

ORIGINAL ARTICLE

Energy efficiency of the usage of biopreparations for the growth of white lupine in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

S.V. Pyda¹, O.V. Tryhuba², O.B. Kononchuk¹, I.A. Hutsalo³

¹Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University Ternopil, Ternopil Region, Ukraine

²Taras Shevchenko Kremenets Regional Humanitarian and Pedagogical Academy Kremenets, Ternopil Region, Ukraine

³Kremenets Botanical Gardens Kremenets, Ternopil Region, Ukraine

E-mail: boratun1@ukr.net

Received: 16.05.2018. Accepted: 26.06.2018

The results of research of energy efficiency of pre-sowing processing with rhizobophyt of seeds of white lupine's varieties Diet and August on the basis of *Bradyrhizobium* sp. (Lupinus)'s strains 367a and 5500/4, by Plant Growth Regulators (PGR), Regoplant and Stimpo. During the energy assessment, two main streams were distinguished: energy consumption and accumulated energy of the final product. The energy consumption calculation showed that the energy accumulated in the economically valuable part of the crop (grain of lupine), significantly exceeds the expenses of its production. Total energy expenditures for growing lupine depended on the tangible material and human resources for its cultivation and fluctuated within the limits of 6924.7 (control)-7194.1 MJ/ha (rhizobophyt of both strains with PGR Regoplant). According to the results of calculations of the total energy expenditures for growing lupine and its increasing with the harvest, a coefficient of energy efficiency was determined which in the variety of Diet in experimental variants increased by 6.1-27.8% compared with the control, the August variety - by 10.2-23.9%. Application of rhizofophyt compositions, strain 367a+PGR Regoplant and rhizobophyt, strain 5500/4 + PGR Regoplant contributed to an increase in the energy efficiency of both varieties.

Key words: White lupine; variety; rhizobophyte; plant growth regulators; energy efficiency

Вступ

У процесі інтенсифікації виробництва продукції рослинництва затрачається дедалі більше сировини та енергії, ресурси яких обмежені та мають стійку тенденцію до здорожчання. Тому одержання максимальної кількості продукції від мінімуму витраченої енергії є найважливішим господарсько-економічним завданням агропромислового комплексу, особливо для України, де питомі енерговитрати на виробництво сільськогосподарської продукції у 2-6 разів перевищують рівень розвинених країн Західної Європи та США (Cherven ta in., 2008). Ефективність виробництва визначається співвідношенням між результатами господарської діяльності підприємства й використанням для одержання цих результатів матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Перевагою енергетичної оцінки є можливість показати всі складові сільськогосподарського виробництва в єдиних постійних величинах у певний проміжок часу, на відміну від вартісних параметрів у зв'язку з інфляційними процесами (Ereshko ta in., 2012; Iashchenko ta in., 2014). Розуміння біоенергетичної суті виробництва продукції, аналіз процесів перетворення потоків вільної енергії в агроекосистемах дає змогу визначити перспективні напрямки розвитку технологій (Iashchenko ta in., 2014), які повинні забезпечувати найповніше використання природних агроенергетичних ресурсів, зменшувати питомі витрати антропогенної енергії на одиницю продукції та послаблювати негативну дію на навколишнє середовище, в тому числі і на родючість ґрунту (Vigovskis, 2012). Останнім часом усе більшого поширення набуває використання у технологіях вирощування ефективних та екологічно безпечних регуляторів росту і розвитку рослин, мікробних препаратів, що сприяють підвищенню стійкості сільськогосподарських культур до ураження хворобами, а також ефективнішої реалізації закладеного в рослинах потенціалу продуктивності (Fatima et al., 2008; Ollivier et al., 2011; Popova, 2015; Pyrih ta in., 2015; Vasylenko, 2014). В умовах кризового стану аграрного сектору України проблема біологізації землеробства останнім часом привертає увагу не тільки багатьох дослідників, а й викликає все більший інтерес у виробників сільськогосподарської продукції (Khomenko ta in., 2008). У сучасному землеробстві для адекватної оцінки як окремих елементів, так і в цілому систем землеробства, першочергове значення набуває визначення їх енергетичної ефективності (Saiko, 2010; Pavlov, 2012). Мета роботи - визначити енергетичну ефективність застосування передпосівної обробки насіння люпину білого (*Lupinus albus* L.) сортів Дієта і Серпневий ризобофітом на основі

бульбочкових бактерій люпину (*Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*)) штамів 367а, 5500/4, регуляторами росту рослин (PPP) Стимпо та Регоплант і їхніми композиціями.

Матеріали і методи дослідження

Польові досліди закладали на дослідних ділянках Кременецького ботанічного саду за схемою: 1 варіант - контроль, насіння не оброблене; 2 - насіння перед посівом інокулювали ризобіофітом на основі *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) штаму 367а (стандартний); 3 - ризобіофіт, штам 5500/4; 4 - насіння перед посівом обробляли PPP Регоплант; 5 - PPP Стимпо; 6 - ризобіофіт, 367а + PPP Регоплант; 7 - ризобіофіт, 367а + PPP Стимпо; 8 - ризобіофіт, 5500/4 + PPP Регоплант; 9 - ризобіофіт, 5500/4 + PPP Стимпо. Ризобіофіт виготовлено в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (м. Чернігів). В основу створення препаратів PPP Стимпо (ТУ У 20.2-31168762-005:2012) та Регоплант (ТУ У 20.2-31168762-006:2012) покладено синергійний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування гриба-мікроміцета, вилученого з кореневої системи женьшеню та продуктів життєдіяльності *Streptomyces avermitilis* (Anishyn, 2011).

Люпин білий сорту Діета внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2004 року (виведений у ННЦ «Інститут землеробства НААН України»). Створений методом індивідуального добору на інфекційному фоні із сорту люпину білого Український. Для нього характерне одночасне досягання зерна на центральній китиці та бічних пагонах, що забезпечує скоростиглість і високу якість насіння. Зерно сорту Діета може бути використане для приготування продуктів харчування. Сорт Серпневий занесений до Державного реєстру з 2006 року. Створений методом гібридизації (лінія 2101×лінію 2247) з подальшим індивідуальним добором за ознакою скоростиглості. Сорт стійкий до фузаріозу та вірусу жовтої мозаїки квасолі, рекомендовано для вирощування на зерно і зелену масу (Sait «NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 2018).

Визначення енергетичної ефективності застосування ризобіофіту та PPP Регоплант і Стимпо в технології вирощування люпину білого сортів Діета і Серпневий в умовах Західного Лісостепу проводили згідно рекомендацій (Pavlov, 2012). Порівняльну економічну оцінку ефективності вирощування люпину білого здійснювали залежно від застосування ризобіофіту і PPP. Статистичну обробку даних виконували за допомогою програми Microsoft Office Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Енергетичний аналіз - це оцінка витрат не поновлюваної енергії на виробництво продукції порівняно з кількістю отриманої енергії, вираженої в порівняльних одиницях. Частка від ділення отриманої з урожаєм обмінної енергії на сумарно витрачену енергію - це коефіцієнт енергетичної ефективності (Kee), який дає уявлення про енергетичні корективи сільськогосподарського виробництва (Dobek et al., 2010; Key Wored Energy Statistics, 2010; Pavlov, 2012; Richards, 2000). Технологія вважається ефективною тоді, коли затрати енергії на вирощування культури менші, порівняно з урожаєм основної продукції. Відношення цих двох величин і є показником енергетичної ефективності (Musatov et al., 2011).

Оскільки польові дослідження проведено на невеликих ділянках, для визначення енергетичної ефективності різних варіантів досліду застосували моделювання типової технології до умов виробничих масштабів.

Під час енергетичної оцінки виділяють два основних потоки: енергетичні затрати і накопичену енергію кінцевого продукту. Енергетичну ефективність доцільно розраховувати за кінцевою продукцією на одиницю площі цілісного енергетичного циклу виробництва. Розрахунок енерговитрат показав, що енергія, накопичена в господарсько-цінній частині врожаю (зерні люпину), істотно перевищує затрати на її виробництво (табл. 1, 2). Затрати сукупної енергії при вирощуванні люпину залежали від вкладених матеріальних та людських ресурсів на його вирощування і коливалися в межах 6924,7 (контроль) - 7194,1 МДж/га (ризобіофіт обох штамів з PPP Регоплант).

Основним джерелом поновлення енергії в сільському господарстві є сонячне випромінювання. У результаті фотосинтетичних процесів відбувається накопичення енергії в агроєкосистемах у вигляді рослинної біомаси. Під час розрахунку загальної енергоємності врожаю враховували прихід енергії лише з господарсько-цінною частиною, оскільки іншу частину біомаси залишали на полі у вигляді рослинних решток. Кількість накопиченої енергії залежить від сформованого урожаю та прямо пропорційна його величині.

Таблиця 1. Біоенергетична оцінка використання мікробних препаратів і регуляторів росту рослин при вирощуванні люпину білого сорту Діета.

Варіант досліджу	Енергомісткість урожаю, МДж/га	Енергомісткість технології, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Контроль (без застосування препаратів)	28391,4	6924,7	4,1
Ризобіофіт, штам 367а	34289,1	7176,8	4,8
Ризобіофіт, штам 5500/4	31408,8	7176,8	4,4
PPP Регоплант	31683,1	6941,9	4,6
PPP Стимпо	30174,4	6934,1	4,4
Ризобіофіт, штам 367а + PPP Регоплант	37718,0	7194,1	5,3
Ризобіофіт, штам 367а + PPP Стимпо	33603,3	7186,2	4,7

Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	35660,6	7194,1	5,0
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	34151,9	7186,2	4,8

У варіантах досліджуваного загальна енергоємність урожаю коливалася у межах від 28391,4 (контроль) - 37718,0 МДж/га (ризобофіт, штам 367а + PPP Регоплант) для сорту Дієта (табл. 1) та від 27294,1 (контроль) - 35112,0 МДж/га (ризобофіт, штам 367а + PPP Регоплант) для сорту Серпневий (табл. 2).

Таблиця 2. Біоенергетична оцінка використання мікробних препаратів і регуляторів росту рослин при вирощуванні люпину білого сорту Серпневий.

Варіант досліджу	Енергомiсткiсть урожаю, МДж/га	Енергомiсткiсть технологiї, МДж/га	Коефiцiєнт енергетичної ефективностi
Контроль (без застосування препаратiв)	27294,1	6924,7	3,9
Ризобофiт, штам 367а	30585,8	7176,8	4,3
Ризобофiт, штам 5500/4	28940,0	7176,8	4,0
PPP Регоплант	32368,9	6941,9	4,7
PPP Стимпо	29351,4	6934,1	4,2
Ризобофiт, штам 367а + PPP Регоплант	35112,0	7194,1	4,9
Ризобофiт, штам 367а + PPP Стимпо	30997,3	7186,2	4,3
Ризобофiт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	33740,4	7194,1	4,7
Ризобофiт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	29214,3	7186,2	4,1

Розрахунки енергетичної ефективності вирощування люпину білого сортів Дієта і Серпневий показали, що у дослідних варіантах зростають затрати, пов'язані із застосуванням бактеріальних препаратів, регуляторів росту рослин та збиранням додаткового урожаю.

За результатами розрахунків затрат сукупної енергії під час вирощування люпину та її приходу з урожаєм було визначено K_{ee} , який показує в скільки разів енергія, яка надходить з урожаєм, перевищує енергетичні витрати технології вирощування. З точки зору енергетичного балансу технологія вважається ефективною в тому випадку, коли енергетичний коефіцієнт перевищує одиницю (Marushchak, 2009). Згідно з отриманими даними всі досліджувані елементи технології вирощування люпину виявились з енергетичної точки зору ефективними. Коефіцієнт енергетичної ефективності сорту Дієта у дослідних варіантах збільшився на 6,1-27,8 % (табл. 1) порівняно з контролем, у сорту Серпневий - на 10,2-23,9 % (табл. 2).

Для сорту Дієта найвищий K_{ee} встановлено за використання комплексу ризобофіт, штам 367а + PPP Регоплант. Він становив 5,24, що більше порівняно з контрольним варіантом на 27,8 %. Високий K_{ee} визначено також за моновикористання ризобофіту, штам 367а та за впливу ризобофіту, штам 5500/4 із PPP Регоплант і Стимпо, що на 16,3, 20,7 та 15,9 %, відповідно, більше контролю. У сорту Серпневий виявлено найвищий K_{ee} , як і в попереднього сорту, за сумісного використання ризобофіту, штам 367а + PPP Регоплант, що на 23,9 % перевищив контроль. Високі показники K_{ee} визначено також за монообробки насіння PPP Регоплант та його комплексу з ризобофітом, штам 5500/4, що на 19,0 % та 18,3 % були вищими від контролю (табл. 2).

Висновки

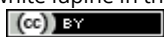
Отже, коефіцієнт енергетичної ефективності максимальний за сумісного використання ризобофіту, штам 367а з PPP Регоплант для передпосівної обробки насіння обох сортів люпину білого. Високі значення зазначеного показника виявлено також за дії PPP Регоплант (сорт Серпневий), ризобофіту, штам 5500/4 + PPP Стимпо, ризобофіту, штам 367а (сорт Дієта), ризобофіту, штам 5500/4 + PPP Регоплант (сорт Серпневий і Дієта) Тому, вирощування люпину білого сортів Дієта та Серпневий в умовах Західного Лісостепу України за використання ризобофіту та регуляторів росту рослин є енергетично доцільним та екологічно чистим агрозаходом.

References

- Anishyn, L. A., Ponomarenko, S. P., & Hrytsaienko, Z. M. (2011). Rehulatory rostu roslyn. Rekomendatsii po zastosuvanniu K. : DP MNTTs «Ahrobiotekh», 40. (in Ukrainian)
- Cherven, I. I., & Porudieieva, T.V. (2008). Enerhetychnyi faktor v otsyntsi efektyvnosti vykorystannia zemel. Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia. Vyp. 3, t.2, 5-11. (in Ukrainian)

- Dobek, T., Dobek M., & Sarek, O. (2010). Ocena efektywności ekonomicznej i energetycznej produkcji pszenicy ozimej i rzepaku ozimego wykorzystanych do produkcji biopaliw. *Inżynieria Rolnicza*. N1(119), 161-168.
- Ereshko, A. S., Khroniuk, V. B., & Tatarukyn, S. V. (2012). Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сортов озимого ячменя на разных фондах минерального питания №75(01), 1-11. (in Ukrainian)
- Fatima, Z., Bano, A., Sial, R., & Aslam, M. (2008). Response of chickpea to plant growth regulators on nitrogen fixation and yield. *Pakistan J. Bot.* 40(5), 2005-2013.
- Iashchenko L. A., Nahorna A. M. (2014) Energetyczna efektywność wyrośnięcia jęczmienia jarego za psiladii dobryv u zerno-buriakovii sivozmini Lisostepu. Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya : Ahronomiia. Vyp. 195(1), 112-116. (in Ukrainian).
- Key World Energy Statistics (2010). International Energy Agency, 346.
- Khomenko, H. V., Berdnikov, O. M., Nahorni, V. I. (2008). Efektywność diazofitu zależno vid normy mineralnykh dobryv pry vyrośnięti yaroj pshenytsi Visn. Sumskoho nats. aharn. un-tu. Ser. «Ahronomiia i biolohiia. Vyp. 11(16), 49-53. (in Ukrainian).
- Marushchak H. M., Muntian S. V. (2009). Bioenergetyczna efektywność elementiv tekhnolohii vyrośnięcia rysu Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN. Dnipropetrovsk, № 36, 49-53. (in Ukrainian).
- Musatov, A. H., Hryhorieva, O. M., Hryhorieva, T. M. (2011). Ekonomichna ta energetyczna efektywność zastosuvannia mikrobnnykh preparativ pry vyrośnięti yachmeniu yaroה na chornozemakh zvychaynykh. Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony. 1, 145-149. (in Ukrainian).
- Ollivier, J., Töwe, S., & Bannert, A. (2011). Nitrogen turnover in soil and global change *FEMS Microbiology Ecology*. 78(1), 3-16.
- Pavlov, O. S. (2012). Energetyczna otsinka vyrośnięcia kultur u lantsi polovoi sivozminy za riznykh system zemlerobstva u Lisostepu Ukrainy. Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. № 7. <http://nd.nubip.edu.ua/>. (in Ukrainian)
- Popova, L. V. (2015). Vychennia vplyvu rehulatoriv rostu na urozhainist ozymoi pshenytsi, pry riznykh sposobakh yikh zastosuvannia, v umovakh komiternivskoho raionu Odeskoi oblasti. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*. Vypusk 76, 59-64. (in Ukrainian).
- Pyrih, O. V., Khalep, Y. M., & Bardakov, V. A. (2015). Ekonomichna ta energetyczna efektywność zastosuvannia mikrobnnykh preparativ pry vyrośnięti liupynu zhovtoho na foni virusnoho urazhennia. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*. 21, 52-59. (in Ukrainian).
- Richards, I. R. (2000)/ Energy balances in the growth of oilseed rape for biodiesel and of wheat for bioethanol. *Levington Agriculture Report, BABFO*, 9-38.
- Saiko, V. F. (2010). Naukovi osnovy stiikoho zemlerobstva v Ukraini. Zbirnyk naukovykh NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN». K.: VD «EKMO». 3, 3-17. (in Ukrainian)/
- Sait «NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» Viddil seleksii i pervynnoho nasinnystva zernobobovykh kultur» (2018) <https://novasoya.jimdo.com>. (in Ukrainian).
- Smahlii, O. F., Malynovskiy, A. S., Kardashov, A. T. (2004). Energetyczna otsinka ahroekosystem. *Zhytomyr*. 132 (in Ukrainian).
- Vasylenko, M. H., Draha, M. V., Zatsarinna, Y. O., & Bakai, I. D. (2014). Rehulatory rostu roslyn pryrodnoho pokhodzhennia na posivakh pshenytsi yaroj v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrainy. *Ahroekolohichni zhurnal*. 4, 64-69. (in Ukrainian).
- Vigovskis, J., Sankanbarde, D., & Svarta, A. (2012). The estimation of energy efficiency of crop rotation in long-term trials. *Renewable Energy and Energy Efficiency*, 57-60.

Citation: S.V. Pyda, O.V. Tryhuba, O.B. Kononchuk, I.A. Hutsalo (2018). Energy efficiency of the usage of biopreparations for the growth of white lupine in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(3): 221-224.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License
