

УДК 635.631.4:631.8:631:67

ГУБАР М.І., канд. с.-г. наук, ст. наук. співробітник  
ВИРОДОВ О.С., канд. с.-г. наук, наук. співробітник  
ФУРМАН В.А., канд. с.-г. наук

*Інститут садівництва НААН*

ГОРОДЕЦЬКИЙ О.С., канд. с.-г. наук

*Білоцерківський національний аграрний університет*

## **БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СПОСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ТОМАТА**

Встановлено коефіцієнти біоенергетичної ефективності (КБЕ) вирощування томата сорту Чайка у беззмінній культурі і за переривання ланками сівозмін з різними системами живлення у богарних умовах Правобережного Лісостепу України. Наведені розрахунки вказують, що за переривання беззмінного вирощування томата на продовольчі цілі чотирирічною ланкою сівозміни сприяло накопиченню найвищої енергії врожаєм. Проте, найвищий коефіцієнт біоенергетичної ефективності був зафіксований за переривання вирощування томата однорічною ланкою сівозміни.

Найбільш ефективною виявилася органо-мінеральна система живлення, яка забезпечувала високу врожайність та якість овочевої продукції, тим самим збільшуючи енергію накопичену урожаєм.

**Ключові слова:** Джоуль, томат, сівозмінна, добрива, біоенергетична ефективність, коефіцієнт.

**Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поряд із загальноприйнятими методами оцінки ефективності виробництва продукції овочівництва через вартісні та трудові показники, останнім часом у світовій практиці набуває більшого поширення універсальний енергетичний показник – співвідношення енергії, акумульованої у продукції та енергії, витраченої на її отримання. Такий спосіб оцінки передбачає найточніше врахування не тільки прямих витрат енергії на технологічні прийоми і операції, а також і на енергію, акумульовану в різних засобах виробництва і у виробленій продукції та привести її до одного універсального показника – Джоуля [6].

Враховують також уміст валової та обмінної енергії (ВЕ і ОЕ) в одиниці врожаю [7].

Сучасний рівень та перспективи розвитку овочівництва обумовлені наявними енергоресурсами та ефективним їх використанням. Енергетичні умови постійно змінюються, що викликає необхідність оцінки виробництва овочів і пошуку напрямів розвитку енергоефективних технологій [4-5, 10].

Це не означає, що наукові дослідження слід спрямовувати на спрощення застосовуваних нині технологій вирощування овочевих рослин. Вони мають бути спрямовані на організацію та удосконалення розміщення їх у сівозмінах, прийомів і елементів вирощування, збирання, забезпечення необхідними поживними речовинами в критичні фази росту та розвитку, захисту від шкочинних організмів, несприятливих впливів зовнішнього середовища, ефективності використання рослинами сонячної радіації. Освоєння результатів таких досліджень сприятиме підвищенню врожайності товарної продукції за скорочення енергетичних витрат [1-3].

**Мета досліджень** – встановити енергетичну ефективність елементів вирощування томата у беззмінній культурі і за переривання ланками сівозмін із різними системами живлення.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослід із беззмінного вирощування овочевих культур закладено в 1963 році на богарі. Грунт – чорнозем опідзолений малогумусний легкосуглинковий на лесовидному суглинку.

Дослідження із впливу ланок сівозмін проводили у 2011-2015 рр. у відділі селекції овочевих рослин Інституту садівництва, розташованого у північній смузі Правобережного Лісостепу України.

У досліджах із томатом (Чайка) застосовували органічні і мінеральні добрива – 25 т/га напівперепрілого гною,  $N_{90}P_{120}K_{90}$  кг/га д.р. Такі ж норми добрив відповідно до культур вносили і на другу частину дослідних ділянок монокультури, де запроваджені три варіанти ланок сівозмін з культурами суцільного способу сівби, що переривають її на один, два і чотири роки.

Гній і мінеральні добрива (аміачна селітра, суперфосфат та калій-магнезія) вносили згідно зі схемою дослідів під зяблеву оранку. Площа посівних ділянок  $273 \text{ м}^2$  (10,5 x 26), облікових – 50-100  $\text{м}^2$ , повторність – триразова. Розміщення ділянок – систематичне в один ярус.

Для розрахунку показника сукупних витрат енергії на виробництво господарсько цінної частини врожаю використовували «Типові норми на кінно-ручних роботах у рослинництві» та «Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи» [8, 9].

**Результати досліджень та їх обговорення.** За результатами проведених досліджень встановлено, що вирощування томата на продовольчі цілі на контролі (без добрив) переривання беззмінного вирощування чотирирічною ланкою сівозміни сприяло накопиченню енергії урожаєм у 7758 МДж/га, сукупні витрати енергії становлять 85752 МДж/га, коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 0,69 (табл. 1). За беззмінного вирощування сукупні витрати енергії становили 72601 МДж/га, енергія накопичена господарсько цінною часткою врожаю – 6873 МДж/га, коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 0,72. За переривання беззмінного вирощування однорічною ланкою сівозміни витрати енергії – 77325 МДж/га, енергія накопичена урожаєм при цьому дорівнювала 7750 МДж/га, а коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 0,77. Найбільший коефіцієнт біоенергетичної ефективності на контрольному варіанті становив – 0,82 за переривання беззмінного вирощування дворічною ланкою сівозміни, при цьому сукупні витрати енергії становили 80541 МДж/га з енергією накопиченою урожаєм – 8632 МДж/га.

За внесення органічних добрив у беззмінному вирощуванні одержано найменший коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 1,05, при цьому сукупні витрати енергії становили

74651 МДж/га, а накопичена урожаєм енергія – 10254 МДж/га. Введення у беззмінне вирощування дворічної ланки сівозміни сприяло підвищенню коефіцієнта біоенергетичної ефективності до 1,10, сукупні витрати енергії – 82591 МДж/га, енергія накопичена урожаєм – 11872 МДж/га.

Сукупні витрати енергії за переривання однорічної ланки сівозміни становили 79375 МДж/га, енергія накопичена урожаєм – 11970 МДж/га, а коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 1,15. Найбільшу біоенергетичну ефективність у системі органічного живлення відмічено за переривання чотирирічною ланкою сівозміни – 1,21, оскільки сукупні витрати енергії при цьому зростали незначно – до 87802 МДж/га, а накопичена урожаєм енергія мала найвищий показник – 13837 МДж/га.

За мінеральної системи живлення і беззмінного вирощування сукупні витрати енергії становили 73771 МДж/га, при цьому енергія накопичена урожаєм – 11107 МДж/га, а коефіцієнт біо-енергетичної ефективності – 1,15. Підвищення біоенергетичної ефективності відмічено за переривання беззмінного вирощування однорічною ланкою сівозміни – 1,23 із сукупними витратами енергії – 81711 МДж/га та енергією накопиченою урожаєм – 13150 МДж/га.

За переривання однорічною ланкою сівозміни коефіцієнт біоенергетичної ефективності підвищувався до 1,29, енергія накопичена урожаєм становила 13163 МДж/га із сукупними витратами енергії – 78495 МДж/га. Найбільший коефіцієнт біоенергетичної ефективності у системі мінерального живлення одержано за переривання

беззмінного вирощування чотирирічною ланкою сівозміни – 1,31, сукупні витрати – 86922 МДж/га, а накопичена урожаєм енергія – 14793 МДж/га.

Таблиця 1 – Біоенергетична оцінка вирощування томата сорту Чайка за способами вирощування та системами живлення, 2010-2015 рр.

Спосіб вирощування	Система живлення	Товарна врожайність, т/га	Вміст сухої речовини, %	Енергія накопичена урожаєм, МДж/га	Сукупні витрати енергії, МДж/га	Коефіцієнт біоенергетичної ефективності
Беззмінне вирощування	Без добрив (контроль)	17,5*	3,63	6873	72601	0,72
Однорічна ланка		18,8	3,81	7750	77325	0,77
Дворічна ланка		20,3	3,93	8632	80541	0,82
Чотирирічна ланка		18,2	3,94	7758	85752	0,69
Беззмінне вирощування	25 т/га гною	24,3*	3,90	10254	74651	1,05
Однорічна ланка		28,2	3,91	11930	79375	1,15
Дворічна ланка		27,5	3,99	11872	82591	1,10
Чотирирічна ланка		31,5	4,06	13837	87802	1,21
Беззмінне вирощування	N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	25,6*	4,01	11107	73771	1,15
Однорічна ланка		29,6	4,11	13163	78495	1,29
Дворічна ланка		28,8	4,22	13150	81711	1,23
Чотирирічна ланка		32,4	4,22	14793	86922	1,31
Беззмінне вирощування	25 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	33,1*	4,20	15041	75821	1,52
Однорічна ланка		36,5	4,17	16468	80545	1,57
Дворічна ланка		35,2	4,31	16415	83761	1,50
Чотирирічна ланка		36,9	4,46	17806	88972	1,54

\* – середні показники врожайності за 2010-2013 рр.

Найвищі показники біоенергетичної оцінки відмічено за комбінованого внесення органічних і мінеральних добрив, а саме: за дворічною ланкою сівозміни (енергія накопичена урожаєм – 16415 МДж/га, сукупні витрати – 83761 МДж/га, коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 1,50), за беззмінного вирощування (енергія накопичена урожаєм – 15041 МДж/га, сукупні витрати – 75821 МДж/га, коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 1,52), за чотирирічною ланкою сівозміни (енергія накопичена урожаєм – 17806 МДж/га, сукупні витрати – 88972 МДж/га, коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 1,54) і найбільший показник коефіцієнта біоенергетичної ефективності спостерігався за переривання однорічною ланкою сівозміни – 1,57, енергія накопичена урожаєм – 16468 МДж/га, сукупні витрати – 80545 МДж/га.

На основі одержаних результатів встановлено, що внесення органо-мінеральних добрив за переривання монокультури одно- та дворічною ланками сівозміни підвищувало врожайність та якість овочевої продукції, тим самим збільшуючи енергію накопичену урожаєм. Тому, це є енергозберігаючим фактором у технології вирощування томата.

**Висновки.** Для вузькоспеціалізованих господарств розроблені елементи технології вирощування томата (введення у виробництво овочів короткоротаційних ланок сівозмін та органо-мінеральної системи живлення), при цьому КБЕ становить 1,50-1,57, тобто енергія, накопичена господарсько цінною часткою врожаю, перевищує енергію, витрачену на його формування.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Болотських О.С. Енергетичний аналіз сучасних технологій в овочівництві / О.С. Болотських, М.М. Довгаль // Овочівництво і баштанництво. – Х., 1999. – Вип. 44. – С. 124-130.
2. Болотських О.С. Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві / О.С. Болотських, М.М. Довгаль. – Х.: ХДАУ, 1999. – 28 с.
3. Болотських О.С. Енергетична оцінка технологій виробництва огірка / О.С. Болотських, М.М. Довгаль // Вісник аграрної науки. – 1996. – Вип. 41. – С. 9-13.
4. Гіптенко Н.М. Способи вирощування розсади та їх вплив на основні біохімічні показники плодів помідора / Н.М. Гіптенко // Карантин і захист рослин. – 2015. – № 1. – С. 1-3.
5. Гіптенко Н.М. Вирощування розсади помідора у касетах для плівкових теплиць без обігріву / Н.М. Гіптенко // Карантин і захист рослин. – 2015. – № 6. – С. 18-21.
6. Методика биоэнергетической оценки технологий в овощеводстве / [А.С. Болотских, Н.Н. Довгаль, В.Ф. Пивоваров, Л.В. Павлов]. – М.: ВНИИССОК, 2009. – 30 с.
7. Рослинництво / В.В. Базалій, О.І. Зінченко, Ю.О. Лавриненко та ін. – Херсон: Гринь Д.С., 2015. – С. 102-105.
8. Типові норми на кінно-ручних роботах у рослинництві / [В.В. Вітвицький, І.В. Лобастов, М.Ф. Кисляченко та ін.]. – К.: НДІ Укragропромпродуктивність, 2005. – 736 с.
9. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи. Вид. третє, доп. і перероб. – К.: Урожай, 1982. – 504 с.
10. Хвостик В. Рекомендації по вирощуванню томата в першому обороті / В. Хвостик // Овощеводство. – 2016. – № 4. – С. 30-33.

#### REFERENCES

1. Bolots'kyh O.S. Energetychnyj analiz suchasnyh tehnologij v ovochivnyctvi / O.S. Bolots'kyh, M.M. Dovgal' // Ovochivnyctvo i bashtannyctvo. – H., 1999. – Vyp. 44. – S. 124-130.
2. Bolots'kyh O.S. Metodyka bioenergetychnoi' ocinky tehnologij v ovochivnyctvi / O.S. Bolots'kyh, M.M. Dovgal'. – H.: HDAU, 1999. – 28 s.
3. Bolots'kyh O.S. Energetychna ocinka tehnologij vyrobnyctva ogirka / O.S. Bolots'kyh, M.M. Dovgal' // Visnyk agrarnoi' nauky. – 1996. – Vyp. 41. – S. 9-13.
4. Giptenko N.M. Sposoby vyroshhuvannja rozsadu ta i'h vplyv na osnovni biohimichni pokaznyky plodiv pomidora / N.M. Giptenko // Karantyn i zahyst roslyn. – 2015. – № 1. – S. 1-3.
5. Giptenko N.M. Vyroshhuvannja rozsadu pomidora u kasetah dlja plivkovykh teptych' bez obigrivu / N.M. Giptenko // Karantyn i zahyst roslyn. – 2015. – № 6. – S. 18-21.
6. Metodika bioenergeticheskoy oceny tehnologij v ovoshhevodstve / [A.S. Bolotskih, N.N. Dovgal', V.F. Pivovarov, L.V. Pavlov]. – M.: VNISSOK, 2009. – 30 s.
7. Roslynyctvo / V.V. Bazalij, O.I. Zinchenko, Ju.O. Lavrynenko ta in. – Herson: Grin' D.S., 2015. – S.102-105.
8. Typovi normy na kinno-ruchnyh robotah u roslynyctvi / [V.V. Vitvyc'kyj, I.V. Lobastov, M.F. Kysljachenko ta in.]. – K.: NDI Ukragropromproduktyvnist', 2005. – 736 s.
9. Typovi normy na mehanizovani sil'skogospodars'ki roboty. Vyd. tretje, dop. i pererob. – K.: Urozhaj, 1982. – 504 s.
10. Hvostik V. Rekomendacii po vyrashhivaniju tomata v pervom oborote / V. Hvostik // Ovoshhevodstvo. – 2016. – № 4. – S. 30-33.

#### Биоэнергетическая оценка способов выращивания и систем питания томата

**Н.И. Губар, А.С. Выродов, В.А. Фурман, А.С. Городецкий**

Определены коэффициенты биоэнергетической эффективности (КБЭ) выращивания томата сорта Чайка в бесменной культуре и при прерывании звеньями севооборота с разными системами питания в богарных условиях Правобережной Лесостепи Украины. Приведенные расчеты указывают, что вследствие прерывания бесменного выращивания томата на продовольственные цели четырехгодичным звеном севооборота способствовало накоплению наивысшей энергии урожаем. Однако, наивысший коэффициент биоэнергетической эффективности был зафиксирован в следствии прерывания выращивания томата однолетним звеном севооборота.

Наиболее эффективной оказалась органо-минеральная система питания, которая обеспечивала высокую урожайность и качество продукции, тем самым увеличивая энергию накопленную урожаем.

**Ключевые слова:** Джоуль, томат, севооборот, удобрения, биоэнергетическая эффективность, коэффициент.

**Bioenergy assessment of tomato cultivation and nutrition systems methods****M. Gubar, O. Vyrodov, V. Furman, O. Horodetskiy**

Bioenergy efficiency ratios (BER) for growing Chayka tomato variety in crop rotation of constant crop and under or rotation interrupting with different systems of nutrition in rainfed conditions of the Right-Bank of the Forest-Steppe of Ukraine has been defined. These calculations indicate that the most efficient organo-mineral nutrition system provides yield and quality of vegetable production, thereby increasing the yield accumulated energy.

The results of the studies have found that tomato cultivation for food in the control (without fertilizer) without interrupting the permanent link of the four-year rotation contributed to the accumulation of yield accumulated energy of 7758 MJ/ha, the total energy cost are 85,752 MJ/ha, the rate of bioenergy efficiency was 0.69. The total energy consumption for permanent growing amounted to 72,601 MJ/ha; the energy stored in economically valuable part of the crop was 6873 MJ/ha, bioenergy efficiency rate – 0.72. For one-year interrupted growing in permanent link rotation energy costs are 77,325 MJ/ha the crop accumulated energy thus is equal to 7750 MJ/ha and bioenergy efficiency ratio made 0.77. The highest bioenergy efficiency rate of the control variant is – 0.82 for the two-year interruption of permanent link rotation, while the total energy consumption amounted to 80,541 MJ/ha with the crop accumulated energy of 8632 MJ/ha.

Applying organic fertilizers in the permanent growing resulted in the the lowest coefficient of bioenergy efficiency – 1.05; the total energy consumption amounted to 74,651 MJ/ha, and the yield accumulated energy made 10,254 MJ/ha. Applying biennial rotation in permanent cultivation units contributed to 1.10 increase in bioenergy efficiency coefficient, in the total energy consumption – 82,591 MJ/ha; in the yield stored energy – 11,872 MJ/ha.

Total energy consumption level under interrupted with one-year rotation were 79375 MJ/ha; yield stored energy – 11970 MJ/ha and bioenergy efficiency ratio – 1.15. The highest bioenergetic efficiency in the organic supply interruption was noted in a four-level rotation – 1.21, while the total energy consumption increased slightly – to 87,802 MJ/ha and the yield accumulated energy made the highest rate – 13837 MJ/ha.

In the mineral supply system under permanent cultivation the total energy consumption amounted to 73,771 MJ/ha with yield energy accumulated of 11107 MJ/ha and bioenergy efficiency ratio of 1.15. Improving the bioenergy efficiency was noted under permanent growing interruption with one-year link rotation – 1.23; with the total energy costs of 81,711 MJ/ha and the yield stored energy of – 13150 MJ/ha.

For one-year interruption of the crop rotation the bioenergy efficiency ratio rose to 1.29, the yield accumulated energy amounted to 13,163 MJ/ha with the total energy costs of 78,495 MJ/ha. The highest bioenergy efficiency rate in the system of mineral nutrition was obtained under growing in the four-year interruption of the permanent rotation – 1.31, total expenses were 86,922 MJ/ha, and the yield accumulated energy 14,793 MJ/ha.

The highest rate of bioenergy assessment was noted under combined organic and mineral fertilizers, namely: the two-year rotation link (yield stored energy – 16,415 MJ/ha, total expenses – 83,761 MJ/ha, bioenergy efficiency ratio – 1.50); for permanent cultivation ((yield stored energy – 15,041 MJ/ha, total expenses - 75,821 MJ/ha, bioenergy efficiency ratio – 1.52); under the four-year rotation link ((yield stored energy – 17806 MJ/ha, total expenses – 88,972 MJ/ha bioenergy efficiency ratio – 1.54) and the lowest bioenergy efficiency rate is observed for one-year interruption of the rotation – 1.57, the (yield stored energy was 16468 MJ/ha, with total expenses of 80,545 MJ/ha.

It has been found out on the grounds of the results found that introducing organic fertilizer with interruption of a monoculture with one- and two-year rotation element increases the yield and quality of vegetable production, thereby increasing yield stored energy. Therefore, it is an energy-saving element in tomato growing technology.

The elements of tomato growing technology suggested in highly specialized farms (introducing short crop rotation links and organic mineral supply system in vegetables growing) has BER of 1.50-1.57, that is, the crop yield accumulated energy exceeds the amount of energy spent on it formation.

**Key words:** Joule, tomato, crop rotation, fertilizers, bioenergetic efficiency ratio.

*Надійшла 15.04.2016 р.*