

УДК 631. 4/631.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗМІНИ ТВЕРДОСТІ ҐРУНТУ В РІЗНИХ ВИДАХ ОБРОБІТКУ ПІД ЦУКРОВІ БУРЯКИ В УМОВАХ СУМЩИНИ

Таценко Олександр Володимирович

Сумський національний аграрний університет

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1762-8219>Email OlexTatsenko@gmail.com

Проведено наукові дослідження та моделювання показників властивостей ґрунту в різних способах та видах обробітку ґрунту під цукрові буряки в умовах чорноземних ґрунтів Сумщини. Процес дослідження та моделювання показників властивостей ґрунту проводився на основі зміни типу технічних засобів, які реалізують технологічний процес обробітку ґрунту.

Ключові слова: технологічний процес, обробіток ґрунту, цукрові буряки, технічні засоби, твердість ґрунту, дослідження, моделювання.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2019.3.5>

Постановка проблеми у загальному вигляді. Система обробітку ґрунту визначає умови росту і розвитку сільськогосподарських культур. В теперішній час велику увагу приділяють удосконаленню способів і систем механічного обробітку ґрунту як важливій умові розширеного відновлення його родючості, подальшого росту урожайності, валових зборів сільськогосподарських культур [1].

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, 2], 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%.

Одним з основних напрямів в дослідженнях технологічних процесів обробітку ґрунту є пошук і удосконалення ресурсозберезувальної системи землеробства, яка базується на обробітку ґрунту, як різновиді ефективних обробітків ґрунту для визначених виробничих умов. Метою досліджень обробітку ґрунту є вивчення сукупності агрономічних і технічних показників, оцінка ефективності мінімалізації обробітку ґрунту та її впливу на ріст і розвиток сільськогосподарських культур в тому числі і цукрових буряків.

В зв'язку з цим науковцями ведуться роботи з удосконалення систем обробітку ґрунту та технічних засобів для їх реалізації, підвищення їх ролі у боротьбі з ерозією, надмірним ущільненням ґрунту, і орієнтованих на скорочення витрат праці і енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обробіток ґрунту – одна з найважливіших складових системи землеробства. Незважаючи на те, що серед факторів, які впливають на врожайність, йому, на думку деяких вчених, відводиться лише 7,5-17,4%, але це найбільш значуща й енергонасичена сукупність технологічних операцій.

В сучасних умовах отримувати високі й стабільні врожаї с.-г. культур без врахування їх вимог до фізичного стану ґрунту практично неможливо.

Одним з найважливіших завдань обробітку ґрунту є саме створення культурним рослинам такого фізичного стану ґрунту в зоні розміщення основної маси кореневої системи рослин, який забезпечив би їх нормальне функціонування.

Фізичними властивостями, крім того, визначається і

рівень ґрунтової родючості.

Ще в середині XIX століття було встановлено, що не можна підвищувати родючість ґрунту без забезпечення рослин відповідною кількістю води, повітря, тепла.

Структура ґрунту – один із основних факторів його родючості. У структурному ґрунті створюються оптимальні умови водного, повітряного й теплового режимів, які, в свою чергу, активізують розвиток мікробіологічної діяльності, інтенсивність засвоєння поживних речовин рослинами. Навпаки, в безструктурному ґрунті вода й повітря стають антагоністами. Безструктурний ґрунт погано поглинає воду, збільшуючи при цьому поверхневий стік на схилах. Покращувати структуру ґрунту можна різними методами: біологічними, хімічними, фізико-хімічними, фізичними та механічними. Серед останніх обробітку ґрунту належить провідне місце.

Заміна оранки безполіцевим обробітком у більшості випадків приводить до покращення структури ґрунту. Зменшення глибини обробітку та їх кількості також сприяє покращенню структурного складу ґрунту, зокрема вмісту водотривких агрегатів.

Вчені вважають, що при всіх способах обробітку відбувається руйнування агрономічно цінної структури ґрунту, але найбільше цей процес виражений при оранці.

Багаторічні дослідження вчених показали, що такі фізичні показники ґрунту, як щільність, твердість, шпаруватість та інших, можна в певних межах регулювати заходами та способами обробітку, причому не тільки в цілому по орному шару, а й в окремих ґрунтових прошарках.

При механічній дії на ґрунт, як відомо, змінюються його агрофізичні властивості, які, в свою чергу, впливають на водно-повітряний і тепловий режим ґрунту. Вплив механічного обробітку на якість підготовки ґрунту проявляється через зміну фізичного режиму ґрунту та поліпшення умов росту й розвитку рослин. В той же час потрібно зазначити, що створення заходами обробітку ще не гарантує оптимальних фізичних умов для життєдіяльності кореневої системи вирощуваних рослин.

Слід також відзначити, що, за даними численних експериментів, диференціація оброблюваного шару ґрунту, яка має місце при безполіцевому обробітку, не погіршує умов живлення вирощуваних рослин. Що стосується поживного режиму ґрунту при різних системах обробітку, то можна вказати на таку загальну тенденцію: застосування замість поліцевого менш інтенсивного безполіцевого обробітку, а також

його мінімізація спричиняють сповільнення процесів мінералізації органічних речовин ґрунту, а отже, і збільшення їх запасів у порівнянні з більш інтенсивним обробітком, що є за сучасних умов прогресивним явищем.

В сівознах цукрові буряки розміщуються як після ранніх, так і пізніх попередників. Ця обставина сполучена з дещо різними завданнями, що ставляться до зяблевого обробітку ґрунту. В обох випадках він повинен забезпечити якісне кришіння, попереджувати утворення брил, створювати умови для максимального накопичення вологи в осінньо-зимовий період. Після ранніх попередників одним із основних завдань зяблевого обробітку ґрунту є покращення його стану, передусім очищення від бур'янів. Як відомо, після культур, які рано збираються, застосовують два види зяблевого обробітку ґрунту – напівпаровий та поліпшений.

Вибір знаряддя та глибина їх проведення залежать від ступеня та характеру забур'яненості, умов зволоження та щільності ґрунту, рельєфу місцевості. Результати багаторічних експериментів, виконаних рядом науково-дослідних установ, свідчать про високу ефективність застосування в системі обробітку ґрунту комплексу безполіцевих ґрунтообробних знарядь. Перевага їх використання для обробітку ґрунту полягає ще в тому, що на проведення цієї операції витрачається менше енергетичних зусиль (на 10-12%).

Технологічні процеси по обробітку ґрунту є основними складовими частинами зональних науково обґрунтованих систем землеробства. Особливо важливе значення вони набувають в сучасних умовах, коли істотно погіршилось ресурсне забезпечення аграрних підприємств [3].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Розв'язання цих задач можливе за рахунок вибору раціональної системи операцій по обробітку ґрунту та чинних технічних засобів (робочих машин та інше) ставлячи в основу та використовуючи при цьому критерій ефективності затрат та якість обробітку.

Метою роботи є пошук напрямків підвищення ефективності обробітку ґрунту під цукрові буряки та використання те-

хнічних засобів для їх реалізації в умовах лівобережного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступну науково-практичну задачу, яка базується на визначенні твердості ґрунту в різних видах обробітку ґрунту та зміну її на протязі вегетаційного періоду цукрових буряків.

Теоретичні передумови наукового дослідження. Розв'язання задач по підборі раціонального і ефективного виду та способу обробітку під цукрові буряки для умов Сумщини можливе за рахунок вибору раціональної системи операцій по основному обробітку ґрунту та чинних технічних засобів (робочих машин та інше).

Метою роботи є пошук напрямків підвищення ефективності основного обробітку ґрунту під цукрові буряки та використання технічних засобів для їх реалізації в умовах Сумщини через зменшення витрат на проведення механізованих технологічних процесів обробітку ґрунту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступну науково-практичну задачу, яка базується на визначенні твердості ґрунту в різні періоди у посівах цукрових буряків для різних видів основного обробітку ґрунту у виробничих умовах чорноземних ґрунтів Сумщини.

З метою дослідження впливу технологічних процесів обробітку ґрунту на базі Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН в умовах стаціонарного дослідного поля проводилися дослідження різних варіантів обробітку ґрунту в технологіях вирощування цукрових буряків, які базуються на наступних способах основного обробітку ґрунту: оранка на глибину 25...27 см (варіант 1); плоскорізнний (чизельний обробіток) на 14...16 см (варіант 2); дискування на глибину 10...12 см (варіант 3); дискування на глибину 4...6 см (варіант 4). Варіанти обробітку ґрунту були закладені з використанням енергетичного засобу (трактора) МТЗ-82 та наступних ґрунтообробних знарядь: глибокий поліцевий (оранка на глибину 25-27 см) - агрегатом у складі з навісним плугом ПЛН-3-35; плоскорізнний (чизельний) - агрегатом КЛД-2,0; дискування на глибину 10-12 см – дисковим агрегатом АГ-2,4; дискування на глибину 4-6 см – дисковим агрегатом АГ-2,4.

Таблиця 1 - Схема дослідю

Варіант	Вид обробітку ґрунту	Глибина обробітку, см	Агрегат
1	Оранка	27	МТЗ-82+ПЛН-3-35
2	Плоскорізнний (чизельний)	16	МТЗ-82+КЛД-2,0
3	Дискування	12	МТЗ-82+АГ-2,4
4	Дискування	6	МТЗ-82+АГ-2,4

Результати дослідження. В дослідженнях вивчався такий механіко-технологічний показник, як твердість ґрунту. Твердість ґрунту визначалася згідно існуючих методик в п'ятикратній повторності на ділянках з визначенням показ-

ника в рядку і міжрядді посівів цукрових буряків. Зміна твердості в залежності від глибини обробітку представлені: при появі сходів (Рис. 1 – Рис. 4), в період росту (вегетації) (Рис. 5 – Рис. 8) та перед збиранням (Рис. 9 – Рис. 12).

- твердість ґрунту при появі сходів

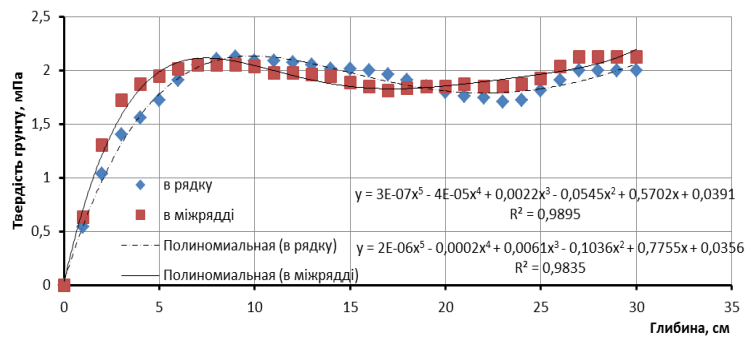


Рис. 1 Твердість ґрунту на оранці.

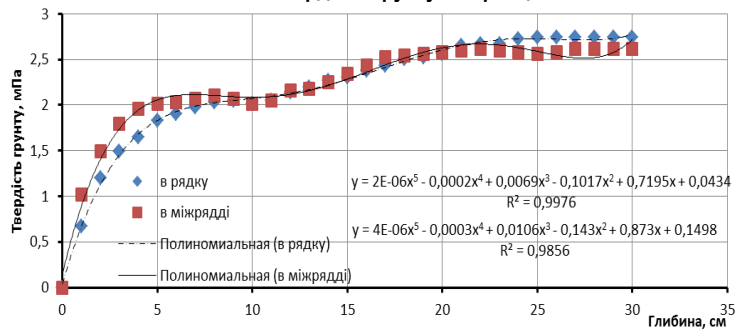


Рис. 2 Твердість ґрунту на на плоскорізному обробітку.

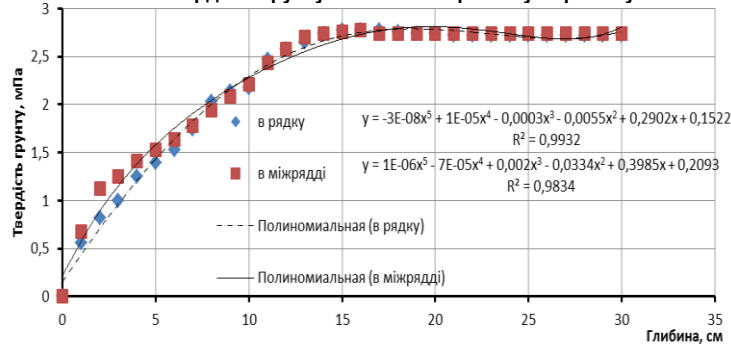


Рис. 3 Твердість ґрунту на дискуванні 12 см.

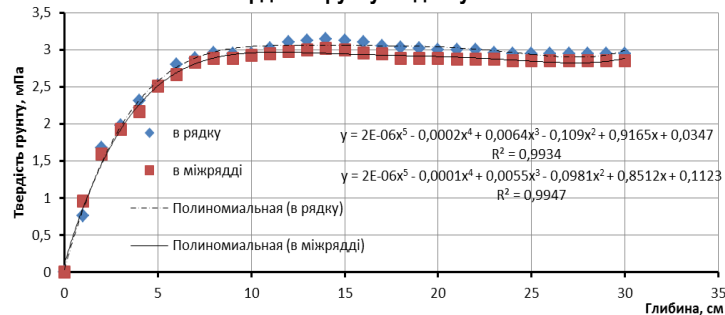


Рис. 4 Твердість ґрунту на дискуванні 6 см.

Аналізуючи отримані результати дослідження твердості ґрунту в залежності від глибини в різних схемах (оранка, плоскорізний обробіток та дискування на глибину 6 см і 12 см) можна зробити висновок, що закон зміни контролююмого показника описується поліноміальною залежністю п'ятого порядку з коефіцієнтом достовірності, який змінюється від 0,9834 до 0,9976 при проведення замірів при появі сходів цукрових буряків.

- *твердість ґрунту в період росту (середина вегетації)*

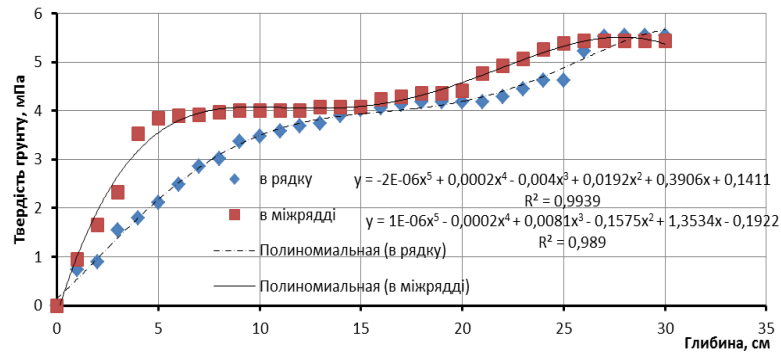


Рис. 5 Твердість ґрунту на оранці.

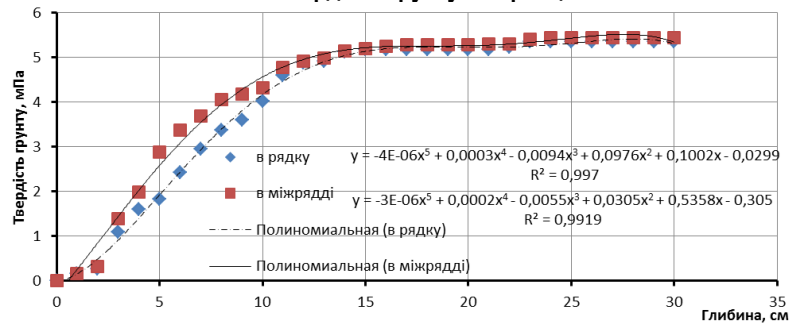


Рис. 6 Твердість ґрунту на на плоскорізнному обробітку.

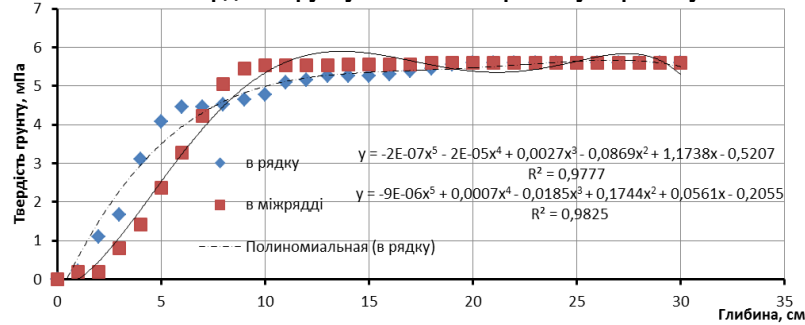


Рис. 7 Твердість ґрунту на дискуванні 12 см.

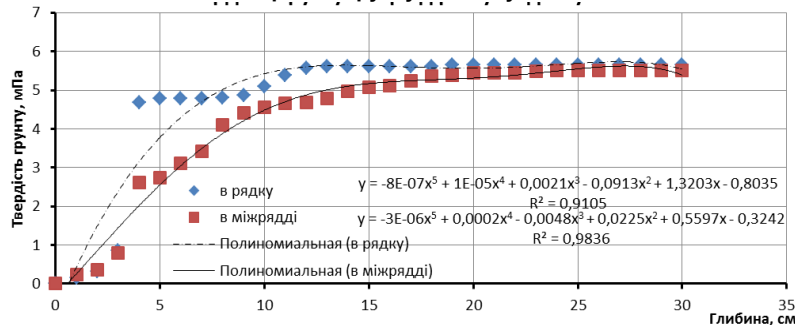


Рис. 8 Твердість ґрунту на дискуванні 6 см.

Аналізуючи отримані результати дослідження твердості ґрунту в залежності від глибини в різних схемах (оранка, плоскорізнний обробіток та дискування на глибину 6 см і 12 см) можна зробити висновок, що закон зміни контролююмого по-

казника описується поліноміальною залежністю п'ятого порядку з коефіцієнтом достовірності, який змінюється від 0,9105 до 0,997 при проведення замірів в період росту цукрових буряків.

- твердість ґрунту перед збиранням

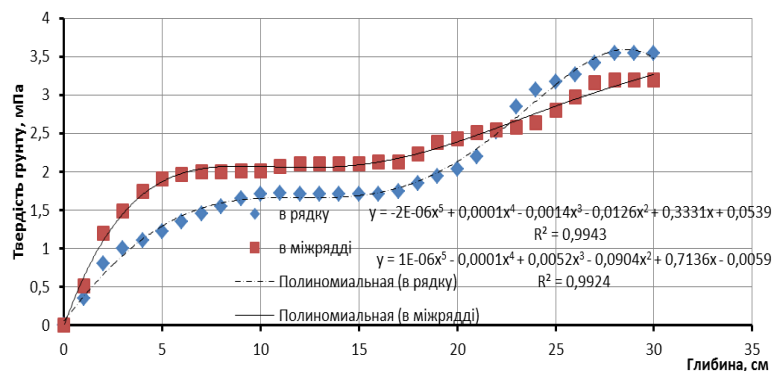


Рис. 9 Твердість ґрунту на оранці.

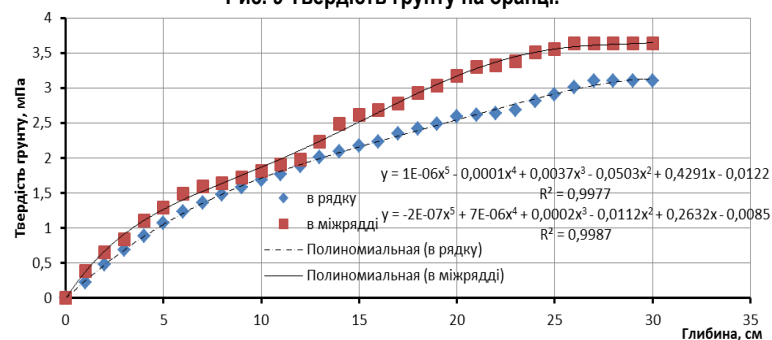


Рис. 10 Твердість ґрунту на плоскорізному обробітку.

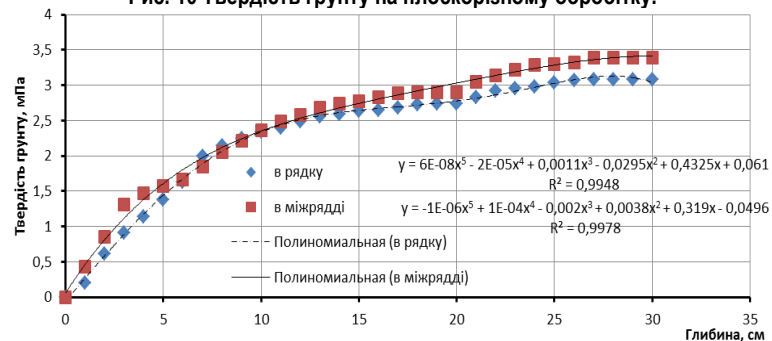


Рис. 11 Твердість ґрунту на дискуванні 12 см.

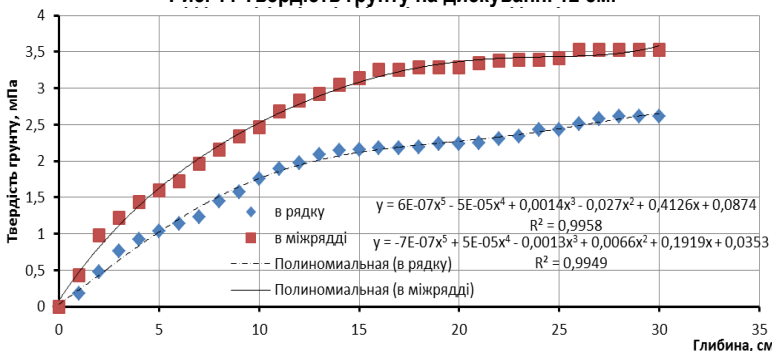


Рис. 12 Твердість ґрунту на дискуванні 6 см.

Аналізуючи отримані результати дослідження твердості ґрунту в залежності від глибини в різних схемах (оранка, плоскорізний обробіток та дискування на глибину 6 см і 12 см) можна зробити висновок, що закон зміни контролююмого показника описується поліноміальною залежністю п'ятого порядку з коефіцієнтом достовірності, який змінюється від 0,9924 до 0,9987 при проведенні замірів в період перед збиранням цукрових буряків.

Відображення результатів дослідження і моделювання математичних залежностей зміни твердості ґрунту в

залежності від глибини для реалізації різних варіантів технологічного процесу обробітку ґрунту під цукрові буряки проводилось в програмному пакеті Microsoft Office (Excel) на основі загальних рекомендацій по математичному моделюванні [4].

Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати, що параметр, який досліджується в даному випадку описується рівнянням поліноміальної залежності порядку виду:

$$y = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + i \quad (1)$$

де: y – функція (твердість ґрунту, мПа);

a, b, c, d, e — коефіцієнти регресії; i — вільний член регресії, x — аргумент (глибина обробітку, см).

Висновки.

Вибір способів обробітку ґрунту і його мінімізація під цукрові буряки дає можливість скорочення матеріальних і витрат енергетичних ресурсів. Але вибір способу обробітку ґрунту повинен спиратися на систему якісних показників властивостей ґрунту, які обумовлюються вимогами рослин до умов росту і розвитку в системі технологій виробництва цукрових буряків. Моделювання математичних залежностей

зміни показників властивостей ґрунту повинно базуватися на виробничих умовах, вимогах до технологічних операцій, які відтворюють взаємопов'язані фактори технологій вирощування цукрових буряків.

Так виходячи з проведених досліджень і отриманих результатів можна сказати, що зміна твердості ґрунту в залежності від глибини при різних видах обробітку під цукрові буряки і описується поліноміальною залежністю п'ятого порядку з коефіцієнтом достовірності, який змінюється в межах 0,9105...0,9987 в залежності від періоду проведення замірів.

Список використаної літератури:

1. Танчик С. Плуг не відмінюється. *Пропозиція*. 2010. №12. С. 76-77.
2. Сайко В. Ф. Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні: Київ: ТОВ ВД "ЕКМО", 2007. - 44 с.
3. Марченко В. В., Котко І. Г., Опалко В. І. Технології та технічні засоби сівби при мінімальному і нульовому обробітку. *Аграрна техніка*. 2009. № 1. С. 20.
4. Бахрушин В. Є. Математичне моделювання: навчальний посібник / Бахрушин В.Є. - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. - 140с.

Tatsenko O.V., Sumy National Agrarian University, Ukraine

The research and modeling the dependence of changes soil hardness in different types of tillage under sugar beet in the conditions of Sumy region.

The offered article contains methodical approaches to determination of physical and mechanical soil parameters in different types of tillage. This method makes it possible to perform analytical studies to determine the impact of technical means on the conditions of growth and development of sugar beet.

Research and modeling of soil physical and mechanical properties for the tillage of the soil under sugar beet in the conditions of Sumy region.

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

Agricultural production. Areas of agricultural production. 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 physical and mechanical expenditure conditions of the economy.

The aims and objectives of the study. Terms and schemes of tillage soil. Soil hardness of soil under sugar beet.

Scientific research and modeling. Plan your experiment. Experimental data unit physical and mechanical costs by machine aggregate.

Mathematical treatment of the results of the study. Simulation results of research and modeling on a PC (Personal electronic decoupling machine). Mathematical model of change physical and mechanical (soil hardness) indicators is a polynomial of order 3, which describes the change in response to changes in parameter values of impact factors. Predicting changes in soil hardness consumption during tillage sugar beet.

Keywords: technological process, tillage soil, sugar beet, technical means, soil hardness, research, modeling.

Дата надходження до редакції: 28.06.2019