

ЗАХИСТ РОСЛИН

УДК 632.51:632.9

Енергетична ефективність захисту посадок тополі чорної від бур'янів

Н. П. Смолкова

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: Svetlana19862010@ukr.net

Мета. Визначити енергетичну ефективність вирощування посадок тополі чорної. **Методи.** Польові, лабораторні. **Результати.** Встановлено, що з енергетичної точки зору застосування мульчування дозволило отримати більше енергії з врожаєм, ніж витрачено на технології закладання плантацій та догляду за рослинами тополі чорної. Кращим варіантом мульчування було використання соломи шаром 5 см – К_е 4,78. А за застосування деревної тирси параметри К_е були на рівні контрольного забур'яненого варіанту досліду. Внесення гербіциду Стомп 330, к.е, 5 л/га сприяло отриманню К_е на рівні 4,21, а за застосування гербіциду Зенкор, 70, в.г., 1,5 кг/га, отримали К_е 4,77, а за внесення гербіциду Штарга, к.е., 2,0 відповідно 4,24 та за застосування Штефам новий, к.е., 1,0 л/га – 4,89. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності був отриманий за комбінованого застосування Штарга (1,5 л/га) + Штефам новий (0,5 л/га) – 5,27. У посадках тополі чорної, де в перший рік вегетації проводили три послідовні міжрядні культивації, сумарно за три роки формувалось 97,9 ГДж/га енергії за коефіцієнту енергетичної ефективності 4,77. Показники застосування трьох ручних зрізувань бур'янів потребували додаткових затрат людської праці, однак сумарно це незначно вплинуло на коефіцієнт енергетичної ефективності який становив 4,94. Однак застосування ручної праці в промислових масштабах неможливе за рахунок, власне, відсутності достатньої кількості трудових резервів та необхідності гідної оплати праці найманих працівників, що не може бути виправдана навіть високими значеннями коефіцієнту енергетичної ефективності. **Висновки.** Встановлено, що у посадках тополі чорної без присутності бур'янів збір енергії сумарно за три роки був 107,6 ГДж/га, посадки без заходів захисту від бур'янів забезпечували формування лише 46,1 ГДж/га, а енергетична ефективність гербіцидного захисту тополі чорної забезпечила формування від 87,1 до 106,4 ГДж/га.

Ключові слова: тополя чорна; енергетична ефективність; бур'яни; захист посадок.

Вступ

Вирощування біоенергетичних культур пов'язане не лише з бажанням замінити викопні джерела палива на поновлювані, а й з енергетичною доцільністю запровадження альтернативних джерел енергії. Адже розвиток людства неухильно веде до виснаження викопних паливних ресурсів та відповідно й виникнення екологічних, економічних та енергетичних проблем. Найбільш перспективним з точки зору практичної реалізації є використання енергії з біомаси рослин, що не тільки сприяє заміні традиційних видів палива, а й мінімізує викиди вуглекислого газу за рахунок засвоєння його з повітря, а не залучення викопних запасів. Зважаючи на це, відсоток поновлюваних джерел енергії в розвинених країнах доволі значний, а паливо з біомаси рослин становить близько 40–50 % від загального обсягу нетрадиційних джерел енергії.

В останні роки в Україні спостерігається активізація розвитку галузі біоенергетики, що в свою чергу потребує стимулів для зростання її потенціалу. Адже ефективність відіграє значну роль не тільки в отриманні прибутку, а й часто стає на заваді запровадження нових технологій, в тому числі і вирощування енергетичних культур.

Розширення площ біоенергетичних культур потребує значних інвестицій, що повинні бути обґрунтованими. Адже з точки зору сприятливості умов вирощування, доступності земельних ділянок, придатних для закладання біоенергетичних плантацій, дешевої праці, місцевих технологій вирощування та сортів Україна може розглядатись як країна інвестиційно приваблива для запровадження глобальних біоенергетичних проектів.

В той же час витрати на закладання багаторічних плантацій біоенергетичних культур доволі вартісні, а тому захист посадок від бур'янів варто розраховувати в комплексі з усіма іншими елементами технології вирощування. Обліковування лише одного параметра не дозволяє зробити висновки глобально в розрізі різних варіантів технології вирощування. Адже у випадку застосування гербіцидів затрат праці потребується значно менше, ніж за ручного чи механізованого знищення бур'янів. А у випадку застосування екологічної системи захисту від бур'янів ростуть витрати на мульчу та її нанесення на поверхню поля. Порівняти різнопланові статті витрат можна лише в комплексі всієї технології вирощування.

А тому визначення енергетичної ефективності вирощування посадок тополі чорної залишається доволі важливим показником для оцінювання. Адже кон'юнктура цін може змінюватись навіть в межах одного року вирощування, а енергетичні витрати залишаються сталими та залежать виключно від обсягів та інтенсивності застосування елементів технології вирощування та догляду за плантаціями. А тому у випадку переважання витрат енергії над отриманими обсягами її з врожаєм застосування таких технологій точно неефективне.

Мета досліджень – визначити енергетичну ефективність вирощування посадок тополі чорної.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр. на Білоцерківській ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Дослідні ділянки розміщені на чорноземах типових крупнопилуватого середньосуглинкового механічного складу, з глибиною гумусового горизонту від 100 до 120 см з вмістом гумусу в орному шарі (0–30 см) – 3,9 %, що характерно для малогумусних чорноземів. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН сольової витяжки становить 6,5). Ємність поглинання коливається від 24,8 до 25,4 мг-екв. на 100 г сухого ґрунту, насиченість поглинаючого комплексу 82–97 %; лужногідролізованого азоту в орному шарі ґрунту – 134 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору і калію – 160 і 96 мг/кг ґрунту.

Тополі чорну висаджували у другій декаді квітня. Схема посадки: 150 × 75 × 75 см. Розмір посівної ділянки становив 50 м², облікової – 25 м². Повторність – чотириразова. Обліки бур'янів в посівах верби енергетичної проводили на постійно зафіксованих рамках розміром 1,25 × 0,20 = 0,25 м², які накладали у 4-х місцях по діагоналі кожного варіанту.

Дослідження проведені у відповідності до регламентів Методики випробування і застосування пестицидів та Методики проведення досліджень у буряківництві [5, 6].

Результати досліджень

Розрахунки витрати енергії виконували на основі статей витрат технології вирощування: машини та обладнання, засоби захисту рослин, мінеральні добрива, паливно-мастильні матеріали, садивний матеріал, трудові ресурси. А от для точнішого визначення доцільності вирощування тополі чорної розраховували не тільки баланс енергії затраченої та отриманої з врожаєм, а й енергетичну ефективність різних систем захисту від бур'янів (табл. 1). Схема застосування передбачала такі варіанти: контроль без захисних заходів (варіант 1), чистий контроль – посадки чисті від присутності бур'янів (варіант 2), гербіцид Стомп 330, к.е., 5 л/га (варіант 3), Зенкор, 70, в.г., 1,5 кг/га (варіант 4), Штарга, к.е., 2,0 л/га (варіант 5), Штефам новий, к.е., 1,0 л/га (варіант 6), Штарга (1,5 л/га) + Штефам новий (0,5 л/га) (варіант 7).

Відповідно витрати енергії на вирощування тополі чорної різнилися від варіанту до

варіанту за рахунок різного перерозподілу витрат: робочої сили, енергії гербіцидів тощо. Тому більш раціональним є аналіз загальних витрат та отриманої з врожаєм енергії.

Таблиця 1

Енергетична ефективність гербіцидного захисту тополі чорної

Стаття витрат	Витрати						
	1	2	3	4	5	6	7
Машини та обладнання	2,48	2,48	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51
Засоби захисту рослин	0,0	0,0	0,69	0,38	0,04	0,13	0,21
Мінеральні добрива	7,21	7,21	7,21	7,21	7,21	7,21	7,21
ПММ	3,39	3,39	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Садивний матеріал	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Трудові ресурси	0,38	1,44	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Всього	19,7	20,7	20,7	20,4	20,0	20,1	20,2
Збір енергії на 3-й рік, ГДж/га	46,1	107,6	87,1	97,1	84,9	98,5	106,4
Кее	2,34	5,19	4,21	4,77	4,24	4,89	5,27

Як свідчать результати проведених досліджень, у посадках тополі чорної без присутності бур'янів збір енергії сумарно за три роки був 107,6 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 5,19. Водночас, посадки без заходів захисту від бур'янів забезпечували формування лише 46,1 ГДж/га за найнижчого по досліді коефіцієнта енергетичної ефективності 2,34.

Застосування гербіцидів для захисту посадок від бур'янів позитивно вплинуло як на формування енергії, отриманої з врожаєм, так і на енергетичну ефективність вирощування загалом. Так, внесення гербіциду Стомп 330, к.е, 5 л/га сприяло отриманню Кее на рівні 4,21, а за застосування гербіциду Зенкор, 70, в.г., 1,5 кг/га ми отримали Кее 4,77, а за внесення гербіциду Штарга, к.е., 2,0 відповідно 4,24, та за застосування Штефам новий, к.е., 1,0 л/га – 4,89. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності був отриманий за комбінованого застосування Штарга (1,5 л/га) + Штефам новий (0,5 л/га) – 5,27.

Наступний блок енергетичного оцінювання технологій вирощування стосується екологічних способів захисту від бур'янів посадок тополі чорної. Адже такі способи захисту є цікавими в плані застосування їх поблизу водойм та природоохоронних територій, поблизу яких не можна застосовувати традиційні засоби захисту від бур'янів.

Дана схема досліджень окрім забур'яненого (варіант 1) та чистого (варіант 2) контролів передбачає застосування різноманітних варіантів укриття поверхні поля деревною тирсою з шаром 5 см (варіант 3), 10 см (варіант 4), 15 см (варіант 5) та соломною шаром 5 см (варіант 6), 10 см (варіант 7) та 15 см (варіант 8) для забезпечення світлонепроникного шару і унеможливлення отримання проростання насіння бур'янів. Результати визначення енергетичної ефективності екологічного захисту тополі чорної показано в таблиці 2.

Таблиця 2

Енергетична ефективність екологічного захисту тополі чорної

Стаття витрат	Витрати							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Машини та обладнання	2,48	2,48	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51
Мінеральні добрива	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Мульча	0,0	0,0	9,5	18,9	28,4	1,5	3,1	4,6
ПММ	3,39	3,39	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Садивний матеріал	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Трудові ресурси	0,38	1,44	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Всього	19,7	20,7	29,6	39,0	48,5	21,6	23,2	24,7
Збір енергії на 3-й рік, ГДж/га	46,1	107,6	103,8	105,0	108,0	103,4	104,4	107,0
Кее	2,34	5,19	3,51	2,69	2,23	4,78	4,50	4,33

Відповідно з енергетичної точки зору застосування мульчування дозволило отримати більше енергії з врожаєм, ніж витрачено на технології закладання плантацій та догляду за рослинами тополі чорної. Кращим варіантом мульчування було використання соломи шаром 5 см – К_е 4,78. А за застосування деревної тирси параметри К_е були на рівні контрольного забур'яненого варіанту дослідів.

Наступний блок досліджень містив оцінювання затрат на вирощування тополі чорної за захисту посівів від бур'янів за допомогою механічних способів. Використання трьох культиваций міжрядь (варіант 2), трьох боронувань міжрядь навісними сітчастими бородами (варіант 3), трьох ручних зрізувань бур'янів у міжряддях на висоті 1,5–3,0 см (варіант 4) та нанесення на поверхню ґрунту деревної тирси шаром 15 см (варіант 5) (таблиця 3).

Таблиця 3

Енергетична ефективність способів механічного захисту тополі чорної

Стаття витрат	Витрати					
	1	2	3	4	5	6
Машини та обладнання	2,48	2,65	2,65	2,48	2,51	2,48
Мінеральні добрива	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Мульча	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	0,0
ПММ	3,39	3,82	3,8	3,39	3,67	3,39
Садивний матеріал	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Трудові ресурси	0,38	0,64	0,64	1,44	0,51	1,44
Всього	19,7	20,5	20,5	20,7	48,5	20,7
Збір енергії на 3-й рік, ГДж/га	46,1	97,9	100,5	102,4	108,0	107,6
К _е	2,35	4,77	4,90	4,94	2,23	5,20

Аналогічно іншим системам захисту на енергетичні витрати при закладанні та догляді за посадками тополі чорної значний вплив чинили способи контролювання чисельності бур'янів.

У посадках тополі чорної, де в перший рік вегетації проводили три послідовні міжрядні культиваций, сумарно за три роки формувалось 97,9 ГДж/га енергії за коефіцієнту енергетичної ефективності 4,77.

А от оптимальним по досліді виходом енергії з урожаєм можна вважати варіант, де в посадках тополі чорної, на яких в перший рік вегетації після садіння були виконані три боронування міжрядь навісними сітчастими бородами (варіант 3). За таких умов формувалось 100,5 ГДж/га енергії за коефіцієнту енергетичної ефективності 4,90. Попри те, що коефіцієнт енергетичної ефективності не був найвищим по досліді, заходи захисту від бур'янів, досліджувані в даному варіанті, були не тільки енергетично виправданими, а й практично здійсненими за застосування їх в умовах великомасштабного виробництва, а не проведення досліджень на невеликих площах.

Висновки

Закладання посадок тополі чорної є доволі затратним, а тому отриманий перший врожай не дозволяє компенсувати витрати на посадку та догляд за рослинами. Однак коефіцієнти енергетичної ефективності свідчать про переважання отриманої з врожаєм енергії над витратами на вирощування рослин тополі чорної. А тому життєздатність пропонованої технології закладання посадок тополі чорної загалом та захисту їх від бур'янів зокрема не викликає сумнівів в їх енергетичній ефективності.

Відповідно максимальний по досліді вихід енергії з урожаєм був у посадках тополі чорної, на яких в перший рік вегетації після садіння було комбіноване застосування Штарга (1,5 л/га) + Штефам новий (0,5 л/га) – К_е 5,27, тоді як на кращому варіанті екологічного захисту за мульчування шаром соломи 5 см – К_е був 4,78, а за механічного захисту з використанням трьох боронувань міжрядь навісними сітчастими бородами – відповідно 5,20.

Використана література

1. Thompson D. G., Pitt D. G. A review of Canadian forest vegetation management research and practice. *Annals of Forest Science*. 2003. Vol. 60(6). P. 559–572. doi: 10.1051/forest:2003060.
2. Berguson B., Eaton J., Stanton B. Development of Hybrid Poplar for: The Pacific North west and Minnesota Experience. *Sustainable Alternative Fuel Feed stock Opportunities, Challenges and Road maps for Six U.S. Regions*. Duluth, 2010. P. 282–299.
3. Albertsson J., Hansson D., Bertholdsson N.-O., Ahman I. Site-related set-back by weeds on the establishment of 12 biomass willow clones. *Weed Research*. 2014. № 54(4). P. 398–407.
4. Fuchylo Ya., Makukh Ya., Remeniuk S., Moshkivska S., Kharytonov M. Peculiarities of willow productivity formation in the first year of growing under mechanical weed control. *INMATEH Agricultural Engineering journal*. 2019. Vol. 57, No. 1. P. 279–286.
5. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
6. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 374 с.

References

1. Thompson, D. G., & Pitt, D. G. (2003). A review of Canadian forest vegetation management research and practice. *Annals of Forest Science*, 60(6), 559–572. doi: 10.1051/forest:2003060
2. Berguson, B., Eaton, J., & Stanton, B. (2010). Development of Hybrid Poplar for Commercial Production in the United States: The Pacific Northwest and Minnesota Experience. *Sustainable Alternative Fuel Feedstock Opportunities, Challenges and Roadmaps for Six U.S. Regions*. Duluth. pp. 282–299.
3. Albertsson, J., Hansson, D., Bertholdsson, N.-O., & Ahman, I. (2014). Site-related set-back by weeds on the establishment of 12 biomass willow clones. *Weed Research*, 54(4), 398–407.
4. Fuchylo, Ya., Makukh, Ya., Remeniuk, S., Moshkivska, S., & Kharytonov, M. (2019). Peculiarities of willow productivity formation in the first year of growing under mechanical weed control. *INMATEH Agricultural Engineering journal*, 57(1), 279–286.
5. Trybel, S. O. (2006). *Metodyka vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv* [Methods of testing and use of pesticides]. Kyiv: Svit. [in Ukrainian]
6. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi* [Research Methods in Beetroot Research]. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]

УДК 632.51:632.9

Смолкова Н. П. Энергетическая эффективность защиты посадок тополя черного от сорняков // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вып. 28. С. 37–42.

Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, e-mail: Svetlana19862010@ukr.net

Цель. Определить энергетическую эффективность выращивания посадок тополя черного. **Методы.** Полевые, лабораторные. **Результаты.** Установлено, что с энергетической точки зрения применение мульчирования позволило получить больше энергии с урожаем, чем потрачено на технологии закладки плантаций и уходу за растениями тополя черного. Лучшим вариантом мульчирования было использование соломы слоем 5 см – Кээ 4,78. А при применении древесных опилок параметры Кээ были на уровне контрольного засоренного варианта опыта. Внесение гербицида Стомп 330, к.е, 5 л/га способствовало получению Кээ на уровне 4,21, а при применении гербицида Зенкор, 70, в.г., 1,5 кг/га, получили Кее 4,77, а при внесении гербицида Штарга, к.э., 2,0, соответственно 4,24, и при применении Штефам новый, к.э., 1,0 л/га – 4,89. Самый высокий коэффициент энергетической эффективности был получен при комбинированном применении Штарга (1,5 л/га) + Штефам новый (0,5 л/га) –

5,27. В посадках тополя черного, где в первый год вегетации проводили три последовательные междурядные культивации, суммарно за три года формировалось 97,9 ГДж/га энергии при коэффициенте энергетической эффективности 4,77. Показатели применения трех ручных срезываний сорняков требовали дополнительных затрат человеческого труда, однако суммарно это незначительно повлияло на коэффициент энергетической эффективности, который составлял 4,94. Однако применение ручного труда в промышленных масштабах невозможно за счет, собственно, отсутствия достаточного количества трудовых резервов и необходимости достойной оплаты труда наемных работников и не может быть оправдано даже высокими значениями коэффициента энергетической эффективности. **Выводы.** Установлено, что в посадках тополя черного без присутствия сорняков сбор энергии суммарно за три года был 107,6 ГДж/га, посадки без мер защиты от сорняков обеспечивали формирование лишь 46,1 ГДж/га, а энергетическая эффективность гербицидной защиты тополя черного обеспечила формирование от 87,1 до 106,4 ГДж/га.

Ключевые слова: тополь черный; энергетическая эффективность; сорняки; защита посадок.

UDC 632.51:632.9

Smolkova, N. (2020). Energy efficiency of protection of black poplar plantings from weeds. *Nauk. praci Īnst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 37–42. [in Ukrainian]

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: Svetlana19862010@ukr.net

Purpose. Determine the energy efficiency of growing black poplar plantings. **Methods.** Field, laboratory. **Results.** It is established that from the energy point of view, the use of mulching allowed to obtain more energy with the harvest than spent on the technology of planting and caring for black poplar plants. The best mulching options were the use of straw layer 5 cm with K_{ee} of 4.78. In addition, with the use of wood sawdust K_{ee} values were at the level of the control weed version of the experiment. Application of the herbicide Stomp 330 EC, 5 l/ha contributed to obtaining K_{ee} at the level of 4.21, and for the application of herbicide Zenkor 70, WG, 1.5 kg/ha, K_{ee} was 4.77, and for the application of herbicide Starga EC, 2.0 respectively 4.24 and with the application of Stefam New, EC, 1.0 l/ha, 4.89. The highest energy efficiency ratio was obtained with the combined application of Starga (1.5 l/ha) + Stefam New (0.5 l/ha), 5.27. In black poplar plantations, where in the first year of vegetation three consecutive inter-row cultivations were carried out, a total of 97.9 GJ/ha of energy was formed in three years at an energy efficiency coefficient of 4.77. The use of three hand weeding required additional human labor costs, but in total this had a negligible effect on the energy efficiency ratio of 4.94. However, the use of manual labor on an industrial scale is impossible due to the actual lack of sufficient labor reserves and the need for decent pay for employees, which cannot be justified even by high values of energy efficiency. **Conclusions.** It was established that in black poplar plantations without the presence of weeds the total energy yield for three years was 107.6 GJ/ha, whereas plantings without weed control provided the formation of only 46.1 GJ/ha, and the energy efficiency of the herbicide protection of black poplar provided the formation of 87.1 to 106.4 GJ/ha.

Keywords: black poplar; energy efficiency; weeds; plant protection.

Надійшла / Received 13.02.2020

Погоджено до друку / Accepted 27.02.2020