

Tractor MTZ-1221. In the area most likely tractive effort (16-24 kN) tractor requires balancing for balancing ground pressure of the front and rear wheels . Ballast should be placed in front. The use of ballast will reduce slipping engines .

Used HTZ-150-09-25 zone most likely traction effort (25-35 kN) tractor requires balancing for balancing ground pressure of the front and rear wheels . Ballast should be placed back over the rear axle . The use of ballast will reduce slipping engines.

Key words: *Tractor, slipping of propulsions, ballast, placement.*

Стаття надійшла в редакцію: 29.09.2013р.

Рецензент: д.т.н., професор Кочмола М.М.

УДК 631.4/631.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЦУКРОВІ БУРЯКИ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПІ

О. В. Таценко, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

Здійснено огляд особливостей і видів технологій обробітку ґрунту та мінімалізації затрат в них. Проведено дослідження енергетичних витрат для обробітку ґрунту під цукрові буряки та математичне моделювання їх зміни в залежності від умов їх проведення.

Ключові слова: *обробіток ґрунту, енергетичні витрати, цукровий буряк.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. В умовах, коли сільське господарство утверджується як пріоритетний напрямок розвитку економіки України, виробництво потребує наукових розробок, які забезпечили б істотне підвищення ефективності рослинництва.

Існуючі технології виробництва рослинницької продукції в сільсько-господарському виробництві та їх технічне забезпечення потребують значних затрат ресурсів. Однією із найбільш затратних технологій в системі сільськогосподарського виробництва є технології вирощування та збирання цукрових буряків. Економічне використання ресурсів є, зазвичай, однією із умов ефективності технології. Збереження ресурсів є однією із причин зниження собівартості продукції, підвищення її конкурентоспроможності на ринках, а також стимулюючий фактор ефективного розвитку сільськогосподарського виробництва.

Одним із перспективних напрямків є розробка вдосконалення та розробка технологій і використання сучасних технічних засобів, освоєння яких у виробництві приведе до зменшення споживання енергоносіїв і інших матеріальних ресурсів для одержання товарної продукції.

Пошуки ефективних технологічних рішень та заходів в технологіях виробництва сільськогосподарської продукції ведуться через впровадження нових підходів і способів в технологічних процесах та підбір технічних засобів для якісного їх виконання. Адже багаторічними дослідженнями встановлено [1], що вплив агротехнічних заходів на врожайність с/г культур такий: живлення рослин - до 35%; обробітку ґрунту - до 20%; сортів і гібридів - до 15%; захисту від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб) - до 20%; інших заходів - до 10%.

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур одним з перспективних

резервів енергозбереження є вдосконалення системи обробітку ґрунту через способи і види та підбір сучасних технічних засобів для їх виконання.

Метою досліджень являється мінімалізація енергетичних витрат в різних видах обробітку ґрунту, які впливають на ефективність технологій в тому числі і виробництва цукрових буряків.

В зв'язку з цим науковцями ведуться роботи по дослідженню систем обробітку ґрунту та технічних засобів для їх реалізації, в розрізі скорочення витрат енергетичних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Головне завдання обробітку ґрунту - створення сприятливих умов для росту й розвитку сільськогосподарських культур, підвищення родючості ґрунту та захист його від ерозії.

Аналіз розподілу затрат на обробіток ґрунту у Лісостеповій зоні України показує [2], що на основний і передпосівний, припадає 40... 50 % енергетичних затрат і 25 % трудових від всього обсягу польових робіт при виробництві сільськогосподарських культур, в т. ч. і цукрових буряків.

Виходячи із наведеного аналізу, виникає необхідність удосконалення і розробки нових ефективних зональних систем обробітку ґрунту.

Одним із основних способів зниження енергетичних затрат є мінімалізація глибини обробітку ґрунту та зменшення кількості проходів машинних агрегатів, через використання комплексних та комбінованих агрегатів. Наведені способи стають основою по удосконаленню систем обробітку ґрунту.

Тенденції до мінімалізації обробітку ґрунту пропонувалися ще наприкінці минулого століття [3]. Так, Костичев П.А. в науковій праці „Обробіток і удобрення чорнозему” у 1892 році, констатував, що в сухі і жаркі роки кращі результати дає мілка оранка на 9 см чим більш глибока на 22 см. В да-

ному випадку ґрунт дуже пересихає і врожай формується невисокий.

Невипадково ще в XIX столітті видатний учений Д. І. Менделєєв писав: "Я восстаю против тех, кто печатно и устно проповедует, что всё дело в удобрении, что хорошо удабривая, можно и кое-как пахать". Цим самим Менделєєв Д.І. попереджав, що дуже багато людей роблять помилку, гадаючи, що обробіток ґрунту не впливає на кінцевий результат.

Можливість широкого застосування мілкої оранки на 10-13 см для сільсько-господарських культур посушливих районів в 20-30-х роках XX сторіччя обґрунтував Тулайков М.М.

В книзі „Новая система земледелия” від 1899 року агроном Овсінський І.Є говорив, що він землю не орав на протязі значного періоду, а обробляючи її поверхневим способом, отримував врожайність зернових культур вищу, ніж сусідні господарства.

В зв'язку з енергетичними проблемами та сучасними умовами значно зросла зацікавленість до мінімізації обробітку ґрунту в усіх країнах світу. Мінімальний обробіток впроваджується близько 65% орних земель країн світу в тому числі США і Канади.

Виходячи із мінімізації в обробітку ґрунту спостерігаються такі напрямки, як зменшення глибини обробітку; зменшення кількості механічних обробітків ґрунту; повне вилучення механічного обробітку ґрунту; поєднання кількох операцій в одному агрегаті; пряма сівба в необроблений ґрунт; зменшення оброблюваної поверхні поля та інші.

Всі ці напрямки тягнуть за собою зменшення енергетичних витрат на проведення обробітку ґрунту та нових підходів у технологічних підходах вирощування сільськогосподарських культур.

Так у країнах Західної Європи широко впроваджена сучасна технологія вирощування цукрових буряків з використанням комплексних та комбінованих робочих машин для проведення механізованих технологічних процесів, які дають можливість мінімізації обробітку ґрунту та зменшення енергетичних витрат. Сільськогосподарські підприємства Німеччини при вирощуванні цукрових буряків на 1 га витрачають 15 - 20% енергетичних ресурсів менше ніж вітчизняні.

Вивчення процесу вирощування цукрових буряків з мінімальним обробітком ґрунту проводиться різними науковими установами і широко впроваджується передовими господарствами, що вирощують цукрові буряки.

Отже, результати вирощування цукрових буряків у передових господарствах та висновки науково-виробничих установ свідчать про те, що мінімізація обробітку ґрунту під цукрові буряки дає можливість проведення механізованих польових робіт у більш стислі та строки, що приводить до скорочення витрат енергетичних ре-

сурсів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Розв'язання цих задач можливе за рахунок вибору раціонального способу обробітку ґрунту та технічних засобів (робочих машин та інше) для його реалізації ставлячи в основу критерій ефективності енергетичних затрат та якості обробітку.

Метою роботи є пошук напрямків підвищення ефективності обробітку ґрунту під цукрові буряки та використання технічних засобів з мінімізацією енергетичних витрат для їх реалізації в умовах лівобережного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступну науково-практичну задачу, яка базується на дослідженні та визначенні витрат палива машинними агрегатами через зменшення глибини обробітку ґрунту під цукрові буряки в залежності від умов проведення та їх зміни для природно-кліматичних умов господарств лівобережного Лісостепу.

Виклад основного матеріалу досліджень.

Результати дослідження показників витрат палива машинним агрегатом при обробітку ґрунту в залежності від умов проведення та їх зміни для умов господарств лівобережного Лісостепу.

З метою виявлення впливу зміни умов проведення обробітку ґрунту під цукрові буряки на енергетичні витрати машинних агрегатів в господарствах лівобережного Лісостепу було проведено дослідження в технологіях вирощування цукрових буряків, які базуються на полицевому основному обробітку ґрунту.

Виходячи із проведеного аналізу на витрати палива впливає безліч факторів, але найбільший вплив дають глибина обробітку, питомий опір ґрунту (тип ґрунту) та довжина гону (умови роботи).

У виробничих умовах господарства було проведено експериментальні дослідження впливу глибини обробітку ґрунту (a , м), питомого опору ґрунту (k , кН/м^2) та довжини гону (L , м) на погектарну витрату палива ($G_{\text{га}}$, кг/га) машинним агрегатом для проведення полицевого основного обробітку ґрунту під цукрові буряки, який складається з енергетичного засобу (трактора) ХТЗ-150-05-09 і робочої машини (плуга) ПЛП-6-35.

Знаючи вимоги до проведення полицевого обробітку ґрунту під цукрові буряки глибина змінюється в діапазоні 0,25 – 0,30 м, тоді даний параметр зафіксуємо на трьох рівнях «max», «min» і «0». Тобто при проведенні експерименту глибину обробітку будемо змінювати для значень: рівень «min» = 0,25 м, рівень «max» = 0,3 м і рівень «0» = 0,27 м.

Таким же чином заплануємо зміну питомого опору для чорноземного ґрунту базового господарства лівобережного Лісостепу. Питомий опір ґрунтів для умов господарства змінюється в межах 38 – 52 кН/м^2 . Тоді для цього фактора -

рівень «min»=38,0 кН/м², рівень «max»=52,0 кН/м²
і рівень «0»=45,0 кН/м².

Планування фактору зміни умов роботи машинного агрегату, який виражається довжиною робочого гону, яка для полів господарства може змінюватися в межах 500 -1000 м, також проводимо на трьох рівнях. Тоді для цього фактора - рівень «min» =500 м, рівень «max»=1000 м і рівень «0»=800 м.

На основі вище викладеного можна записати загальний вигляд функції енергетичних витрат від перелічених факторів.

Загальний вигляд функції зміни енергетичних витрат має вигляд:

$$G_{ra}=f(a,k,L) \quad (1)$$

де G_{ra} - погектарну витрату палива, кг/га;

a - глибина обробітки ґрунту, м;

k - питомий опір ґрунту, кН/м²

L - довжина гону, м

Виходячи із рівневого планування експерименту нами було проведено дослідження та отримано наступну матрицю експериментальних даних (таблиця 1), в якій закладено 27 варіантів зі зміною значень факторів дослідую визначенню енергетичних витрат машинного агрегату ХТЗ-150-05-09+ПЛП-6-35 при основному обробітку ґрунту.

Таблиця 1 - Матриця експериментальних даних.

№ п/п	Діючі фактори (аргументи функції)			Відгук (функція)
	Глибина обробітки, а, м	Питомий опір ґрунту, к, кН/м ²	Довжина гону, L, м	Погектарна витрата палива, G_{ra} , кг/га
1	0,25	38	500	14,6
2	0,25	38	800	14,0
3	0,25	38	1000	13,7
4	0,25	45	500	14,8
5	0,25	45	800	15,1
6	0,25	45	1000	15,7
7	0,25	52	500	17,0
8	0,25	52	800	16,4
9	0,25	52	1000	16,1
10	0,27	38	500	15,5
11	0,27	38	800	14,9
12	0,27	38	1000	14,6
13	0,27	45	500	16,6
14	0,27	45	800	16,0
15	0,27	45	1000	15,7
16	0,27	52	500	17,9
17	0,27	52	800	17,3
18	0,27	52	1000	17,0
19	0,30	38	500	16,4
20	0,30	38	800	15,8
21	0,30	38	1000	15,5
22	0,30	45	500	17,5
23	0,30	45	800	16,9
24	0,30	45	1000	16,6
25	0,30	52	500	19,3
26	0,30	52	800	18,7
27	0,30	52	1000	18,4

При вивченні та дослідженні різних явищ та процесів у виробничих умовах, як уже відзначалось, часто доводиться вивчати дію тих чи інших факторів на досліджуємі об'єкт при значних межах зміни самих факторів. При цьому в умовах дослідів далеко не завжди можна виділити який-небудь один фактор, як провідний і який визначає кінцевий ефект. Частіше всього при проведенні експериментальної частини дослідники стика-

ються з ситуацією, коли "під підозрою" знаходиться відразу декілька таких факторів. Серед цього комплексу потрібно виділити найважливіші фактори і бажано упорядкувати їх по убуту важливості для об'єкта, що вивчається. Задачі такого типу розв'язує метод покрокового множинного регресійного аналізу.

Рівняння множинної регресії має такий вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_ix_i + \dots + b_nx_n + e, \quad (2)$$

де y - відгук,
 $x_1; x_i; x_n$ - діючі фактори,

b_0 - вільний член рівняння,
 $b_1; b_i; b_n$ - коефіцієнти регресії

ϵ – випадкова помилка,

Величина коефіцієнта b при цьому чи іншому x є прямо пропорційною внеску цього фактора у відгук і тому дозволяє оцінити вагомість цього ж фактора. Знання всіх коефіцієнтів b дає можливість розмістити фактори в порядку їх значущості й "відсортувати" другорядні фактори від найбільш важливих. Такі другорядні фактори надалі можна не включати в аналіз. Відкидання таких другорядних факторів здійснюється по-одному на основі того або іншого обраного критерію, тому метод й одержав назву "покрокового".

Розробка рівнянь множинної регресії при ручному обліку вимагають великих затрат часу. За рахунок комп'ютеризації задачі такого роду одержують швидке й ефективне розв'язання.

В цілому за рахунок покрокового множинного регресійного аналізу досягаються такі цілі:

- створюється рівняння регресії, за яким можна вираховувати кінцеві ефекти для будь-якого поєднання вивчених факторів.

- знайти коефіцієнти регресії та їх статистичну вірогідність і на цій основі упорядкувати фактори за їх важливістю. При цьому в якості критеріїв оцінки вдається використати такий потужний апарат, як дисперсійний аналіз і значення критерію Фішера.

- в залежності від установленого порога значущості можна виключати із рівняння другорядні фактори, які мало впливають на відгук, а лише створюють зайвий інформаційний шум.

Враховуючи наукові основи і теоретичні висновки ми виявили, що на реальні енергетичні витрати палива впливають такі фактори, як глибина обробітку ґрунту (a , м), питомий опір ґрунту (k , кН/м^2) та довжина робочого гону (L , м).

Виходячи із проведених експериментів і виявлених факторів нам доцільно провести покроковий множинний регресійний аналіз використовуючи програмний пакет Statistical 8.0.

У нашій математичній моделі теоретична кількісна залежність ґрунтується на припущенні, що енергетичні витрати (погектарна витрата палива $G_{\text{га}}$, кг/га) є функцією, яка залежить від глибини обробітку ґрунту (a , м), питомого опору ґрунту (k , кН/м^2) та довжини робочого гону (L , м).

Тоді для використовуваного виду аналізу використовуючи формули (1) і (2) можна записати залежність зміни енергетичних затрат від вище перелічених факторів;

$$G_{\text{га}} = b_0 + b_1 \cdot a + b_2 \cdot k + b_3 \cdot L \quad (3)$$

де: $G_{\text{га}}$ – погектарну витрату палива, кг/га ;

a – глибина обробітку ґрунту, м;

k – питомий опір ґрунту, кН/м^2

L – довжина гону, м

Як бачимо із запропонованої моделі (залежності) (3) коефіцієнти цієї моделі (залежності) невідомі.

Проведемо їх визначення і математичне моделювання отриманих експериментальних ре-

зультатів. Покроковий множинний регресійний аналіз початкових даних з 27 спостережень був проведений використовуючи модуль «Множинна регресія» програмного пакету «Statistica 8.0».

В результаті проведеного аналізу енергетичних витрат (погектарної витрати палива) машинного агрегату при проведенні обробітку ґрунту під цукрові буряки було визначено вплив певних чинників (глибина обробітку, питомий опір та довжина гону) і їх реальну значущість та розроблено математичну модель (поліном 3-го порядку), яка описує зміну енергетичних витрат (погектарної витрати палива) залежно від зміни величин чинників (глибини обробітку, питомого опору та довжини гону). При цьому було отримано, що $b_0 = -1,30789$, $b_1 = 39,03509$, $b_2 = 0,18333$, $b_3 = -0,00142$ при значеннях коефіцієнта множинної кореляції $R = 0,97947142$ і коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,95936427$ з вірогідністю помилки $p < 0,0000$ та стандартною помилкою 0,30137.

Тоді математична модель прийме наступний вигляд:

$$G_{\text{га}} = 39,03509 \cdot a + 0,18333k - 0,00142L - 1,30789 \quad (4)$$

де: $G_{\text{га}}$ – погектарну витрату палива, кг/га ;

a – глибина обробітку ґрунту, м;

k – питомий опір ґрунту, кН/м^2

L – довжина гону, м

Також було проведено прогнозування зміни погектарної витрати палива при проведенні механізованих технологічних процесів обробітку ґрунту під цукрові буряки при зміні значень глибини обробітку до 0,2 м, та середніх значень питомого опору 45 кН/м^2 і довжини гону 800 м. В результаті проведеного прогнозування погектарна витрата досліджуваного машинного агрегату при проведенні основного обробітку ґрунту під цукрові буряки буде складати 13,31228 кг/га з 95% ймовірністю відхиленням у межах $\pm 0,44511$ кг/га , що дає зменшення близько 2,7 кг/га у порівнянні з обробітком ґрунту на глибину 27 см при тих же питомому опорі і довжині гону, яка є агротехнічно рекомендованою для проведення основного обробітку ґрунту в природно-кліматичних умовах господарств лівобережного Лісостепу.

Проведена робота та розглянуті питання дозволяють систематизувати проведення механізованих технологічних процесів основного обробітку ґрунту та підібрати технічні засоби для їх реалізації з мінімалізацією енергетичних витрат в умовах господарств лівобережного Лісостепу України.

Висновки

Таким чином, результати проведеної роботи свідчать, що:

- вибір системи та виду обробітку ґрунту під цукрові буряки з мінімалізацією енергетичних витрат для виробничих умов господарств лівобережного Лісостепу є доцільною необхідністю;
- отримані експериментальні дані енерге-

тичних витрат (витрат палива) машинним агрегатом в обробітку ґрунту під цукрові буряки залежать від зміни умов його проведення, саме таких параметрів, як глибина обробітку, тип ґрунту та конфігурація робочої ділянки;

- визначена математична модель зміни енергетичних витрат (погектарної витрати палива) машинного агрегату при проведенні основного обробітку ґрунту під цукрові буряки під впливом певних чинників (глибини обробітку, питомого опору та довжини гону) має реальну значущість та описується поліномом 3-го порядку, який описує зміну досліджуваного параметру відгуку від зміни величин чинників (факторів) впливу;

- проведена математична обробка і моде-

лювання результатів експериментальних досліджень на ПЕОМ по зміні енергетичних витрат в основному обробітку ґрунту показали високу тісноту зв'язку досліджуваних параметрів (коефіцієнт кореляції 0,97947142) і високу якість отриманої математичної моделі (коефіцієнт детермінації 0,95936427);

- зміна витрати палива при проведенні механізованого технологічного процесу основного обробітку ґрунту під цукрові буряки по розробленій математичній моделі при зміні значень глибини обробітку, відносно значень параметрів питомого опору і довжини гону буде коливатися в межах $\pm 0,5$ кг/га в межах 95% ймовірності.

Список використаної літератури:

1. Танчик С. Плуг не відмінюється / С. Танчик, Є. Бабенко // Пропозиція: Інформаційний щомісячник. – 2010. - №12, с. 76-77.
2. Системи обробітку ґрунту в Україні / [Сайко В.Ф., Малієнко А.М.]; За редакцією В.Ф. Сайко. – Київ: ВД «ЕКМО», 2007. – 44 с.
3. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: [Навчальний посібник, 2-е видання] / Н.Х. Грабак, І.Н. Топіха, В.М. Давиденко, І.В. Шевель. – К.: «Професіонал», 2006. – 496 с.
4. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання: навчальний посібник / Бахрушин В.Є. - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. – 140 с.
5. Решение практических задач методами компьютерного моделирования / [Томашевский В.Н., Жданова Е.Г., Жолдаков А.А.]; За редакцией В.Н. Томашевского. - Киев: "Корнейчук", 2001. - 268 с.

Таценко А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ.

Осуществлен обзор особенностей и видов технологий обработки почвы и минимизации затрат в них. Проведено исследование энергетических затрат для обработки почвы под сахарную свеклу и математическое моделирование их изменения в зависимости от условий их проведения.

Ключевые слова: обработка почвы, энергетические затраты, сахарная свекла

Tacenko O.V. ENERGY CONSUMPTIONS FOR THE SOIL PREPARATION UNDER SUGAR BEET CULTIVATION FOR LEFTSIDE FOREST-STEPPE

Research of soil energetic properties for the cultivation of the soil under sugar beet Livoberezhnyi Forest.

The review of features and types of tillage technologies. Ways to minimize the costs of soil. A study of energy expenditure for cultivation under sugar beet. A mathematical model of change of energy costs for tillage, depending on the conditions of its implementation.

Agricultural production. Areas of silko-hospodarsko-ho production. Competitive product markets. Cost of agricultural produce. Economical use of resources. Conservation of resources. Reducing energy consumption. The efficiency of agricultural production. Technology of growing and harvesting of agricultural products. Production of sugar beet.

The basic premise of choice and the type of soil under sugar beet. Minimize energy expenditure conditions of the economy.

The aims and objectives of the study. Terms and schemes of cultivation. Indicators of soil under sugar beet.

Scientific research. Plan your experiment. Experimental data unit energy costs by machine.

Mathematical treatment of the results of the study. Simulation results of research on a PC.

Mathematical model of change of energy costs is a polynomial of order 3, which describes the change in response to changes in parameter values of impact factors.

Predicting changes in fuel consumption during tillage sugar beet.

Keywords: soil tillage, energy consumption, sugar beet

Стаття надійшла в редакцію: 13.09.2013р.

Рецензент: д.ф.-м.н., професор Кузема О.С.