

УДК 582.794.1:615.32

О. В. Макуха, кандидат сільськогосподарських наук

М. І. Федорчук, доктор сільськогосподарських наук

ДВНЗ “ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

### ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФЕНХЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

Фенхель звичайний (*Foeniculum vulgare Mill.*) – одно-, дво- або багаторічна трав’яниста рослина родини селерові *Apiaceae*. Батьківщина рослини – Середземномор’я [1]. Фенхель культивують майже по всьому світу. До основних країн-виробників належать Індія, Аргентина, Китай, Індонезія, Росія, Японія, Італія та інші [2].

Фенхель звичайний – цінна ефіроолійна, лікарська, пряносмакова, овочева, ароматична та декоративна рослина. Фенхель знаходить широке застосування в медицині, різних галузях промисловості, кулінарії, тваринництві, ветеринарії. Корисні властивості рослини зумовлені вмістом ефірної олії та її основних компонентів – анетолу та фенхону. Різні частини рослини містять хімічні речовини, але найбільшу цінність представляють плоди фенхелю (загальновідомі як насіння), з яких одержують ефірну олію [3, 4].

Фенхелеву олію, насіння або екстракти використовують для ароматизації лікерів, чаїв, морозива, цукерок, хліба, риби, салатів, супів, сиру, м’яса та для виробництва солінь, приправ, парфумів, мила, косметичних засобів, пігулок від кашлю [5].

У медичних цілях фенхель застосовують в якості антиспазматичного, вітрогінного, сечогінного, відхаркувального, послаблюючого, шлункового, стимулюючого апетит, протизапального засобу, а також при коліках та для покращення лактації [1, 6, 7]. Останні дослідження свідчать, що ефірна олія фенхелю володіє антиоксидантними, антибактеріальними та протигрибковими властивостями [8].

В Україні традиційними регіонами культивування фенхелю звичайного є західні області [3]. В останні роки у зв’язку зі стрімким розвитком різних галузей промисловості і нарощуванням виробничих потужностей виникла необхідність розширення традиційних меж його вирощування та інтродукції до нових регіонів, зокрема південного Степу України. Крім того, потреба в насінні та ефірній олії фенхелю щороку зростає та вимагає пошуку шляхів підвищення продуктивності культури.

© Макуха О.В., Федорчук М. І., 2015

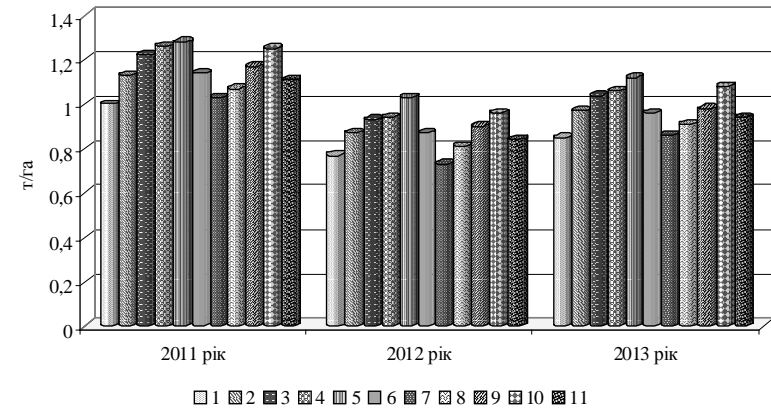
**Метою досліджень** було вивчення впливу строків сівби, ширини міжряддя та азотних добрив на врожайність і вміст ефірної олії в насінні фенхелю звичайного.

**Методика досліджень.** У 2011-2013 роках у Херсонському обласному державному центрі експертизи сортів рослин були закладені та проведені польові досліді на темно-каштанових ґрунтах, типових для цієї зони. Схема досліді включала такі фактори та їх варіанти: Фактор А – фон живлення: без добрив;  $N_{30}$ ;  $N_{60}$ ;  $N_{90}$ ; Фактор В – строк сівби: ранній (третьа декада березня); середній (перша декада квітня); пізній (друга декада квітня); Фактор С – ширина міжряддя, см: 15; 30; 45; 60. Досліді закладений методом розщеплених ділянок, повторність досліді чотириразова. Агротехніка вирощування фенхелю звичайного в досліді була загальноприйнятою за винятком факторів та варіантів, що вивчалися. Вміст ефірної олії в насінні визначали за методом Гінзберга [9].

**Результати досліджень.** Результати досліджень свідчать, що фон живлення, строки сівби та ширина міжряддя є дієвими засобами регулювання продуктивності посівів фенхелю звичайного в умовах півдня України. Крім того, урожайність культури значною мірою залежить від особливостей гідротермічних умов окремих років.

Найвищий рівень урожайності фенхелю звичайного при всіх взаємодіях варіантів спостерігався у сприятливому 2011 році. Цей показник становив, у середньому по досліді, 1,15 т/га, у посушливих 2012 та 2013 роках – 0,88 та 0,98 т/га, відповідно (рис. 1). Зниження продуктивності культури у 2012 році порівняно з іншими роками досліджень може бути пов'язано з впливом високих температур, дефіцитом вологи у період від сходів до плодоутворення, а також зі значною кількістю опадів у міжфазний період плодоутворення-стиглість.

У середньому за 2011-2013 рр., урожайність насіння фенхелю звичайного змінювалась під впливом досліджуваних елементів технології вирощування в діапазоні від 0,72 до 1,38 т/га. Найменш сприятливі умови проходження продукційних процесів рослин у всі роки досліджень спостерігались на неудобрених ділянках пізнього строку сівби звичайним рядовим способом. Максимальну насінневу продуктивність фенхелю звичайного забезпечило проведення сівби в ранній строк широкорядним способом з міжряддям 45 см на фоні  $N_{60}$  та  $N_{90}$  – 1,35 та 1,38 т/га, відповідно. Підвищення дози азотних добрив з 60 до 90 кг д.р./га зумовило незначний приріст урожайності культури – 0,03 т/га, або 2,2% (таблиця 1).



Фактор А – фон живлення: 1 – без добрив; 2 –  $N_{30}$ ; 3 –  $N_{60}$ ; 4 –  $N_{90}$ .  
Фактор В – строк сівби: 5 – ранній; 6 – середній; 7 – пізній.  
Фактор С – ширина міжряддя: 8 – 15 см; 9 – 30 см; 10 – 45 см; 11 – 60 см

**Рис. 1.** Урожайність насіння фенхелю звичайного, у середньому за досліджуваними факторами, т/га

**Таблиця 1.** Урожайність насіння фенхелю звичайного залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2011-2013 рр.)

Удобрення, фактор А	Строк сівби, фактор В	Ширина міжряддя, см, фактор С				Середнє по факторах	
		15	30	45	60	А	В
Без добрив	ранній	0,93	1,01	1,06	0,96	0,87	1,15
	середній	0,80	0,88	0,94	0,83		0,99
	пізній	0,72	0,78	0,83	0,74		0,87
$N_{30}$	ранній	1,04	1,14	1,22	1,08	0,99	
	середній	0,91	0,98	1,07	0,93		
	пізній	0,80	0,88	0,95	0,83		
$N_{60}$	ранній	1,12	1,24	1,35	1,17	1,06	
	середній	0,98	1,06	1,15	1,01		
	пізній	0,85	0,94	1,01	0,89		
$N_{90}$	ранній	1,15	1,27	1,38	1,20	1,08	
	середній	0,99	1,08	1,18	1,03		
	пізній	0,85	0,95	1,03	0,89		
Середнє по фактору С		0,93	1,02	1,10	0,96	1,00	
НІР <sub>05</sub> , т/га (оцінка істотності часткових відмінностей): А=0,029; В=0,041; С=0,029							
НІР <sub>05</sub> , т/га (оцінка істотності середніх (головних) ефектів): А=0,008; В=0,010; С=0,008							

У середньому за три роки, чітко простежувався позитивний вплив азотних добрив на формування врожаю насіння фенхелю звичайного. Середньофакторіальне значення досліджуваного показника на неудобреному фоні становило 0,87 т/га. На фоні  $N_{30}$  відмічено

збільшення врожайності культури на 0,12 т/га, або 13,8%,  $N_{60}$  та  $N_{90}$  – на 0,19 та 0,21 т/га, або 21,8 та 24,1%, відповідно. Урожайність насіння зростала з підвищенням рівня азотного живлення, але найбільш суттєвий приріст врожаю спостерігався до дози 60 кг д.р./га.

У середньому за 2011-2013 рр., простежувалась чітко виражена перевага ранньовесняної сівби фенхелю звичайного в третій декаді березня порівняно з іншими досліджуваними строками (у першій та другій декадах квітня). Середньофакторіальне значення врожайності насіння на ділянках раннього строку сівби становило 1,15 т/га. При запізненні із сівбою на одну-дві декади спостерігалось зниження цього показника на 0,16-0,28 т/га, або на 13,9-24,3%, відповідно.

Урожайність насіння фенхелю звичайного, у середньому по фактору С, досягала найвищого значення – 1,10 т/га при широкорядній сівбі з міжряддям 45 см. При зміні ширини міжряддя відносно 45 см відмічено зниження цього показника на 0,08-0,17 т/га, або 7,3-15,5%.

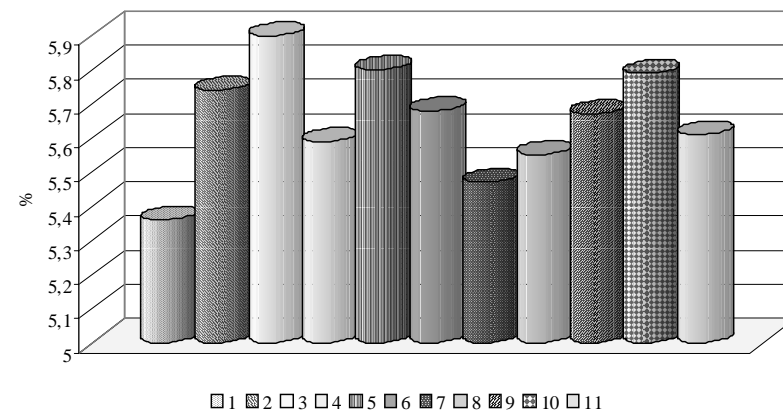
Результати досліджень свідчать, що вміст ефірної олії в насінні фенхелю звичайного залежав від впливу гідротермічних умов окремих років та факторів, що вивчались.

Масова частка ефірної олії в насінні фенхелю звичайного у 2011 р. становила, у середньому по досліді, 5,74, у 2012 та 2013 рр. – 5,52 та 5,69%, відповідно. Зниження цього показника у 2012 р. порівняно з іншими роками досліджень може бути пов'язано з втратами ефірної олії під впливом значної кількості опадів, які спостерігались у міжфазний період плодоутворення-стиглість.

У середньому за роки досліджень вміст ефірної олії в насінні фенхелю звичайного в перерахунку на абсолютно суху речовину коливався в межах від 5,14 до 6,27%. Найсприятливіші умови накопичення ефірної олії спостерігались у варіанті з внесенням  $N_{60}$  та проведенням сівби в ранній строк з шириною міжряддя 45 см, найменш сприятливі – на неудообрених ділянках пізнього строку сівби звичайним рядовим способом.

Середньофакторіальне значення досліджуваного показника у варіанті без добрив становило 5,36%, азотні добрива забезпечили його підвищення в 1,04-1,10 раза. Масова частка ефірної олії в насінні фенхелю звичайного на фоні  $N_{30}$ ,  $N_{60}$  та  $N_{90}$  збільшилась відносно контролю на 0,38; 0,54 та 0,23%, відповідно (рис. 2). Надмірне забезпечення рослин азотом негативно позначилось на накопиченні ефірної олії в насінні. Так, на фоні  $N_{90}$  спостерігалось зниження цьо-

го показника порівняно з варіантами внесення  $N_{30}$  та  $N_{60}$  на 0,15 та 0,31%, відповідно.



Фактор А – фон живлення: 1 – без добрив; 2 –  $N_{30}$ ; 3 –  $N_{60}$ ; 4 –  $N_{90}$ .  
Фактор В – строк сівби: 5 – ранній; 6 – середній; 7 – пізній.  
Фактор С – ширина міжряддя: 8 – 15 см; 9 – 30 см; 10 – 45 см; 11 – 60 см.

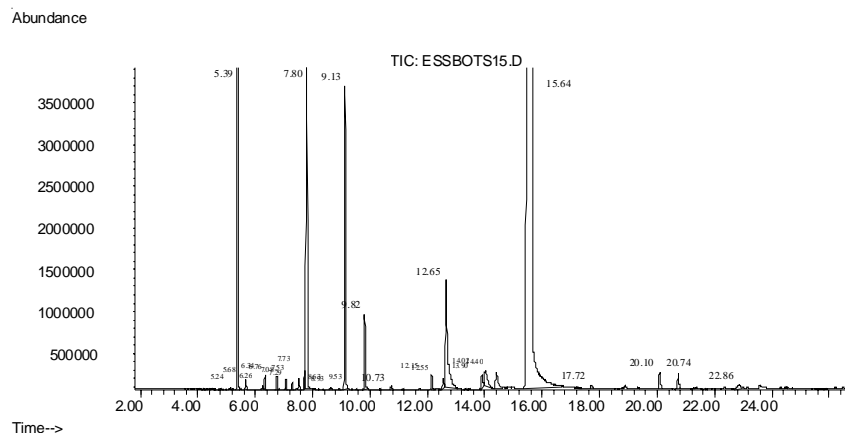
Рис. 2. Вміст ефірної олії в насінні фенхелю звичайного, у середньому за досліджуваними факторами, % на абсолютно суху речовину

Слід зауважити, що позитивний вплив добрив на вміст ефірної олії в насінні фенхелю звичайного залежав від взаємодії з іншими факторами, що вивчались. На фоні  $N_{60}$  спостерігалось збільшення цього показника відносно контролю в 1,08 раза на ділянках пізнього строку сівби з міжряддями 15 та 60 см, в 1,13 раза у варіантах ранньовесняної сівби з міжряддям 45 см.

У середньому по фактору, масова частка ефірної олії в насінні фенхелю звичайного при сівбі в третій декаді березня становила 5,80%. При сівбі на одну-дві декади пізніше досліджуваний показник знизився на 0,12-0,33%, або в 1,02-1,06 раза.

Серед досліджуваних способів сівби найбільший вміст ефірної олії в насінні – 5,79% спостерігався при широкорядній сівбі з міжряддям 45 см. Звуження та розширення міжряддя відносно 45 см спричинило зниження цього показника на 0,12-0,24%, або в 1,02-1,04 раза.

Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії з насіння фенхелю звичайного виявив 28 хімічних сполук, основними з яких є транс-анетол (67,6%), лімонен (8,8%),  $\alpha$ -пінен (7,7%), фенхон (5,7%), естрагол (3,8%), ліналоол (1,4%) (рис. 3).



1 – 5,246 (0,023%  $\alpha$ -туйен); 2 – 5,395 (7,691%  $\alpha$ -пінен); 3 – 5,679 (0,151% камфен); 4 – 6,261 (0,055% сабінен); 5 – 6,346 (0,215%  $\beta$ -пінен); 6 – 6,761 (0,216%  $\beta$ -мірцен); 7 – 7,086 (0,169%  $\beta$ -фелландрен); 8 – 7,289 (0,115%  $\delta$ -карен); 9 – 7,524 (0,219%  $\rho$ -цимен); 10 – 7,727 (0,282% 1,8-цинеол); 11 – 7,799 (8,770% лімонен); 12 – 8,629 (0,040%  $\gamma$ -терпінен); 13 – 8,926 (0,015% транс-ліналоол оксид); 14 – 9,129 (5,726% фенхон); 15 – 9,531 (0,027%  $\alpha$ -терпінолен); 16 – 9,819 (1,435% ліналоол); 17 – 10,735 (0,090% камфора); 18 – 12,147 (0,279% терпінен-4-ол); 19 – 12,548 (0,203%  $\rho$ -мент-1-ен-8-ол); 20 – 12,652 (3,817% естрагол); 21 – 13,901 (0,322% карвон); 22 – 14,014 (0,767% 4-метоксібензальдегід); 23 – 14,402 (0,654% 1-метоксі-4(проп-1-еніл)бензол); 24 – 15,647 (67,581% транс-анетол); 25 – 17,721 (0,084% терпеніл ацетат); 26 – 20,098 (0,422% транс-каріофіллен); 27 – 20,743 (0,369%  $\beta$ -бергамотен); 28 – 22,858 (0,262%  $\alpha$ -бісаболен).

Рис. 3. Компонентний склад ефірної олії з насіння фенхелю звичайного

Вищепераховані компоненти ефірної олії володіють цінними властивостями. Наприклад, транс-анетол використовується як ароматична речовина для виробництва парфумів, косметичних засобів, мила; фенхон – як дезінфікуючий засіб; лімонен – розчинник, смола, зволожуючий та диспергуючий агент; метилхавікол, або естрагол застосовується в парфумерії, для ароматизації харчових продуктів та напоїв;  $\alpha$ -пінен – у виробництві камфори, інсектицидів, розчинників, основи для парфумів [1, 7].

Крім того, ефірна олія фенхелю містить такі компоненти:  $\alpha$ -туйен, камфен, сабінен,  $\beta$ -пінен,  $\beta$ -мірцен,  $\beta$ -фелландрен,  $\delta$ -карен,  $\gamma$ -терпінен,  $\alpha$ -терпінолен, карвон та інші.

**Висновки.** Результати досліджень свідчать, що одержання високих сталих урожаїв насіння фенхелю звичайного з високим вмістом ефірної олії на темно-каштанових ґрунтах півдня України забезпечує взаємодія раннього строку сівби, ширини міжряддя 45 см, дози азотних добрив 60 кг д.р./га.

1. Piccaglia R. Characterization of some Italian types of wild fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) / Piccaglia R., Marotti M. // *J. Agric and Food Chem.* – 2001. – 49. – P. 239-244.
2. Volak J. The illustrated book of herbs / Volak J., Stodola J. – [2<sup>nd</sup> ed.]. – London, 1998. – P. 12-24.
3. Николаев Е.В. Крымское полеводство. Справочное пособие / Николаев Е.В., Назаренко Л.Г., Мельников М.М. – Симферополь: Таврида, 1998. – С. 254-259.
4. Bown D. Encyclopedia of herbs & their uses / Bown D. – London: Dorling Kindersley Limited, 1995. – P. 283-284.
5. Pharmacological and toxicological investigations on *Foeniculum vulgare* dried fruit extract in experimental animals / [Tanira M., Shah A., Mohsin A. etc.] // *Phytother. Res.* – 1996. – 10. – P. 33-36.
6. Peirce A. The American pharmaceutical association practical guide to natural medicines / Peirce A. – New York: Stonesong Press, 1999. – P. 62-78.
7. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. / [M. Marotti, V. Dellacecca, R. Piccaglia etc.] // *Acta Hort.* – 1993. – 331. – P. 63-69.
8. Supercritical fluid extraction from fennel (*Foeniculum vulgare*) global yield, composition and kinetic data / [Lucinewton S., Raul N., Carvalho J. etc.] // *J. of Supercritical Fluids.* – 2005. – 35. – P. 212-219.
9. Гинзберг А.С. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфирносоках / Гинзберг А.С. // *Химико-фармацевтическая промышленность* – 1932. – № 8-9. – С. 326-329.

У статті висвітлено важливий аспект інтродукції цінної ефіроолійної культури, фенхелю звичайного, до зони південного Степу України. Наведено вплив елементів технології вирощування (строків сівби, ширини міжряддя, фону мінерального живлення) на продуктивність фенхелю та вміст ефірної олії в насінні.

Результати досліджень свідчать, що найсприятливіші умови формування врожаю та накопичення ефірної олії в насінні забезпечила взаємодія ранньовесняної сівби, ширини міжряддя 45 см, дози азотних добрив 60 кг д.р./га. У цьому варіанті, у середньому за 2011-2013 рр., урожайність насіння становила 1,35 т/га, вміст ефірної олії – 6,27%.

**Ключові слова:** фенхель звичайний, продуктивність, врожайність насіння, ефірна олія, насіння фенхелю, строки сівби, ширина міжряддя, фон мінерального живлення, азотні добрива.

*В статье освещен важный аспект интродукции ценной эфиромасличной культуры, фенхеля обыкновенного, в зону южной Степи Украины. Описано влияние элементов технологии возделывания (сроков сева, ширины междурядья, фона минерального питания) на продуктивность фенхеля и содержание эфирного масла в семенах.*

*Результаты исследований доказывают, что наиболее благоприятные условия формирования урожая и накопления эфирного масла в семенах обеспечило взаимодействие ранневесеннего сева, ширины междурядья 45 см, дозы азотных удобрений 60 кг д.в./га. В данном варианте, в среднем за 2011-2013 гг., урожайность семян составила 1,35 т/га, содержание эфирного масла – 6,27%.*

**Ключевые слова:** фенхель обыкновенный, продуктивность, урожайность семян, эфирное масло, семена фенхеля, сроки сева, ширина междурядья, фон минерального питания, азотные удобрения.

*The article highlights the important aspect of introduction of the valuable aromatic plant, fennel, in the Steppe area of Southern Ukraine. It describes the effect of cultivation technology elements (the dates of sowing, the spaces between rows, mineral nutrition background) on the yielding capacity and content of essential oil in fennel seeds.*

*The results of research show, that the most favorable conditions were ensured by the interaction of early spring sowing, row spacing of 45 cm, nitrogen fertilizers of 60 kg reactant/ha. In this version, during 2011-2013, the seeds' yielding capacity amounted on the average to 1.35 tons/ha, the content of essential oil in seeds – 6.27%.*

**Key words:** fennel, productivity, the seeds' yielding capacity, essential oil, fennel seeds, dates of sowing, row spacing, mineral nutrition background, nitrogen fertilizers.

*Рецензенти:*

*Вишнівський П.С. — д. с.-г. наук*

*Шморгун О.В. — канд. с.-г. наук*

*Стаття надійшла до редакції 12.09.2015 р.*