

## **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ЗА РІЗНИХ СХЕМ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКЦІЇ**

**ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України  
*orcid.org/0000-0002-3895-5633*  
Інститут зрошувального землеробства  
Національної академії аграрних наук України  
**РУДІК О.Л.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

**Постановка проблеми.** Значні коливання вартості енергетичних та матеріальних ресурсів, технічних засобів, послуг, продукції рослинництва, зумовлюють необхідність застосовувати більш об'єктивну та універсальну оцінку технології, як, наприклад, біоенергетичну – у вигляді зіставлення обсягу отриманої енергії й енергії, витраченої на вирощування та первинну переробку культури [1]. За вирощування в умовах півдня України недостатньо дослідженою є енергетична ефективність вирощування льону олійного на неполивних і зрошуваних землях, особливо з точки зору аналізу енергетичних показників при різних схемах використання одержаної продукції [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасним напрямком підвищення урожайності та покращення якості продукції рослинництва є активне впровадження у сільськогосподарське виробництво інноваційних енергоощадних технологій з науково обґрунтованим застосуванням окремих технологічних операцій, особливо зрошення, добрив, пестицидів тощо [3]. Основу вирощування сільськогосподарських культур становлять агроекологічні умови. Природні екосистеми використовують енергію сонця, опади та інші атмосферні явища і у цих умовах рослини забезпечують певну продуктивність [4]. Агроекологічні системи піддаються впливу як природного середовища, так і штучно створеного людиною. Тому людина має прагнути створити такі умови для рослин, щоб останні змогли реалізувати свій генетичний потенціал, сформувати максимально можливу продуктивність та накопичити енергію у рослинницькій продукції [5].

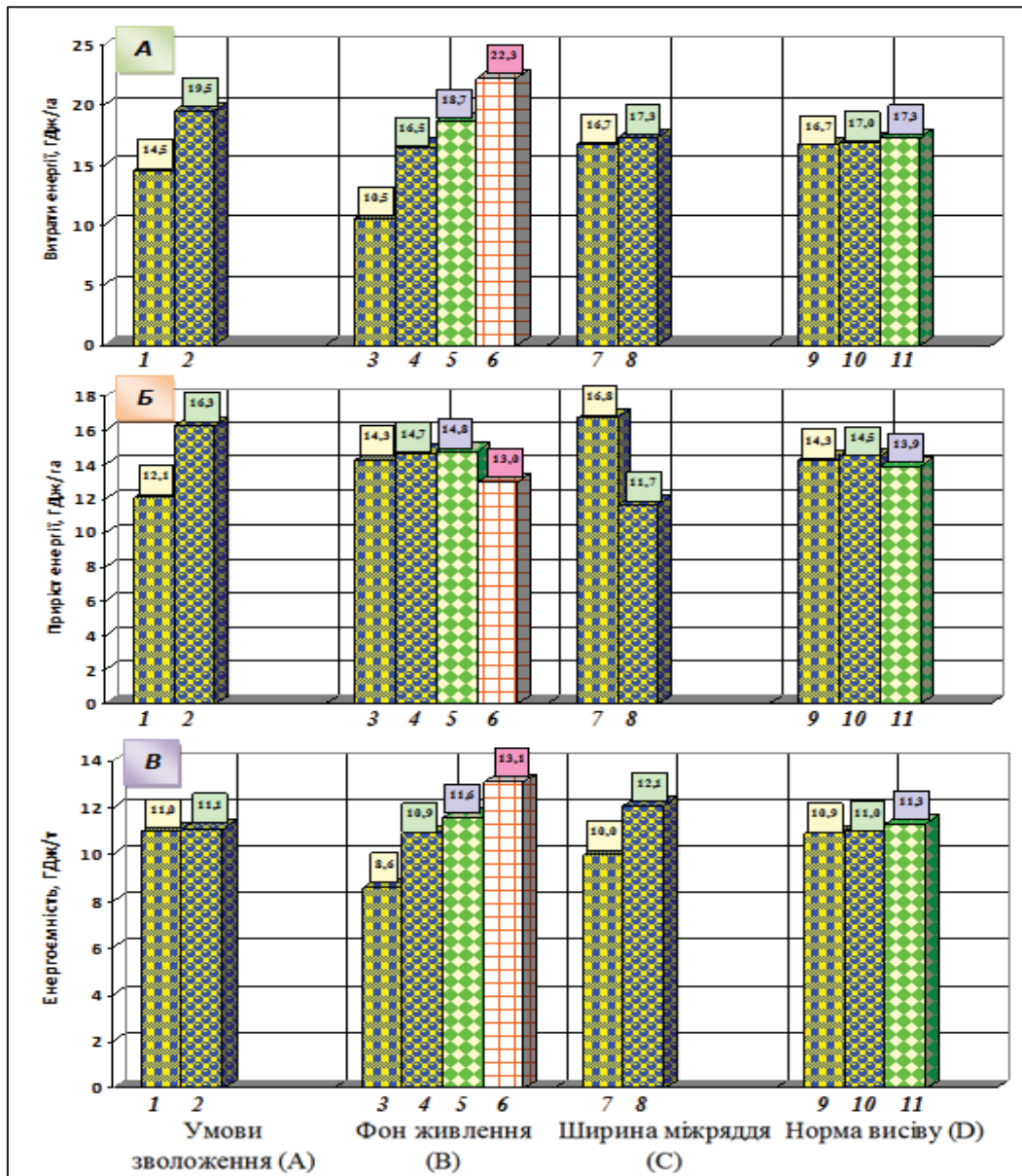
Будучи однорічною рослиною раннього ярого типу розвитку льон олійний не потребує специфічного розташування та у залежності від зони вирощування оцінюється як «хороший» або «допустимий» попередник для озимих зернових культур. Сприяють поширенню культури його біологічні

властивості – висока пластичність та посухостійкість, а також низький рівень енергетичних витрат технологій його вирощування [6].

**Мета статті** – визначити енергетичну ефективність технологій вирощування льону олійного на неполивних і зрошуваних землях півдня України при різних схемах використання одержаної продукції.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2009–2013 рр. у польовій та зрошуваній сівозмінах Асканійської ДСДС Інституту зрошувального землеробства НААН, яка розташована у Каховському районі Херсонської області. Закладання дослідів, проведення спостережень та енергетичний аналіз здійснювали відповідно до класичних та спеціальних методик досліджень [7–9]. Досліджували енергетичну ефективність вирощування сортів льону олійного: Південна Ніч (st); Вера; Айсберг; Дебют; Орфей; ВНИИМК 620; Золотистий; Ківіка; Ручеек; Блакитно-помаранчевий, Евріка, Ліріна, Надійний; Глілум. Випробування сортів проводилося на двох фонах вологозабезпечення (фактор А): без зрошення; при зрошенні. Також досліджували варіанти удобрення (фактор В): без добрив;  $N_{45}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{60}$ ; ширину міжряддя (фактор С): 15 см та 45 см; норми висіву (фактор D, млн шт./га): [5; 6; 7].

**Результати досліджень.** Проведена біоенергетична оцінка технології вирощування льону свідчить, що витрати енергії знаходяться на рівні більшості ярих польових культур не інтенсивного типу [9]. Найбільш суттєво витрати енергії зростали внаслідок внесення максимальної дози мінеральних добрив (22,3 ГДж/га), а також у зрошуваних варіантах (19,5 ГДж/га) (рис. 1). Слід зазначити, що в умовах природного зволоження від застосування  $N_{45}P_{30}K_{30}$  витрати енергії збільшилися на 5,9 ГДж/га, а  $N_{90}P_{60}K_{60}$  – на 11,7 ГДж/га.



**Рис. 1. Середньофакторіальні показники витрат енергії (А), приросту енергії (Б) та енергоємності продукції (В) залежно від досліджуваних елементів технології вирощування льону олійного**

Примітки: умови зволоження (А): 1 – без зрошення, 2 – при зрошенні; фон живлення (В): 3 – без добрив, 4 – N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, 5 – N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, 6 – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; ширина міжряддя, см (С): 15, 8 – 45; норма висіву, млн шт./га (D): 9 – 5, 10 – 6, 11 – 7

Зрошення у середньому потребувало додатково 5,1 ГДж/га загальної енергії. Збільшення норми висіву з 5 до 6 та 7 млн шт./га у середньому по фактору потребувало додатково відповідно – 0,4 та 0,7 ГДж/га, а вирощування культури із міжряддям 45 см – 0,6 ГДж/га не відновлюваної енергії.

Внаслідок реалізації досліджуваних заходів із насінням було отримано від 6,6 до 21,1 ГДж/га додаткової енергії. Найбільшу прибавку забезпечували найбільш енергоємні фактори. При цьому, незалежно від умов зволоження та способу посіву, окупність максимальної норми добрив N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> була меншою, ніж попередніх, тоді як ефективність зрошення зростала.

Найменшу енергоємність у досліді забезпечували екстенсивні технології. Внесення N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> та підвищення норми до N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> та N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> підвищували енергоємність вирощування в 1,37, 1,48 та 1,72 раза, відповідно в умовах природного зволоження та у 1,17, 1,22 та 1,35 раза при зрошенні. Зрошення без застосування добрив суттєво, у середньому на 23,1%, підвищує енергоємність вирощування насіння. На фоні їх внесення коливання даного показника не перевищувало 4,6%.

Аналіз динаміки коефіцієнта енергетичної ефективності (К<sub>е</sub>е), демонструє його зменшення при окремому застосуванні заходів інтенсифікації технології вирощування льону олійного (табл. 1).

**Таблиця 1 – Енергетична ефективність технологій вирощування та використання льону олійного**

Режим зволоження (А)	Фон живлення (В)	Ширина міжряддя (С) та норма висіву (D), млн шт./га					
		15 см			45 см		
		5	6	7	5	6	7
<b>Коефіцієнт енергетичної ефективності при використанні насіння</b>							
Без зрошення	Без добрив	2,97	3,08	2,83	2,48	2,33	2,16
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,08	2,18	2,04	1,80	1,72	1,67
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	1,92	2,01	1,88	1,67	1,62	1,53
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,65	1,73	1,64	1,44	1,38	1,33
При зрошенні	Без добрив	2,41	2,41	2,39	2,10	1,99	1,93
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,01	2,05	2,06	1,78	1,71	1,68
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	1,92	1,98	1,99	1,72	1,66	1,61
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,73	1,76	1,79	1,56	1,50	1,48
<b>Коефіцієнт енергетичної ефективності при подвійному використанні</b>							
Без зрошення	Без добрив	3,29	3,35	3,20	2,64	2,55	2,43
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,78	2,86	2,75	2,34	2,26	2,21
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,63	2,70	2,60	2,22	2,16	2,07
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,43	2,50	2,40	2,06	1,94	1,87
При зрошенні	Без добрив	2,85	2,85	2,83	2,74	2,53	2,47
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,80	2,89	2,89	2,41	2,34	2,30
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,75	2,81	2,82	2,35	2,28	2,22
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,56	2,59	2,62	2,22	2,10	2,07

Зауважимо, на неудобреному фоні та при застосуванні зрошення К<sub>е</sub> зменшувався на 16,5%, тоді як на фоні внесення N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> лише на 1,7 %, а надалі зростав на 2,4 та 7,1%. При сівбі із міжряддям 45 см вищою є ефективність технології при встановленні норми висіву 5 млн шт./га, незалежно від інших факторів.

На посівах із міжряддям 15 см без зрошення К<sub>е</sub> підвищувався при встановленні норми висіву 6 млн шт./га, тоді як на фоні зрошення відмічається тенденція до підвищення при встановленні норми висіву 7 млн шт./га.

Технічне використання соломи позитивно відображається на енергетичній ефективності виробництва у цілому. Залежно від урожайності, збирання соломи у тюки та її транспортування у межах 5 км, потребує енергетичних витрат від 2,6 до 4,8 ГДж/т. При цьому підвищення урожайності соломи з 1,5 до 2,5 т/га зменшує питомі витрати енергії у 1,28 раза. Однак, при збільшенні відстані транспортування з 20 до 40 км витрати енергії зростають з 7,56 до 13,1 ГДж/т.

Використання соломи підвищує К<sub>е</sub> на 0,16–0,83 одиниці. У незрошуваних умовах удобрення незалежно від інших факторів зумовлює його зниження на 0,22–0,86 одиниці, проте поєднання зрошення та внесення мінеральних добрив підвищує коефіцієнт енергетичної ефективності. З біоенергетичної точки зору широкорядні посіви льону олійного менш придатні для технології його по-

двійного використання. На фоні природного зволоження та посіву з міжряддям 15 см вищим був К<sub>е</sub> при встановленні норми висіву 6 млн шт./га, тоді як за умов зрошення на фонах мінерального живлення N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> та N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> переваги має норма висіву 7 млн шт./га. Терміни сівби несуттєво впливали на витрати енергії, тоді як у наслідок підвищення норм висіву вони з урахуванням суміжних витрат зростали у середньому на 0,34 ГДж/га.

При цьому найбільшого приросту енергії було досягнуто у наслідок сівби при досягненні ґрунтом стану фізичної стиглості. Найбільшою була відмінність пізнього терміну із раннім 41,6 та середнім 35,6%. Тому К<sub>е</sub> стабільно зменшувався від першого до останнього терміну сівби. Вищими приріст енергії та К<sub>е</sub> були на варіантах із нормою висіву 6 млн шт./га. При сівбі у пізній термін відмінності між нормами 6 та 8 млн шт./га були близькими.

Залучення до використання соломи, позитивно вплинуло на енергетичний баланс технології у цілому. Якщо у наслідок збирання та транспортування соломи витрати енергії у середньому зросли на 28,3%, то приріст енергії збільшився у 2,6 раза. Це спричинило підвищення К<sub>е</sub> у середньому на 47,8%. Загальні закономірності відмінностей окремих варіантів зберігалися.

Аналіз сортового складу свідчить, що вплив цього фактору в об'єктів олійного призначення не перевищує 1,5% від середнього значення на неопливних ділянках та 1,2% при зрошенні (табл. 2).

Таблиця 2 – Енергетична ефективність вирощування льону олійного за різних технологій збирання

Показники	При використанні насіння					При подвійному використанні				
	пряме комбайнування				двофазне збирання	пряме комбайнування				двофазне збирання
	без обробки	Реглон Супер 3 л/га	Раундап 3 л/га	Баста 2 л/га		без обробки	Реглон Супер 3 л/га	Раундап 3 л/га	Баста 2 л/га	
Витрати енергії, ГДж/га	14,0	14,7	15,0	14,7	14,2	20,5	20,9	21,1	21,0	19,7
Прихід енергії, ГДж/га	25,8	28,7	28,3	28,9	24,8	49,5	54,8	54,0	55,6	44,9
Приріст енергії, ГДж/га	11,8	14,0	13,3	14,2	10,6	29,0	33,9	32,9	34,5	25,2
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,84	1,95	1,89	1,97	1,75	2,42	2,62	2,56	2,64	2,28
Енергоємність, ГДж/т	11,1	10,5	10,8	10,4	11,7	х	х	х	х	х

При насінневому використанні вищим К<sub>е</sub> є на фоні природного зволоження у сортів Ручеєк – 2,33, Айсберг – 2,32, ВНИИМК 620 та Надійний – 2,31, а при зрошенні у сортів Орфей – 2,03, Айсберг – 2,02 ВНИИМК 620 та Ліринка – 2,00. У сорту льону-довгунця Глілум К<sub>е</sub> за продуктивністю насіння є найнижчим, і складає 1,44 без зрошення та 1,13 при зрошенні. За подвійного використання він підвищувався відповідно до 2,68 та 2,58. Серед сортів олійного призначення без зрошення найвищим був цей показник був у сортів Надійний – 3,0, Ручеєк – 2,98 Айсберг – 2,95, а при зрошенні у сортів Надійний – 3,07, Орфей – 2,95 та Лірина – 2,90.

Варіанти технології збирання культури на насіння різнилися за витратами енергії до 7,1%. Проведення десикації потребувало 0,7-1,0 ГДж/га додаткової енергії. Прихід енергії змінювався від 24,8 ГДж/га при двофазному збиранні до 28,9 ГДж/га при прямомокомбайнуванні після десикації Баста 2 л/га. Варіанти, де передбачалося хімічне підсушування рослин, забезпечували прихід енергії, залежно від препарату, більший на 12,7-20,3%. Найменша енергоємність 10,4 ГДж/т та найвищий К<sub>е</sub> 1,97 були отримані при проведенні прямого комбайнування після десикації Баста 2 л/га. Найнижчими вони були при двофазному збиранні, відповідно 11,7 ГДж/т та 1,75.

Технологія заготівлі соломи вимагає збільшення енергетичних потреб у 1,39-1,46 раза, однак прихід енергії у 2,38-2,47 раза перевищував витрати. У технології подвійного використання льону олійного найбільш доцільним з позиції енергетичного балансу є проведення попередньої десикації препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га, де коефіцієнт енергетичної ефективності складав відповідно 2,64 та 2,62.

**Висновки.** Таким чином, проведена біоенергетична оцінка технології свідчить, що вирощування льону олійного є енергетично доцільним, а витрати енергії знаходяться на рівні більшості ярих польових культур не інтенсивного типу. Найбільш суттєво витрати енергії зростають внаслідок внесення мінеральних добрив та зрошення. Вищий приріст енергії та коефіцієнту енергетичної ефективності

забезпечує норма висіву 6 млн шт./га. Застосування пластичних, адаптованих до умов вирощування, високоврожайних сортів льону забезпечує підвищення енергетичної ефективності їх вирощування. Варіанти технології збирання культури на насіння різняться за витратами енергії не більш ніж на 7,1%. Передзбиральна десикація посівів надає значні переваги при збиранні та є енергетично обґрунтованою. Найменша енергоємність – 10,4 ГДж/т, та найвищий К<sub>е</sub> – 1,97 були отримані при проведенні прямого комбайнування після десикації Баста 2 л/га. Заготівля соломи вимагає збільшення енергетичних потреб у 1,39-1,46 раза, однак прихід енергії у 2,38-2,47 раза перевищував витрати. Технологічне використання соломи підвищує К<sub>е</sub> на 0,16–0,83 одиниці.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І. Олійні культури в Україні: навч. посіб. Київ: Основа, 2008. 347 с.
2. Мемишева Л. С., Уманец Н. Н. Возможности пожнивного сева льна масличного в предгорной зоне Крыма. *Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет»*, 2013. Вип. 157. Серія: Сільськогосподарські науки. С. 27-32.
3. Рудік О. Л. Сировинний потенціал льону олійного та перспективи його використання в медицині. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр. Херсон*, 2016. Вип. 96. С. 104-111.
4. Карпець І. П., Вареник С. О., Габенець В. В. Льонарство України та Франції. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 83-84.
5. Гордеева Е. А., Файружанова А. З. Агротехнические приемы возделывания и качество льна масличного в Северном Казахстане. *Збірник наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 76–79.
6. Визначення оптимальних параметрів виробництва олійних культур: методич. реком. / В. В. Кириченко та ін.; наук. ред. В. В. Кириченко. Харків: Магда LTD, 2012. С. 67-78.



7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

8. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородко С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айланта, 2008. 272 с.

9. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.

#### REFERENCES:

1. Gavrilyok, M.M., Salatenko, V.N., Chechov, A.V., & Fedorchuk M.I. (2008). *Olyni kulturu v Ukraine: navch. posib. [Oil-bearing crops in Ukraine: teach. manual]*. Kyiv: Osnova [in Ukrainian].

2. Memisheva, L.S., & Umanets, N.N. (2013). *Vozmozhnosty pozhnivnogo poseva l'na maslichnogo v predgornoy zone Crima [Possibilities of stubble sowing of flax oil in the foothills of the Crimea]*. *Naukovi prazzi Pivdenного filialu Nazzionalnogo universitetu bioresursov i pririodokoristuvanna Ukrainu "Krimsky agrotekhnologichniy universitet"*, 157, 27-32 [in Russian].

3. Rodik, O.L. (2016). *Sirovinniy potentsial Ionu oliynogo ta perspektivi yogo vikoristannya v meditsini [The raw material potential of flaxseed oil and the prospects for its use in medicine]*. *Tavrian Scientific Announcer*, 96, 104-111 [in Ukrainian].

4. Karpets I.P., Varenik, S.O., & Gabenets, V.V. (2004). *Lonarstvo Ukrainu ta Frantsii [Frosting of*

*Ukraine and France]*. *Announcer of Agrarian Science*, 3, 83-84 [in Ukrainian].

5. Gordeyev E.A., & Fajruzhanova, A.Z. (2013). *Agrotekhnicheskie priyomu vozdeluvania i cchestvo l'na maslichnogo v Severnom Kazakhstane [Agrotechnical methods of cultivation and quality of flax oil in Northern Kazakhstan]*. *Zbirnik naukovukh prazzi Institutu bioenergetichnukh kultur i sukrovukh burakiv*, 17, T.1, 76-79 [in Russian].

6. Kirichenko, V.V. et al. (2012). *Viznachennya optimalnih parametriv virobnitstva oliynih culture [Determination of optimum parameters of production of oilseeds]*. Kharkov: Magda LTD [in Ukrainian].

7. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniya) [Methodology of field experience]*. 5-ye izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat [in Russian].

8. Ushkarenko, V.O., Nicishenco, V.L., Goloborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dispersiyniy i corelazziyniy analiz v zemlerobstvi ta roslbnuzztvi: navch. posib. [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production]*. Kherson: Aylant [in Ukrainian].

9. Medvedovsky, O.K., & Ivanenko, P.I. (1988). *Energetichniy analiz intensivnukh tehnologiy v silskogospodarskomu vurobnitstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]*. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].

УДК 631.52:633.64:631.67(477.72)

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК ГІБРИДІВ ТОМАТА F<sub>4</sub>-F<sub>7</sub> СЕЛЕКЦІЇ ІНСТИТУТУ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**КОБИЛІНА Н.О.**

*orcid.org/0000-0003-3975-7177*

**ЛЮТА Ю.О.**

*orcid.org/0000-0002-3845-2518*

**КУЦ Г.М.**

*orcid.org/0000-0003-0448-9432*

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Томат є однією з найбільш поширених овочевих культур. Він являється важливим компонентом раціону харчування завдяки високій цінності плодів, які містять вітаміни, цукри, органічні кислоти, пектинові речовини, білки, жири, мінеральні речовини. Понад 2/3 об'єму виробництва томатів припадає на зону Степу, а Херсонщина традиційно є лідером у цій галузі (30-40% від загального валового збору) [1].

У сучасних економічних умовах виробники все більше уваги приділяють новим високотехнологічним сортам і гібридам вітчизняної та зарубіжної селекції. На їх використанні базуються енергоощадні технології вирощування томатної продукції, попит на яку залишається на високому рівні завдяки зростанню потужностей переробних підприємств і світових потреб на якісну томатну пасту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для сільгоспвиробників на сьогодні є достатньо великий вибір сортів і гібридів. Так кількість сортів і гібридів томата у Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2015 році становить 343 шт., з них лише 78 шт. –

вітчизняної селекції (22,7%) Перевагу потрібно віддати більш продуктивному, більш адаптованому до умов господарства сорту чи гібриду. Тому селекційна робота зі створення нових сортів і гібридів в інституті зрошуваного землеробства, розпочата з 1980 року, продовжується по цей час, створюються та вивчаються перспективні лінії, що використовуються для підвищення ефективності селекційного процесу.

Науковцями установи створені сорти томата Сармат, Наддніпрянський 1, Інгулецький, Тайм, Легінь, Кумач, які є достойними конкурентами зарубіжним [2].

**Мета.** Аналіз біохімічних та господарсько-цінних ознак нових перспективних ліній томата, адаптованих до умов півдня України, придатних до механізованого збирання.

У результаті досліджень планували вирішити такі задачі:

1. Дослідження новостворених ліній томата та комплексна оцінка їх кількісних ознак.

2. Визначення якісних показників у новостворених ліній.