

університету імені В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». 2013. № 1. С. 129–134.

19. Бикін А.В., Гуменюк О.В. Вплив мінеральних добрив та біодеструктора на калійне живлення рослин картоплі столової. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 18. С. 115–117.

20. Центило Л., Сендецький В. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2014. № 2 (1). С. 93–99.

21. Мікробіологічна активність ґрунту після ячменю ярого при використанні біодеструктора стерні / В.В. Гамаюнова, О.А. Коваленко, А.В. Панфілова, В.В. Болоховський. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія «Екологія»*. 2011. Т. 150. Вип. 138. С. 61–63.

22. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В., Дробітько А.В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 18–25.

23. Панфілова А., Гамаюнова В. Вплив біодеструктора стерні на поживний режим ґрунту. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія»*. 2019. № 23. С. 229–233.

24. Куліш О. Вплив біодеструктора стерні на врожайність насіння льону олійного в зоні малого Полісся України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2014. Вип. 18 (2). С. 169–174.

25. Нагорна Л.В. Ефективність біодеструкторів проти кокомікозу черешні (*Cerasus avium Moench.*). *Садівництво*. 2020. Вип. 75. С. 127–131.

УДК 635.757:631.5(292.485)(477)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.17>

## ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ АГРОЦЕНОЗІВ ФЕНХЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

**Строяновський В.С.** – к.с.-г.н., докторант, доцент кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства, Подільський державний аграрно-технічний університет

Стаття присвячена визначенню площі листового апарату й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного залежно від агротехнічних факторів при вирощуванні в умовах Лісостепу західного. Площу листової поверхні визначали за допомогою ліцензійного програмного забезпечення *Gust AreaS 2.1*, розробленого у ФГОУ ВПО «Самарская ГСХА». Фотосинтетичний потенціал визначали за формулами як показник добутку площі листової поверхні з тривалістю її ефективної роботи за методикою А.А. Нічипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, И.П. Власова. У результаті проведених досліджень встановлено, що оптимальні параметри асиміляційної поверхні рослин фенхелю звичайного були в межах 31,5–33,3 тис. м<sup>2</sup>/га при сівбі за рівня термічного режиму ґрунту 6–8<sup>0</sup>С на трьох варіантах: ширині міжрядь 15 см, нормі висіву 1,5 і 2 млн с/га та ширині міжрядь 45 см і нормі висіву 1 млн с/га, а максимальні значення фотосинте-

тичного потенціалу – 1102,5 та 1098,9 тис.  $\text{м}^2 \times \text{дїб/га}$  – отримано на варіантах ширини міжрядь 45 см і норми висіву 1 млн сх н/га і ширини 15 см і норми висіву 2 млн сх н/га. Установлено, що застосування регуляторів росту Верміодис для обробки насіння та Гуміфілд для обприскування посівів сприяли отриманню площі листків 30,5 і 30,7 тис.  $\text{м}^2/\text{га}$  й фотосинтетичного потенціалу: 1074,6 і 1067,5 тис.  $\text{м}^2 \times \text{дїб/га}$ . Виявлено вплив строків сівби, ширини міжрядь, норми висіву насіння, регуляторів росту та способів їх застосування на формування площі асиміляційної поверхні й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного. Оптимальний варіант – сівба в перший строк із шириною міжрядь 45 см, нормою висіву насіння 1 млн сх н/га й обприскування посівів у фазі стеблуння регулятором росту Гуміфілд.

**Ключові слова:** фенхель звичайний, строк сівби, норма висіву, ширина міжрядь, регулятор росту, площа листків, фотосинтетичний потенціал.

### **Stroyanovskiy V.S. Photosynthetic potential of fennel agrocenoses depending on agrotechnical factors under the conditions of the Western Forest-Steppe**

The article is devoted to determining the area of the leaf apparatus and photosynthetic potential of fennel agrocenoses depending on agrotechnical factors when grown in the Western Forest-Steppe. The leaf surface area was determined using the licensed software Gust AreaS 2.1, developed in FSEE HPE (Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education) "Samara SAU (State Agricultural University)". The photosynthetic potential was determined by the formulas as an indicator of the product of the leaf surface area with the duration of its effective work according to the method of A.A. Nychporovych, L.E. Stroganova, S.N. Chmora, I.P. Vlasova. As a result of the research it was established that the optimal parameters of the assimilation surface of fennel plants were in the range of 31.5-33.3 thousand  $\text{m}^2$  / ha when sowing at the level of soil thermal regime 6-8°C in three variants: row spacing 15 cm, seeding rate 1.5 and 2 million sp.s. / ha and a row spacing of 45 cm, and a seeding rate of 1 million sp.s. / ha, and the maximum values of the photosynthetic potential of 1102.5 and 1098.9 thousand  $\text{m}^2 \times \text{day}$  / ha were obtained on the variants of a row spacing of 45 cm and the seeding rate 1 million sp.s. / ha and a width of 15 cm and seeding rates of 2 million sp.s. / ha. It was found that the use of growth regulators Vermiyodis for seed treatment and Humifield for crop spraying contributed to obtaining a leaf area of 30.5 and 30.7 thousand  $\text{m}^2$  / ha and photosynthetic potential: 1074.6 and 1067.5 thousand  $\text{m}^2 \times \text{day}$  / ha. The influence of sowing dates, row spacing, seeding rates, growth regulators and methods of their application on the formation of the assimilation surface area and photosynthetic potential of fennel agrocenoses was revealed. The best variant is sowing in the first sowing period with a row spacing of 45 cm, sowing rate of 1 million sp.s. / ha and spraying of crops in the stem formation phase with the growth regulator Humifield.

**Key words:** fennel, sowing period, seeding rate, row spacing, growth regulator, leaf area, photosynthetic potential.

**Постановка проблеми.** Фотосинтез, на думку більшості вчених, є найголовніший життєвий процес на Землі. Щоб підвищити продуктивність фотосинтезу, є лише два важелі – екологічний і технологічний. Технологічний регулюється за допомогою оптико-біологічної структури посіву сільськогосподарських культур. Факторами, за допомогою яких створюється оптико-біологічна структура посіву, є ширина міжрядь і кількість рослин на погонний рядок (або норма висіву насіння). Крім цих чинників, опосередковано на продуктивність фотосинтезу можуть впливати строки сівби, оскільки вони визначають період часу, упродовж якого рослини здатні використовувати сонячну радіацію.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У рослин *Foeniculum vulgare* L. (фенхелю звичайного) листки за формою яйцеподібно-трикутні або видовжено-овальні, голі, багаторазово перисторозсічені на довгі, відстовбурчені, вузькі, лінійно-ниткоподібні або ниткоподібні частки, темно-зелені із сизуватим або голубуватим, як і на стеблі, нальотом, півхвові [1–3]. У межах рослини спостерігається листковий поліморфізм: найбільші та складні листки розташовані в нижній частині стебла, до верхівки стебла вони зменшуються та спрощуються [4; 5]. Оскільки у фенхелю звичайного листків формується значна кількість, але вони розсічені на ниткоподібні частки, їх загальна площа незначна порівняно з іншими менш масивними культурами.

Багато років поспіль у Європі фенхель звичайний вважають однією з основних лікарських рослин. Культурою широкого діапазону використання є фенхель і у світовому масштабі. Сировину фенхелю звичайного використовують у харчовій, фармацевтичній, парфумерно-косметичній, ветеринарній та інших галузях промисловості. Універсальність цієї культури – у використанні практично всіх частин рослини (насіння, стебел, листків, коренів). Основними похідними є ефірна та жирна олії, анетол і фенхон [6].

У результаті зростання попиту на сировину фенхелю звичайного виникла потреба розширення традиційних меж вирощування культури та її інтродукції в нових регіонах, у т. ч. й умовах Лісостепу західного.

**Постановка завдання.** Метою досліджень було визначення площі листового апарату й фотосинтетичного потенціалу агроценозів фенхелю звичайного залежно від агротехнічних факторів при вирощуванні в умовах Лісостепу західного.

Дослідження виконуються у виробничих умовах ФОП Прудивус С.М. Хмельницької області Кам'янець-Подільського району. Науково-дослідна робота виконується із сортом Мерцишор. Дослід 1 включає фактори: А – строк сівби: I декада квітня (РТР ґрунту 6–8°C), II декада квітня (РТР ґрунту 10–12°C); В – ширина міжрядь: 15, 30, 45 і 60 см; С – норма висіву: 1, 1,5 та 2 млн сх н/га. Дослід 2 включає фактори: А – регулятор росту рослин (Гуміфілд, Вермийодіс, Вітазим); фактор В – спосіб обробки (насіння, посіву). Площа облікової ділянки – 50 м<sup>2</sup>. Повторність чотириразова. Спостереження, обліки й аналізи виконували відповідно до загальноприйнятих методик.

Після збирання попередника проводили лушення стерні та глибоку зяблеву оранку – на 27 см. Восени під культуру вносили повне мінеральне добриво з розрахунку N<sub>45</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub> під зяблеву оранку, а під час сівби – P<sub>10</sub>. У період утворення стебел проводили вегетаційні підживлення (N<sub>30</sub> P<sub>30</sub>). Органічні добрива під культуру не вносили, щоб не знижувати врожайність насіння за рахунок розростання надземної маси.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У лікарських рослин відмічаються значні коливання масштабів формованої асиміляційної поверхні, яка залежить від генотипу і тривалості його вегетації, від екологічних і гідротермічних чинників, а також від фітоценотичних взаємовідносин. Неодноразово доведено в дослідженнях науковців на різних культурах, що технологічні заходи, зокрема способи сівби, можуть істотно впливати на площу листового апарату.

За даними В.Я. Хоміної, В.А. Тарасюка, максимальною площею листової поверхні вирізнялися варіанти широкорядних (на 45 см) посівів розторопші плямистої з нормою висіву 222 тис. шт./га, показник становив 56,9 тис. м<sup>2</sup> а. Із застосуванням регулятора росту Агроемістим-екстра при обох строках площа листової поверхні розторопші плямистої становила 54,7–54,6 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто з перевищенням контролю на 2,7–3,1 тис. м<sup>2</sup> га [7; 8].

У дослідженнях площа листового апарату фенхелю звичайного коливалася в межах 26,0–33,3 тис. м<sup>2</sup>/га в посівах першого строку сівби та 25,0–32,6 тис. м<sup>2</sup>/га в посівах другого строку (таблиця 1).

Оскільки показник ураховує загальну площу з одиниці площі, то кількість рослин відіграла також вагомий роль. Перевищення контролю в розрізі варіантів знаходилося в межах 0,1–6,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Лише три варіанти з шириною міжрядь 60 см сформували площу асиміляційної поверхні, яка поступалася контролю, а саме на 0,8–1,8 тис. м<sup>2</sup>/га. Коефіцієнт варіації свідчить про те, що варіабельність даних по варіантах досліді була на рівні середньої.

Низка досліджень [9; 10] указує на вплив мікроелементів і біологічно активних препаратів на формування площі листового апарату різних сільськогосподарських культур.

Таблиця 1

**Площа асиміляційної поверхні фенхелю звичайного залежно від досліджуваних чинників, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2015–2020 рр.)**

Ширина міжрядь, см (В)	Норма висіву насіння, млн сх н/га (С)	Строк сівби			
		I-й строк сівби (РТР ґрунту 6–8°C)(А)		II-й строк сівби (РТР ґрунту 10–12°C)(А)	
		фактична	± до контролю	фактична	± до контролю
15	1	27,3	0,5	26,6	0,2
	1,5	32,2	5,4	31,6	4,8
	2	33,3	6,5	32,6	5,8
30	1	30,4	3,6	29,1	2,3
	1,5	29,4	2,6	28,0	1,2
	2	28,8	2,0	27,2	0,4
45	1	31,5	4,7	29,3	2,5
	1,5	30,5	3,7	28,2	1,4
	2	29,7	2,9	27,4	0,6
60	1	27,8	1,0	26,9	0,1
	1,5 (К)	26,8	-	25,9	-0,9
	2	26,0	-0,8	25,0	-1,8
V, %		9,8			

Нами вивчалися способи застосування регуляторів росту рослин і визначався їх вплив на формування листового апарату фенхелю звичайного. Таким чином, регулятори росту рослин певною мірою впливали на підвищення продуктивності фотосинтезу в посівах фенхелю звичайного, зокрема підвищення площі листового апарату. Отже, обліки показали, що показник підвищувався при обробці насіння на 1,3–2,7 тис. м<sup>2</sup>/га, а при обприскуванні вегетуючих рослин – на 1,5–2,9 тис. м<sup>2</sup>/га (рис. 1).

Оптимальні значення площі листової поверхні фенхелю звичайного отримано на варіантах обробки насіння препаратом Вермийодіс та обприскування посівів регулятором Гуміфілд, значення становили відповідно: 30,5 і 30,7 тис. м<sup>2</sup>/га. Варто відмітити, що площа листового апарату збільшувалася до фази цвітіння рослин фенхелю, де досягала свого оптимуму, а потім зменшувалася, оскільки під час формування насіння відбувається перерозподіл пластичних речовин між вегетативними та генеративними органами рослини. У цей період відбувається реутилізація поживних речовин, що містяться в нижніх листках для формування насіння.

Для рослинницької науки динаміка формування фотосинтетичного потенціалу однієї рослини в загальному посіві становить певний інтерес, так як посів може складатися з різної кількості рослин, що мають різну площу листків. Це дасть змогу оцінити оптико-біологічну структуру агроценозу рослин. Тому всі заходи

мають бути спрямовані на те, щоб досягти оптимального фотосинтетичного потенціалу індивідуальної рослини та посіву загалом.

Потрібно зазначити, що фотосинтетична діяльність посівів є домінуючою в перший період формування врожаю. Коли рослини входять у період активного росту репродуктивних органів (квіток, плодів і насіння), роль фотосинтезу поступово зменшується й більш важливими стають процеси, що пов'язані з перерозподілом пластичних речовин між окремими органами рослин.

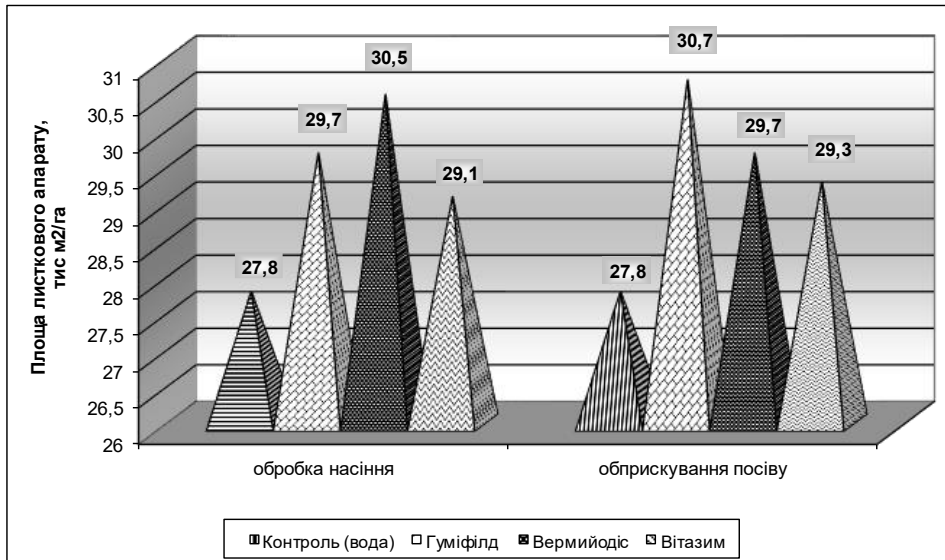


Рис. 1. Площа асиміляційної поверхні листків фенхелю звичайного залежно від способів застосування регуляторів росту рослин, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2016–2020 рр.)

Фотосинтетична діяльність залежить насамперед від площі листового апарату рослин, що збільшуються в розмірах до генеративного періоду рослин.

Фотосинтетичний потенціал посівів фенхелю звичайного залежав від ширини міжрядь, норми висіву і строку сівби. Усі варіанти другого строку сівби за цим показником поступалися першому. Щодо впливу ширини міжрядь і норми висіву, то максимальні значення 1102,5 та 1098,9 тис. м<sup>2</sup>×діб/га отримано на варіантах ширини міжрядь 45 см і норми висіву 1 мільйон схожих насінин на гектар і ширини 15 см і норми висіву 2 млн сх н/га, значення перевищували контроль, відповідно, на 164,3 та 160,7 млн сх н/га (таблиця 2).

Оскільки фотосинтетичний потенціал посіву – це показник добутку площі листової поверхні з тривалістю її ефективної роботи, то на варіантах, де відмічено максимальну площу асиміляційної поверхні та найбільшу тривалість міжфазного періоду стеблуння-цвітіння, отримано оптимальні значення фотосинтетичного потенціалу посіву. Отже, при обприскуванні посіву регулятором росту Гуміфілд та обробці насіння препаратом Вермийодіс отримано найвищі показники, а саме: 1074,6 та 1067,5 тис. м<sup>2</sup>×діб/га відповідно (таблиця 3).

**Висновки і пропозиції.** У результаті проведених обліків і спостережень встановлено, що оптимальні параметри асиміляційної поверхні – у межах

31,5–33,3 тис. м<sup>2</sup>/га – відмічено при сівбі за рівня термічного режиму ґрунту 6–8°C на трьох варіантах: ширині міжрядь 15 см, нормі висіву 1,5 і 2 млн сх н/га та ширині міжрядь 45 см і нормі висіву 1 млн сх н/га. Застосування регуляторів росту Вермийодіс для обробки насіння та Гуміфілд для обприскування посівів сприяли отриманню показника 30,5 та 30,7 тис м<sup>2</sup>/га, що перевищує варіант без обробки на 2,7 та 2,9 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно.

Таблиця 2

**Фотосинтетичний потенціал рослин фенхелю звичайного залежно від досліджуваних чинників, тис. м<sup>2</sup>×діб/га (середнє за 2015–2020 рр.)**

Ширина міжрядь, см (В)	Норма висіву насіння, млн сх н/га (С)	Строк сівби			
		I-й строк сівби (РТР ґрунту 6–8°C) (А)		II-й строк сівби (РТР ґрунту 10–12°C)(А)	
		фактично	± до контролю	фактично	± до контролю
15	1	900,9	-37,3	877,8	-60,4
	1,5	1062,6	124,4	1042,8	104,6
	2	1098,9	160,7	1075,8	137,6
30	1	1003,2	65,0	960,3	22,1
	1,5	970,2	32	924,1	-14,1
	2	950,4	12,2	897,6	-40,6
45	1	1102,5	164,3	1025,5	87,3
	1,5	1067,5	129,3	987,0	48,8
	2	1039,7	101,5	959,1	20,9
60	1	973,1	34,9	941,5	3,3
	1,5 (К)	938,2	-	906,5	-31,7
	2	910,2	-28	875,2	-63
V, %		9,68			

Таблиця 3

**Фотосинтетичний потенціал рослин фенхелю звичайного залежно від способів застосування регуляторів росту, тис. м<sup>2</sup>×діб/га (середнє за 2016–2020 рр.)**

Регулятор росту (А)	Спосіб обробки (В)	Показник	
		фактично	± до контролю
Без регулятора (контроль)	насіння	973,4	-
	посіву	973,4	-
Гуміфілд	насіння	1039,5	66,1
	посіву	1074,6	101,2
Вермийодіс	насіння	1067,5	94,1
	посіву	1039,5	66,1
Вітазім	насіння	1018,4	45,0
	посіву	1025,3	51,9
V, %		3,67	

Максимальні значення фотосинтетичного потенціалу 1102,5 та 1098,9 тис. м<sup>2</sup>×діб/га отримано на варіантах ширини міжрядь 45 см і норми висіву 1 мільйон схожих насінин на гектар і ширини 15 см і норми висіву 2 млн сх н/га,

значення перевищували контроль, відповідно, на 164,3 та 160,7 млн сx н/га. При застосуванні регуляторів росту кращими виявилися варіанти: обприскування посіву регулятором росту Гуміфілд та обробка насіння препаратом з фотосинтетичним потенціалом, відповідно, 1074,6 та 1067,5 тис. м<sup>2</sup>×діб/га.

Подальші дослідження в перспективі включатимуть установлення залежності росту, розвитку та продуктивності рослин фенхелю звичайного від року вегетації рослин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Атлас лекарственных растений России / под ред. В.А. Быкова. Москва, 2006. С. 302–304.
2. Лекарственные растения: Самая полная энциклопедия / А.Ф. Лебеда, Н.И. Джуренко, А.П. Исайкина, В.Г. Собко. Москва : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2006. 766–767.
3. Эфиромасличные и лекарственные растения : учебное пособие / В.А. Ушкаренко, М.И. Федорчук, В.Д. Работягов, В.Г. Федорчук. Херсон : Айлант, 2004. С. 118–119.
4. Николаев Е.В., Назаренко Л.Г., Мельников М.М. Крымское полеводство : справочное пособие. Симферополь : Таврида, 1998. С. 254–259.
5. Жарінов В.І., Остапенко А.І. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряно-смакових рослин. Київ : Вища школа, 1994. С. 126–128.
6. Фролова Н.Е., Українець А.І. Переробка ефірних олій для отримання натуральних харчових ароматизаторів. *Наука та інновації*. 2010. Т. 6. № 2. С. 36–40.
7. Хоміна В.Я., Тарасюк В.А. Агроекологічні аспекти вирощування розто-ропші плямистої в умовах Лісостепу Західного. *Сучасні проблеми збалансованого природокористування* : збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2012. С. 269–272.
8. Хоміна В.Я. Показники фотосинтетичного потенціалу агроценозів розто-ропші плямистої залежно від впливу окремих агротехнічних заходів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2014. Вип. 3 (27). С. 119–123.
9. Дорошенко О.Л. Вплив мікроелементів на динаміку наростання площі листового апарату. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 80. Ч. 2. С. 164–168.
10. Пастух О.Д., Хоміна В.Я. Формування урожайності круп'яних культур залежно від застосування мікробіологічних препаратів в умовах Лісостепу західного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 94. С. 48–53.