

МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ПІД ЦУКРОВІ БУРЯКИ ДЛЯ УМОВ СУМЩИНИ.

В умовах, коли сільське господарство утверджується як пріоритетний напрямок розвитку економіки України, виробництво потребує наукових розробок, які забезпечили б істотне підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва. Існуючі технології виробництва рослинницької продукції в сільськогосподарському 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. Економне використання ресурсів є, зазвичай, однією із умов ефективності технології.

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.

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

Для досягнення мети по пошуку напрямків підвищення ефективності обробітку ґрунту під цукрові буряки та використання технічних засобів з мінімалізацією енергетичних витрат для їх реалізації, 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 умов господарств Сумщини.

З метою виявлення впливу зміни умов проведення обробітку ґрунту під цукрові буряки на енергетичні витрати машинних агрегатів в господарствах Сумщини 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 Сумщини. Питомий опір ґрунтів для умов господарства змінюється в межах 38 – 52 кН/м^2 . Тоді для цього фактора - рівень «min» = 38,0 кН/м^2 , рівень «max» = 52,0 кН/м^2 і рівень «0» = 45,0 кН/м^2 .

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:

$$G_{га}=f(a,k,L) \quad (1)$$

де $G_{га}$ - погектарну витрату палива, кг/га; a - глибина обробітку ґрунту, м; k - питомий опір ґрунту, кН/м^2 ; L - довжина гону, м

Виходячи із рівневого планування експерименту нами було проведено дослідження та отримано значення експериментальних параметрів, в якій закладено 27 варіантів зі зміною значень факторів досліду по визначенню енергетичних витрат машинного агрегату ХТЗ-150-05-09+ПЛП-6-35 при основному обробітку ґрунту.

При вивченні та дослідженні різних явищ та процесів у виробничих умовах, як уже відзначалось, часто доводиться вивчати дію тих чи інших факторів на досліджуємий 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 стикаються 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:

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

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 викладки 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 Statistica 8.0 [2, 3].

У нашій математичній моделі теоретична кількісна залежність ґрунтується на припущенні, що енергетичні витрати (погектарна витрата палива $G_{га}$, кг/га) є функцією, яка залежить від глибини обробітку ґрунту (a , м), питомого опору ґрунту (k , кН/м²) 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;

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

де: $G_{га}$ – погектарну витрату палива, кг/га; a – глибина обробітку ґрунту, м; k – питомий опір ґрунту, кН/м²; L – довжина гону, м

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

Проведемо їх визначення і математичне моделювання отриманих експериментальних результатів. 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:

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

де: $G_{га}$ – погектарну витрату палива, кг/га; a – глибина обробітку ґрунту, м; k – питомий опір ґрунту, кН/м²; 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/м² 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 відхилення 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 Сумщини.

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 Сумщини.

Література

1. Танчик С. Плуг не відмінюється / С. Танчик, Є. Бабенко // Пропозиція: Інформаційний щомісячник. – 2010. - №12, с. 76-77.
2. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання: навчальний посібник / Бахрушин В.Є. - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. – 140 с.
3. 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.