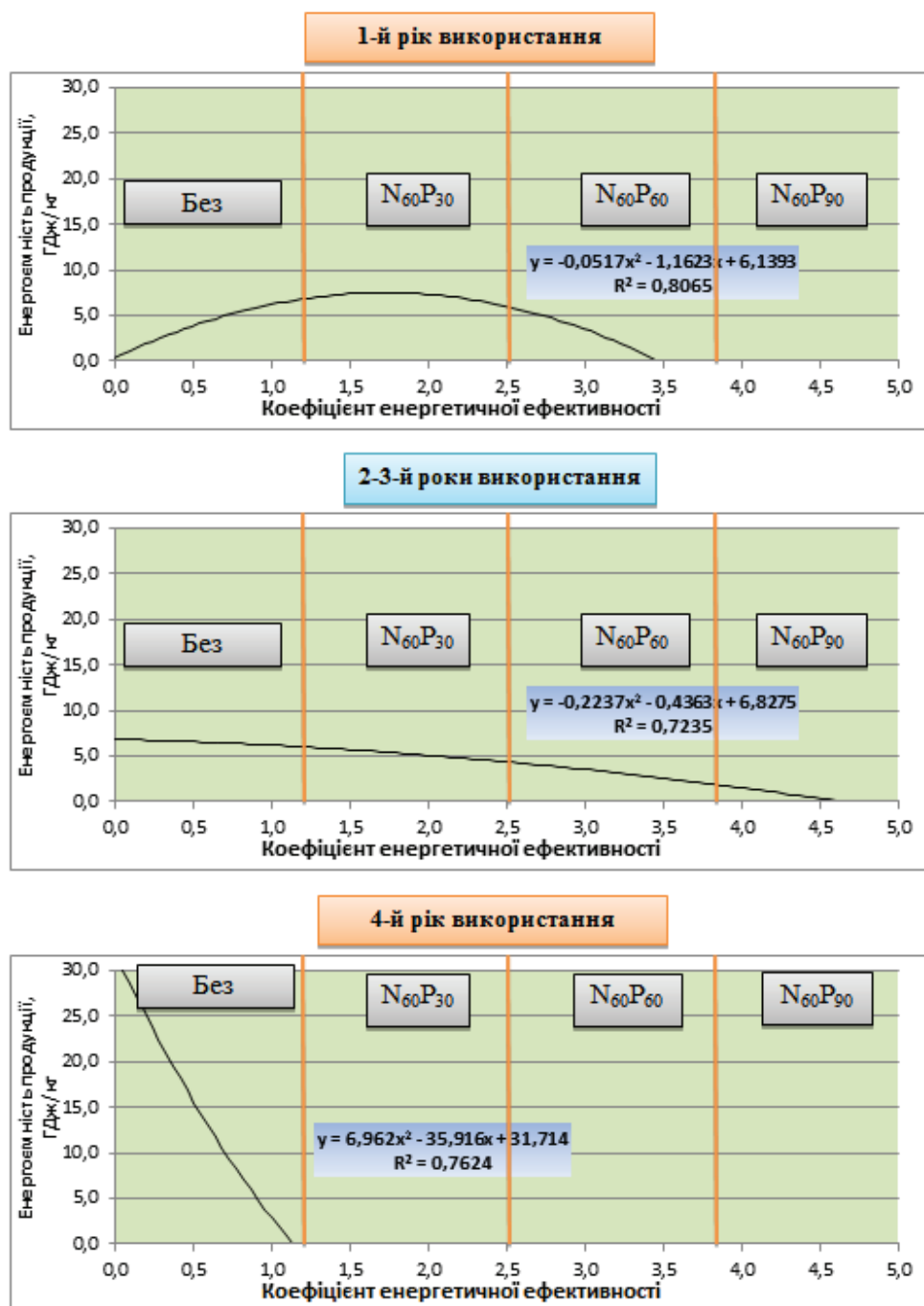


Рис. 1. Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між показниками коефіцієнта енергетичної ефективності та енергоємності виробництва 1 кг олії шавлії мускатної залежно від років використання та вдобрення

мірі 70 см. Кореляційно-регресійним аналізом доведено, що у перший рік використання застосування мінеральних добрив мало дозу N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>. У другий та третій роки одержано найкращі енергетичні результати з найвищим коефіцієнтом енергетичної ефективності 4,6 та мінімальною енергоємністю одержаної лікарської продукції (на рівні 0,3–4,3 ГДж/кг). У четвертий рік використання виявилось різке зростання (до 14,8 ГДж/кг) та зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності (до 0,5–0,7).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ушкаренко В.О., Федорчук М.І., Коковіхін С.В. Програмування врожаю надземної маси шавлії лікарської в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 60. С. 11–17.
2. Кіріак Ю.П., Коваленко А.М., Біляєва І.М., Федорчук М.І., Коковіхін С.В. Дослідження змін температурного режиму за багаторічний період у південно-степовій зоні України та вивчення його впливу на продук-

тивність пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 53–59.

3. Ушкаренко В.О., Федорчук М.І., Коковіхін С.В., Сіра Л.М., Федорчук В.Г. Особливості динаміки онтогенезу шавлії лікарської в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2010. Вип. 71. Ч. 2. С. 3–12.

4. Федорчук М.І., Коковіхін С.В., Березовський Ю.П., Онищенко С.О., Мринський І.М. Науково-практичні аспекти формування високопродуктивних агропромислових систем в умовах півдня України. Херсон : Айлант, 2011. 158 с.

5. Вожегова Р.А., Коковіхін С.В., Біляєва І.М. Адаптування систем зрошувального землеробства до локальних та регіональних умов Південного Степу України та глобальних змін клімату. *Таврійський науковий вісник*: наук. журнал. Херсон : Гринь Д.С., 2017. Вип. 98. С. 29–35.

6. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

7. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Остапенко А.І., Бойко І.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон : Колос, 1997. 21 с.

#### REFERENCES:

1. Ushkarenko, V.O., Fedorchuk, M.I. & Kokovikhin, S.V. (2008). Programuvannya vrozhayu nadzemnoyi masy shavliyi likarskoyi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrayiny [Programming the crop of aboveground mass of sage medicinal in the conditions of the southern steppe of Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 60, 11–17 [in Ukrainian].

2. Kiriya, 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 Ukrayiny ta vuvchennya yoho vplyvu na produktyvnist' pshenytsi ozymoyi [Investigation of temperature changes over many years in the south-steppe zone of Ukraine and study of its effect on winter wheat productivity]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 97, 53–59 [in Ukrainian].

3. Ushkarenko, V.O., Fedorchuk, M.I., Kokovikhin, S.V., Sira, L.M. & Fedorchuk, V.H. (2010). Osoblyvosti dynamiky ontogenezu shavliyi likarskoyi v umovakh zroshennya pivdnya Ukrayiny [Features of dynamics of ontogeny of sage drug in conditions of irrigation of the south of Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 71, 3–12 [in Ukrainian].

4. Fedorchuk, M.I., Kokovikhin, S.V., Berezhovskyy, Yu.P., Onyshchenko, S.O. & Mrynskiy, I.M. (2011). *Naukovo-praktychni aspekty formuvannya vysokoproduktyvnykh ahrovyrobnychkykh system v umovakh pivdnya Ukrayiny* [Scientific and practical aspects of formation of high-performance agroproduction systems in the conditions of southern Ukraine]. Kherson: Ailant [in Ukrainian]

5. Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V. & Bilyayeva, I.M. (2017). Adaptuvannya system zroshuvanoho zemlerobstva do lokalnykh ta rehionalnykh umov Pivdennoho Stepu Ukrayiny ta hlobalnykh zmin klimatu [Strategy for the development of agriculture systems of the Southern Steppe of Ukraine to changes in the regional climate]. *Tavriyskyy*

*naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 98, 29–35 [in Ukrainian].

6. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiynyy i korelyatsiynyy analiz u zemlerobstvi ta roslynnystvi: navch. posib* [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production: a textbook]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

7. Ushkarenko, V.O., Lazer, P.N., Ostapenko, A.I., & Boyko, I.O. (1997). *Metodyka otsinky bioenerhetychnoyi efektyvnosti tekhnolohiy vyrobnytstva silskohospodarskykh kultur* [Methods for assessing the bioenergy efficiency of crop production technologies]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

**Ушкаренко В.О., Чабан В.О., Коковіхін С.В., Коваленко В.П., Шепель А.В. Енергетична оцінка технології вирощування шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строку сівби та ширини міжряддя**

**Мета** дослідження – визначити вплив глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та строків сівби на енергетичну ефективність агротехніки вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення на Півдні України. **Методи.** Польові досліди проведено згідно з методикою дослідної справи впродовж 2011–2018 рр. на дослідному полі Приватного підприємства «Агрофірма-Додола» Бериславського району Херсонської області. Мінеральні добрива вносились у вигляді гранульованого суперфосфату та аміачної селітри на ділянках вручну за схемою досліду. Агротехніка в досліді була загально визнаною для умов Південного Степу України за винятком факторів, що були взяті для вивчення. **Результати.** Витрати енергії найбільше змінювались у перший рік використання, а найбільшого рівня (30,3–30,6 ГДж/га) вони досягнули у варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  та сівбою у першу декаду грудня. Приріст енергії, який відображає різницю між її надходженням з урожаєм і витратами на технологію вирощування, змінювався за роками досліджень у дуже широкому діапазоні, а на четвертий рік використання набув від'ємних значень. **Висновки.** Коефіцієнт енергетичної ефективності під час вирощування шавлії мускатної перевищив 4 у другий та третій роки у варіантах з унесенням азотно-фосфорних добрив та за умов сівби у першу декаду грудня місяця, а в четвертий рік він був менше одиниці. У перший рік використання енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної була у неударному варіанті з мілкою оранкою, сівбою у першу декаду квітня з міжряддям у розмірі 45 см. Мінімальні значення цього показника (2,01 ГДж/кг) були за умов використання добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранки на глибину 20–22 см, проведення сівби у першу декаду грудня та міжряддя в розмірі 70 см. Кореляційно-регресійним аналізом доведено, що у перший рік використання мінеральних добрив мало дозу  $N_{60}P_{90}$ . У другий та третій роки одержано найкращі енергетичні результати з найвищим коефіцієнтом енергетичної ефективності 4,6 та мінімальною енергоємністю одержаної лікарської продукції (на рівні 0,3–4,3 ГДж/кг). У четвертий рік використання виявилось різке зростання (до 14,8 ГДж/кг)

та зменшення коефіцієнта енергетичної ефективності (до 0,5–0,7).

**Ключові слова:** шавлія мускатна, краплинне зрошення, енергетична оцінка, добрива, обробіток ґрунту, строк сівби, ширина міжряддя.

**Ushkarenko V.O., Chaban V.O., Kokovikhin S.V., Kovalenko V.P., Shepel A.V. Energy evaluation of muscat sage technology depending on fertilization, soil treatment, sowing time and width between**

**The aim** of the research was to determine the influence of the depth of the main tillage, feeding background and sowing dates on the indicators of energy efficiency of growing sage under drip irrigation in the South of Ukraine. **Methods.** Field experiments were conducted in accordance with the methodology of the research case during 2011–2018 in the experimental field of PE “Agrofirma-Dodola” Beryslav District of Kherson Region. Mineral fertilizers were applied in the form of granular superphosphate and ammonium nitrate in the areas by hand according to the experimental scheme. Agricultural technology in the experiment was generally accepted for the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, except for the factors that were accepted for study. **Results.** Energy consumption changed the most in the first year of use, and the highest level of 30.3–30.6 GJ/ha they reached in the variant with the appli-

cation of mineral fertilizers at a dose of  $N_{60}P_{90}$  and sowing in the first decade of December. The increase in energy, which reflects the difference between its yield and the cost of growing technology, varied over a very wide range of years of research, and in the fourth year of use became negative.

**Conclusions.** The coefficient of energy efficiency in the cultivation of sage exceeded 4 in the second and third years in the variants with nitrogen-phosphorus fertilizers and sowing in the first decade of December, and in the fourth year it was less than one. In the first year of use, the energy consumption of 1 kg of sage inflorescences was in the unfertilized version with shallow plowing, sowing in the first decade of April with a row spacing of 45 cm. The minimum values of this indicator (2.01 GJ/kg) were depth of 20–22 cm, sowing in the first decade of December and row spacing of 70 cm. Correlation-regression analysis proved that in the first year of use of mineral fertilizers at a dose of  $N_{60}P_{60}$ . In the second and third years, the best energy results were obtained with the highest energy efficiency coefficient 4.6 and the minimum energy intensity of the obtained medicinal products – at the level of 0.3–4.3 GJ/kg. In the fourth year of use, there was a sharp increase (up to 14.8 GJ/kg) and a decrease in the energy efficiency ratio (up to 0.5–0.7).

**Key words:** sage, drip irrigation, energy efficiency, fertilizers, tillage, sows period, row spacing.