

УДК 633.63:620.925

КАРПУК Л.М.
ПАВЛІЧЕНКО А.А.
КАРАУЛЬНА В.М.
БОГАТИР Л.В.
ПОЛЯКОВ В.І.
ЄРМОЛАСЬ М.М.

Білоцерківський національний аграрний університет

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Мета дослідження – оцінка біоенергетичної ефективності окремих елементів технології вирощування буряків цукрових.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у Навчально-виробничому центрі (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету у 2015–2017 роках. Усі польові дослідження проводили на фоні основного удобрення. Під основний обробіток ґрунту вносили 40 т/га гною та $N_{120}P_{100}K_{140}$ мінеральних добрив (д.р.) з розрахунку планової урожайності 70 т/га. Норми органічних і мінеральних добрив розраховували з урахуванням наявності елементів живлення в ґрунті та коефіцієнту їх виносу цукровими буряками.

Результати дослідження. За проведення енергетичної оцінки елементів технології вирощування буряків цукрових в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України, витрати сукупної енергії на одиницю площі визначали за технологічними картами, які групували й аналізували за такими статтями: насіння, добрива, пально-мастильні матеріали, механізовані й ручні роботи та ін. Ефективність використання енергії визначали за коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}) – відношенням різниці між відтвореною енергією (енергоємністю врожаю) і спожитою. Коефіцієнт енергетичної ефективності там, де висівали насіння з лабораторною схожістю понад 95 % ($K_{ee} = 5,51$). За використання для сівби насіння з лабораторною схожістю понад 91–95 % коефіцієнт енергетичної ефективності був дещо нижчий, ніж за сівби насінням понад 95 % і становив 5,42.

Зі збільшенням густоти рослин до збирання з 80–90 до 101–110 тис./га вихід енергії з урожаєм зростав від 829521 до 905520 МДж, проте за рахунок вищої врожайності у варіантах, де густота стояння рослин складала 101–110 тис./га, вихід енергії порівняно до контролю був вищим. Коефіцієнт енергетичної ефективності мав тенденцію до зниження як за використання гібридів, так і за внесення мікроелементів у підживлення, і складав 5,57–6,08.

Висновки. Доведено, що розроблені агротехнологічні заходи з вирощування буряків цукрових у ланці гібрид – якість насіння – густота стояння рослин – добрива – тривалість періоду вегетації забезпечують отримання високого економічного ефекту.

Формування оптимального посіву буряків цукрових на площі забезпечувало найвищий вихід енергії з урожаєм на варіантах з подвійним внесенням мікродобрив у позакореневе підживлення.

Ключові слова: буряки цукрові, біоенергетична ефективність, схожість висіяного насіння, густота рослин, сортовий склад, позакореневе підживлення, тривалість вегетаційного періоду.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-13-19

Постановка проблеми. Технологія вирощування буряків цукрових є затратною за рахунок внесення органічних, мінеральних добрив і засобів захисту рослин, проведення міжрядних обробітків ґрунту, формування густоти рослин, збирання врожаю [1–8].

Ефективність застосування елементів технології вирощування буряків цукрових визначають не лише оцінкою показників вартості приросту отриманої продукції з витратами на вирощування, що пов'язані із застосуванням технології, а й співвідношенням поновлюваної енергії до непоновлюваної [8, 9].

Тому визначення енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. На сьогодні інтенсифікація виробництва супроводжується зростанням енергоємності продукції, тому для виявлення резервів її зниження проводять біоенергетичну оцінку як окремих елементів, так і технології вирощування культури в цілому. Необхідність проведення енергетичної оцінки зумовлена високими цінами на енергетичні носії, мінеральні добрива, пестициди. Так, 1 кг азотних добрив у перерахунку на 100 % поживних речовин за витратами споживчої енергії дорівнює 61,74 МДж, фосфорних – 10,92 і калійних – 6,72 МДж; 1 кг гербіцидів – 348,99 МДж, фунгіцидів – 205,67 МДж; 1 т гною – 688,8 МДж. Енергетичний еквівалент 1 кг бензину становить 54,6 МДж, дизельного палива – 52,92, живої праці за людино-годину – 12,0 МДж [10].

Буряки цукрові належать до інтенсивних культур, які культивують переважно у зоні Лісостепу. Високі врожаї буряків цукрових потребують для виробництва все більшого використання праці та енергії. Для створення кожної додаткової тонни врожаю витрачається енергія, носієм якої є якісна передпосівна підготовка насіння, формування оптимального фітоценозу, позакореневого підживлення рослин, терміни збирання коренеплодів та використання різних біологічних форм буряків цукрових, які активно впливають на ріст і розвиток рослин.

Енергоємність 1 кг коренеплодів буряків цукрових становить 610,5 ккал [10].

Аналіз біоенергетичних показників дозволяє ефективно проводити розрахунки щодо оптимального застосування добрив та інших біологічних і технологічних чинників з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу рослин буряків цукрових. Біоенергетичні показники дозволяють усі елементи агротехнології, технічні засоби, ресурси привести до єдиного індикатора – Дж, і завдяки цьому встановити активну позицію кожного елемента системи технопроцесу [11–18].

Мета дослідження – оцінка біоенергетичної ефективності окремих елементів технології вирощування буряків цукрових.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у Навчально-виробничому центрі (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету у 2015–2017 роках. Усі польові дослідження проводили на фоні основного удобрення. Під основний обробіток ґрунту вносили 40 т/га гною та $N_{120}P_{100}K_{140}$ мінеральних добрив (д.р.) з розрахунку планової урожайності 70 т/га. Норми органічних і мінеральних добрив розраховували з урахуванням наявності елементів живлення в ґрунті та коефіцієнту їх виносу цукровими буряками.

Енергетичну оцінку здійснювали за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [10].

Результати дослідження. За проведення енергетичної оцінки елементів технології вирощування буряків цукрових в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України, витрати сукупної енергії на одиницю площі визначали за технологічними картами, які групували й аналізували за такими статтями: насіння, добрива, пально-мастильні матеріали, механізовані й ручні роботи та ін. Ефективність використання енергії визначали за коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}) – відношенням різниці між відтвореною енергією (енергоємністю врожаю) і спожитою [10].

Залежно від якості висіяного насіння. Для розрахунку енергетичної ефективності використовували показники урожайності коренеплодів буряків цукрових залежно від якості висіяного насіння, отриманих у польових дослідках (табл. 1).

Таблиця 1 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових залежно від схожості висіяного насіння

Варіант – схожість висіяного насіння, %	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee})
80–85 контроль	614460	28,2	5,74
86–90	682374	29,5	5,47
91–95	777777	29,8	5,42
> 95	865095	29,3	5,51

Коефіцієнт енергетичної ефективності там, де висівали насіння з лабораторною схожістю понад 95 % – ($K_{ee} = 5,51$). За використання для сівби насіння з лабораторною схожістю понад 91–95 % коефіцієнт енергетичної ефективності був дещо нижчий, ніж за сівби насінням понад 95 %, і становив 5,42.

За рахунок підвищення урожайності за використання для сівби насіння з високою лабораторною схожістю (понад 95 %) вихід енергії з урожаєм зростав до 865095 МДж, що на 250635 МДж більше, порівняно з варіантом, де висівали насіння з лабораторною схожістю понад 80–85 % [3].

За формування оптимального посіву. Незалежно від густоти насадження рослин буряків цукрових, за оптимальної густоти стояння рослин 101–110 тис./га, порівняно з контролем, коефіцієнт енергетичної ефективності склав 5,55 (табл. 2).

На варіантах з густотою рослин до збирання 80–90, 91–100 та 111–120 тис./га $K_{ee} = 6,10$, 5,68 і 5,47.

Зі збільшенням густоти рослин до збирання з 80–90 до 101–110 тис./га вихід енергії з урожаєм зростав від 829521 до 905520 МДж, проте за рахунок вищої урожайності у варіантах, де густота стояння рослин складала 101–110 тис./га, вихід енергії порівняно до контролю був вищим [4].

Таблиця 2 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових залежно від густоти рослин

Варіант – схожість висіяного насіння, %	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
80–90	829521	26,5	6,10
91–100 (контроль)	837606	28,5	5,68
101–110	905520	29,1	5,55
111–120	821436	29,6	5,47

Залежно від позакореневого підживлення. Використання для досліджень мікродобрив сприяло зростанню виходу енергії з урожаєм у середньому на 72765–122892 МДж, порівняно з контролем, де підживлення не проводили. Внесення мікроелементів у підживлення було енергетично виправдано, про що свідчать дані таблиці 3.

Таблиця 3 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових залежно від сортового складу та позакореневого підживлення

Варіант		Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
гібрид	підживлення			
Уманський ЧС 97	контроль	685608	27,5	5,88
	з підживленням	758373	29,0	5,57
Орікс	контроль	819819	26,6	6,08
	з підживленням	942711	28,0	5,78

Результатами енергетичного аналізу встановлено, що вихід енергії з урожаєм там, де використовували гібрид Орікс з підживленням, був вищим порівняно з варіантом, де застосовували гібрид Уманський ЧС 97, і склав 942711 МДж, тобто було додатково затрачено енергії на отримання одиниці урожаю.

Коефіцієнт енергетичної ефективності мав тенденцію до зниження як за використання гібридів, так і за внесення мікроелементів у підживлення і складав 5,57–6,08. Тобто, за рахунок зростання урожайності ефективність використання енергії була вищою на контролі [5].

Залежно від тривалості вегетаційного періоду біологічних форм буряків цукрових. Аналіз енергетичної ефективності підтвердив результати польових досліджень щодо продуктивності біологічних форм буряків цукрових залежно від тривалості вегетаційного періоду (табл. 4 і табл. 5). Достатньо енергоефективні показники, порівняно з II терміном збирання (30 жовтня), отримано за збирання буряків 10 листопада (III термін) диплоїдних біологічних форм буряків цукрових [8]. Тобто, додатково отримано приріст врожаю, і за рахунок цього вихід енергії склав у межах гібридів 915222–987987 МДж. Коефіцієнт енергетичної ефективності за збирання 10 листопада у диплоїдних гібридів становив 5,56–5,62.

Таблиця 4 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових диплоїдних гібридів залежно від тривалості вегетаційного періоду

Гібрид	Термін збирання коренеплодів	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
Український ЧС 72	30 вересня	835989	26,5	6,10
	30 жовтня	947562	27,9	5,79
	10 листопада	970200	28,8	5,61
Леопард	30 вересня	886116	26,2	6,16
	30 жовтня	952413	27,9	5,79
	10 листопада	987987	28,8	5,62
Зум	30 вересня	844074	26,4	6,11
	30 жовтня	907137	28,1	5,75
	10 листопада	915222	29,1	5,56

За збирання коренеплодів 30 жовтня (III термін), вихід енергії урожаєм триплоїдних біологічних форм був майже на рівні диплоїдних форм. Однак коефіцієнт енергетичної ефективності триплоїдних гібридів був вищим залжено від термінів збирання, порівняно з диплоїдними (табл. 5).

Затрати на 1 т продукції були вищими за третього терміну збирання (10 листопада), порівняно з іншими термінами, про що свідчать дані таблиці 4.

Таблиця 5 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових триплідних гібридів залежно від тривалості вегетаційного періоду

Гібрид	Термін збирання коренеплодів	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
Уманський ЧС 97	30 вересня	890967	26,2	6,17
	30 жовтня	999306	27,7	5,83
	10 листопада	1041314	28,6	5,66
Орікс	30 вересня	873180	26,3	6,15
	30 жовтня	944328	28,0	5,78
	10 листопада	971817	28,8	5,61
Муррей	30 вересня	813351	26,6	6,07
	30 жовтня	882882	28,2	5,72
	10 листопада	894201	29,2	5,54

Залежно від комплексного використання агрозаходів. Використання комплексу агротехнологічних заходів вирощування буряків цукрових сприяло зростанню виходу енергії з урожаєм у середньому на 56595–66297 МДж, порівняно з контролем. Проведення комплексного застосування агрозаходів було енергетично виправдано, про що свідчать дані таблиці 6.

Згідно з результатами енергетичного аналізу встановлено, що вихід енергії з урожаєм на варіанті, де використовували зарубіжний гібрид Леопард, за дворазового підживлення був вищим, порівняно з варіантом, де застосовували гібрид Український ЧС 72, і склав 923307 МДж, тобто додатково було затрачено енергії на вихід енергії з урожаєм [3, 6, 7].

Таблиця 6 – Енергетична ефективність комплексного використання агротехнологічних заходів за вирощування буряків цукрових

Варіант		Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
гібрид	агрозахід			
Український ЧС 72	контроль	831138	26,5	6,10
	дворазове підживлення	887733	28,3	5,72
Леопард	контроль	857010	26,4	6,13
	дворазове підживлення	923307	28,1	5,76

За визначення коефіцієнту енергетичної ефективності було встановлено, що він мав тенденцію до зниження як за використання гібридів, так і за комплексного застосування агрозаходів, і складав у межах 5,72–6,13. Тобто, за рахунок підвищення врожайності ефективність використання енергії у варіантах, де проводили комплексне використання агрозаходів, була нижчою.

Висновки. Доведено, що розроблені агротехнологічні заходи з вирощування буряків цукрових у ланці гібрид – якість насіння – густина стояння рослин – добрива – тривалість періоду вегетації забезпечують отримання високого економічного ефекту.

Формування оптимального посіву буряків цукрових на площі забезпечувало найвищий вихід енергії з урожаєм на варіантах з подвійним внесенням мікродобрив у позакореневе підживлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпук Л.М. Продуктивність гібридів залежно від біологічних форм цукрових буряків. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Київ, 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 140–145.
2. Карпук Л.М. Влияние сроков уборки на продуктивность биологических форм сахарной свеклы. Сахарная свекла. 2013. № 8. С. 45–48.
3. Карпук Л.М. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от агротехнических приемов выращивания. Земледелие и защита растений. 2013. № 6. С. 62–63.
4. Doronin V.A., Byelyk Ya.V., Polishchuk V.V., Karpuk L.M. The quality of sugar beet seed and the ways of its increase. Ecological consequences of increasing crop productivity: plant breeding and biotic diversity. Canada, 2014. P. 175–190.

5. Doronin V.A., Karpuk L.M. Sugar Beet Productivity Formation Depending on Foliar Application of Microelements. Biological systems, biodiversity and stability of plant communities. Toronto. New jersey. Apple Academic Press. 2015. P. 175–191.
6. Карпук Л.М., Вахній С.П., Крикунова О.В., Кикало М.М., Поліщук В.В. Продуктивність буряків цукрових залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду. Збірник наукових праць “Агробіологія”. Біла Церква, 2015. Вип. 2 (121). С. 23–28.
7. Karpuk L., Vachniy S., Krykunova O., Pavlichenko A. etc. Quality of sugar beet seeds and the ways of its increase. Збірник наукових праць “Агробіологія”. Біла Церква, Вип. 2 (128). 2016. С. 52–62.
8. Карпук Л.М., Вахній С.П., Крикунова О.В., Караульна В.М., Богатир Л.В., Павліченко А.А. Продуктивність посівів буряків цукрових залежно від генотипу. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Херсон: Гельветика. 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 81–87.
9. Doronin V.A., Dryha V.V., Karpuk L.M., Vachniy, S.P., Pavlichenko, A.A., Mykolayko, V.P., Polischuk, V.V. Specific aspects of the formation of Miscanthus planting material depending on cultivation conditions. Eurasian Journal of Biosciences. 2018. Vol. 12. Issue 2. P. 325–331.
10. Медвидовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай. 1988. 205 с.
11. Тараріко Ю.О., Несмашна О.С., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К.: Нора-прінт. 2001. 60 с.
12. Шамсутдінова А.В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування цукрових буряків залежно від позакореневого підживлення мікродобривами. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. № 5. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/-Dopovidi/article/view/7240>
13. Нормативні витрати, ціни, баланси сільськогосподарської продукції в Україні та країнах світу / за ред. О.М. Шпичака, Ю.Я. Гапусенка. К.: ННЦ "ІАЕ", 2006. 693 с.
14. Марсанов В.В. Элементы теории управленческих решений. Херсон: Айлант, 2002. 71 с.
15. Миронова Н.М. Напрямки зниження та шляхи вдосконалення структури виробничих витрат. Таврійський науковий вісник. 2006. Вип. 44. С. 326–333.
16. Базаров Е.И., Глинка Е.В. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства. М. 1983. 43 с.
17. Бусыгин Н.Г. Прогрессивные методы организации ресурсо-обеспечения сельских товаропроизводителей. М.: Росагроснаб. 2006. 6 с.
18. Ярчук І.І. Енергетична оцінка окремих елементів вирощування сільськогосподарських культур. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. К., 2001. Вип. 1/2. С. 102–105.

REFERENCES

1. Karpuk, L.M. (2013). Produktivnist' gibrydiv zalezchno vid biologichnyh form cukrovoy burjakiv [Productivity of hybrids depending on the biological forms of sugar beet]. Zbirnyk naukovykh prac' Instytutu bioenergetychnykh kul'tur i cukrovoy burjakiv NAAN Ukrainy [Collection of scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine]. Kyiv, Issue 17, Vol. 1, pp. 140–145.
2. Karpuk, L.M. (2013). Vliyanie srokov uborki na produktivnost' biologicheskikh form saharnoj svekly [The effect of harvest time on the productivity of biological forms of sugar beet]. Saharnaja svekla [Sugar beet], no. 8, pp. 45–48.
3. Karpuk, L.M. (2013). Produktivnost' saharnoj svekly v zavisimosti ot agrotehnicheskikh priemov vyrashhivaniya [The productivity of sugar beet, depending on the agrotechnical methods of cultivation]. Zemledelie i zashhita rastenij [Agriculture and Plant Protection], no. 6, pp. 62–63.
4. Doronin, V.A., Byelyk, Ya.V., Polishchuk, V.V., Karpuk, L.M. (2014). The quality of sugar beet seed and the ways of its increase. Ecological consequences of increasing crop productivity: plant breeding and biotic diversity. Canada, pp. 175–190.
5. Doronin, V.A., Karpuk, L.M. (2015). Sugar Beet Productivity Formation Depending on Foliar Application of Microelements. Biological systems, biodiversity and stability of plant communities. Toronto. New jersey. Apple Academic Press., pp. 175–191.
6. Karpuk, L.M., Vahnij, S.P., Krykunova, O.V., Kykalo, M.M., Polishhuk, V.V. (2015). Produktivnist' burjakiv cukrovoyh zalezchno vid gidrotermichnyh umov vegetacijnogo periodu [Productivity of beet sugar depending on hydrothermal conditions of the growing season]. Zbirnyk naukovykh prac' “Agrobiologija” [Collection of scientific works "Agrobiology"]. Bila Tserkva, Issue 2 (121), pp. 23–28.
7. Karpuk, L., Vachniy, S., Krykunova, O., Pavlichenko, A. (2016). Quality of sugar beet seeds and the ways of its increase. Zbirnyk naukovykh prac' “Agrobiologija” [Collection of scientific works "Agrobiology"]. Bila Tserkva, Issue (128), pp. 52–62.
8. Karpuk, L.M., Vahnij, S.P., Krykunova, O.V., Karaul'na, V.M., Bogatyr, L.V., Pavlichenko, A.A. (2018). Produktivnist' posiviv burjakiv cukrovoyh zalezchno vid genotypu [Productivity of sugar beet crops depending on genotype]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk: Naukovyj zhurnal [Taurian Scientific Journal: Scientific Journal.]. Kherson, Gel'vetyka, Issue 100, Vol. 1, pp. 81–87.
9. Doronin, V.A., Dryha, V.V., Karpuk, L.M., Vachniy, S.P., Pavlichenko, A.A., Mykolayko, V.P., Polischuk, V.V. (2018). Specific aspects of the formation of Miscanthus planting material depending on cultivation conditions. Eurasian Journal of Biosciences. Vol. 12, Issue 2, pp. 325–331.
10. Medvydovc'kyj, O.K., Ivanenko, P.I. (1988). Energetychnyj analiz intencyvnyh tehnologij v cil'c'kogospodarc'komu vyrobnyc'tvi [Energy analysis of intechanical technologies in the field of industrial augmentation]. Kyiv, Urozhaj, 205 p.

11. Tarariko, Ju.O., Nesmashna, O.Je., Glushhenko, L.D. (2001). Energetychna ocinka system zemlerobstva i tehnologij vyroshhuvannja sil'skogospodars'kyh kul'tur [Energy assessment of agricultural systems and technologies for growing crops]. Kyiv, Nora-print, 60 p.
12. Shamsutdinova, A.V. (2016). Produktivnist' ta ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannja cukrovyh burjakiv zalezno vid pozakoreneвого pidzhyvlennja mikrodbryvamy [Productivity and economic efficiency of sugar beet cultivation depending on foliar fertilization by microfertilizers]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific reports of NUBiP of Ukraine], no. 5. Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view-/7240>.
13. Shpychak, O.M., Gapusenko, Ju.Ja. (2006). Normatyvni vytraty, ciny, balansy sil'skogospodars'koi' produkci' i Ukraini ta kra'nah svitu [Normative costs, prices, balances of agricultural products to Ukraine and countries of the world]. Kyiv, NNC "IAE", 693 p.
14. Marsanov, V.V. (2002). Jelementy teorii upravlencheskih reshenij [Elements of the theory of management decisions]. Kherson, Ajlant, 71 p.
15. Mironova, N.M. (2006). Naprjamki znizhennja ta shljahi vdoskonalennja strukturi virobnychih vitrat [Directions of reduction and ways to improve the structure of production costs]. Tavrijs'kij naukovij visnik [Taurian Scientific Bulletin], Issue 44, pp. 326–333.
16. Bazarov, E.I., Glinka, E.V. (1983). Metodika bioenergeticheskoj ocenki tehnologij proizvodstva produkci' rastenievodstva [Methods of bioenergy assessment of crop production technologies]. Moscow, 43 p.
17. Busygin, N.G. (2006). Progressivnye metody organizacii resurso-obespečenija sel'skih tovaroproizvoditelej [Progressive methods of organizing the resource provision of rural producers]. Moscow, Rosagrosnab, 6 p.
18. Jarchuk, I.I. (2001). Energetychna ocinka okremyh elementiv vyroshhuvannja sil'skogospodars'kyh kul'tur [Energy assessment of individual elements of cultivating crops]. Zb. nauk. pr. In-tu zemlerobstva UAAN [Collection of scientific works of Institute of Agriculture NAAS]. Kyiv, Issue 1/2, pp. 102–105.

**Биоэнергетическая эффективность отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы
Карпук Л.М., Павличенко А.А., Караульная В.Н., Богатырь Л.В., Поляков В.И., Ермолаев Н.Н.**

Цель исследования – оценка биоэнергетической эффективности отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в Учебно-производственном центре (УПЦ) Белоцерковского национального аграрного университета в 2015–2017 годах. Все полевые опыты проводили на фоне основного удобрения. Под основную обработку почвы вносили 40 т/га гноя и $N_{120}P_{100}K_{140}$ минеральных удобрений (д.в.) с расчёта плановой урожайности 70 т/га. Нормы органических и минеральных удобрений рассчитывали с учетом наличия элементов питания в почве и коэффициенту их выноса сахарной свеклой.

Результаты исследования. При проведении энергетической оценки элементов технологии выращивания сахарной свеклы в условиях центральной части Правобережной Лесостепи Украины, затраты совокупной энергии на единицу площади определяли по технологическим картам, которые группировали и анализировали по следующим статьям: семена, удобрения, горюче-смазочные материалы, механизированные и ручные работы и др. Эффективность использования энергии определяли по коэффициенту энергетической эффективности (Кээ) – отношением разницы между воспроизведенной энергией (энергоёмкостью урожая) и потребленной. Коэффициент энергетической эффективности там, где высевали семена с лабораторной всхожестью более 95 % – (Кее = 5,51). При использовании для посева семян с лабораторной всхожестью более 91–95 % коэффициент энергетической эффективности был несколько ниже, чем при посеве семенами более 95 %, и составил 5,42.

С увеличением густоты растений к уборке с 80–90 до 101–110 тыс./га выход энергии с урожаем рос от 829521 до 905520 МДж, однако за счет более высокой урожайности в вариантах, где густота стояния растений составляла 101–110 тыс./га, выход энергии по сравнению к контролю был выше. Коэффициент энергетической эффективности имел тенденцию к снижению как при использовании гибридов, так и при внесении микроэлементов в подкормку, и составлял 5,57–6,08.

Выводы. Доказано, что разработанные агротехнологические приемы с выращивания сахарной свеклы в звене гибрид – качество семян – густота растений – удобрение – продолжительность периода вегетации обеспечивают получение высокого экономического эффекта.

Формирование оптимального посева сахарной свеклы на площади обеспечивало высокий выход энергии с урожаем на вариантах с двойным внесением микроудобрений при внекорневой подкормке.

Ключевые слова: сахарная свекла, биоэнергетическая эффективность, схожесть высеянных семян, густота растений, сортовой состав, внекорневые подкормки, продолжительность вегетационного периода.

Bioenergy efficiency of some elements of sugar beets growing technology

Karpuk L., Pavlichenko A., Karaulnaya V., Bogatyr L., Polyakov V., Yermolayev M.

The goal of the research is to assess the bioenergy efficiency of individual elements of sugar beet growing technology.

Materials and methods. The experiment was conducted at the Training and Production Center (BCC) of Bila Tserkva National Agrarian University in 2015–2017. All field experiments were conducted on the background of the main fertilizer. Under the basic cultivation of the soil 40 t/h of manure and $N_{120}P_{100}K_{140}$ mineral fertilizers (a.s.) were introduced, on the basis of the planned yield of 70 t/ha. Norms of organic and mineral fertilizers were calculated taking into account the presence of nutrients in the soil and the coefficient of their removal by sugar beet.

The results of research. For the energy assessment of the elements of sugar beet cultivation technology in the central part of the Right-bank Forest-steppe zone of Ukraine, the cost of the total energy per unit area was determined by the technological maps, which were grouped and analyzed according to the following articles: seeds, fertilizers, fuels and lubricants,

mechanized and manual work, and etc. The energy efficiency was determined by the energy efficiency ratio (Cee) – the ratio of the difference between the reproduced energy (energy consumption of the crop) and the consumed energy efficiency coefficient where the seed with the laboratory similarity was sown more than 95 % – (Cee = 5.51). When used for sowing seeds with a laboratory similarity of more than 91–95 %, the energy efficiency was slightly lower than that of sowing seeds more than 95 % and was 5.42.

With the increasing of plant density to harvesting from 80–90 to 101–110 thousand/ha, the energy output from the harvest increased from 829521 to 905520 MJ, but due to higher yields in variants where the plant density was 101-110 thousand/ha of energy, comparatively before control was higher. The energy efficiency ratio tended to decrease both for the use of hybrids and for the introduction of trace elements in the feed and amounted to 5.57–6.08.

Conclusions. It is proved that the developed agrotechnological measures for sugar beet cultivation in the line hybrid – the quality of the seeds – the plant stomatal density – fertilizers – the duration of the vegetation period, provide a high economic effect.

The formation of optimal sugar beet seeding on the area provided the highest yield of energy with the yield on variants with double application of microfertilizers in the non-root nutrition.

Key words: sugar beets, bioenergy efficiency, similarity of sown seeds, plant density, varietal composition, foliar nutrition, duration of vegetation period.

Надійшла 16.04.2019 р.