

## УТОЧНЕННЯ МАСИ НАЛИПЛОГО ҐРУНТУ НА БІЧНІЙ ПОВЕРХНІ ТІЛА КОРЕНЕПЛОДІВ

**Н. Дубчак**, канд. техн. наук,

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і  
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»*

*Наведено результати аналітично-емпіричних досліджень уточнення маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів на основі врахування поправочного коефіцієнта. Одержано залежності, які характеризують зміну маси налиплого ґрунту від параметрів коренеплодів.*

**Ключові слова:** коренеплоди, маса налиплого ґрунту, коефіцієнт.

**Актуальність проблеми.** Обґрунтування структури технологічно-компонувальних схем і параметрів робочих органів коренезбиральних машин повинно базуватися на основі більш глибокого аналізу врахування агротехнічних властивостей коренеплодів [1].

З точки зору ідентифікації робочих органів для відокремлення домішок від коренеплодів, а особливо інтенсифікації очищення тіла коренеплоду від налиплого ґрунту, необхідно мати наукову уяву про такі характеристики агротехнічного стану коренеплоду, як можливість прогнозування маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплоду [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Результати досліджень, які наведені у наукових працях [3, 4, 5], як правило присвячені загальним принципам побудови аналітичних і регресійних моделей, які характеризують зміну маси налиплого ґрунту на поверхнях тіла коренеплодів. Аналіз праць показав, що відомі моделі не враховують тієї можливої частки налиплого ґрунту, яка відокремиться в процесі взаємодії коренеплодів з робочими органами під час їх викопування, що й зумовило проведення даних досліджень.

**Формулювання цілей статті.** Метою даних досліджень є подальший розвиток методології розрахунку основних технологічних параметрів очисників вороху коренеплодів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На основі проведених теоретичних досліджень [6] було одержано залежності, які характеризують зміну маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла коренеплодів кормових буряків залежно від розмірно-масових характеристик формалізованих геометричних форм коренеплодів і їх можливого залягання у ґрунті: коренеплід залягає у ґрунті на величину  $1/3 \leq H_p \leq 2/3$  від загальної

довжини коренеплоду  $L_k$ , що є характерним для більшості сортів кормових буряків; коренеплід залягає у ґрунті на величину  $l_k + H_{1\rho}$ :

- для коренеплідів конусної форми:

$$m_{1a\rho} = \pi\rho\lambda_S \left\{ \frac{L_k^3 k_\rho^3 (1 - 0,25 \operatorname{tg} \alpha / 2)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} [2L_k k_\rho \delta + \delta^2 (1 + 0,25 \operatorname{tg} \alpha / 2)] \right\}; \quad (1)$$

$$m_{2a\rho} = \pi\rho\lambda_S \left\{ (L_k - H_1) \left[ \frac{(0,5D_k + \delta)^2 (L_k - H_1)^2}{3(L_k - H_1 + \delta)^2} - 0,25D_k^2 \right] + \delta L_k k_\rho (D_k + \delta) \right\}; \quad (2)$$

- для коренеплідів циліндричної форми:

$$m_{1b\rho} = \pi\rho\lambda_S L_k k_\rho \delta \left[ \frac{L_k^2 k_\rho^2 (D_k + \delta) - D_k^2 (0,5L_k k_\rho + \delta)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} + D_k + \delta \right]; \quad (3)$$

$$m_{2b\rho} = \pi\rho\lambda_S \delta \left\{ \frac{L_k k_\rho}{3(H_{3\rho} + \delta)^2} [L_k^2 k_\rho^2 (D_k + \delta) - D_k^2 (0,5L_k k_\rho + \delta)] + (D_k + \delta)(L_k - H_1) \right\}; \quad (4)$$

де  $m_{1a\rho}$ ,  $m_{1b\rho}$ ,  $m_{2a\rho}$ ,  $m_{2b\rho}$  – відповідно маса налиплого ґрунту на поверхні тіла відповідних формалізованих форм коренеплідів у першому та другому випадках залягання коренеплідів у ґрунті, г;  $\rho$  – питома маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  $\lambda_S$  – поправочний коефіцієнт, який враховує ступінь зниження  $m_\rho$  у процесі викопування коренеплідів;  $L_k$  – загальна довжина коренеплоду, см;  $k_\rho$  – коефіцієнти пропорційності відношення глибини залягання коренеплоду у ґрунті  $H_{i\rho}$  до загальної довжини коренеплоду  $L_k$ ;  $\alpha$  – кут конуса росту коренеплоду, град;  $\delta$  – товщина шару налиплого ґрунту, см;  $D_k$  – діаметр коренеплоду, см;  $H_1$  – висота головки коренеплоду, см;  $H_{3\rho}$  – висота шару налиплого ґрунту конкретної частини формалізованої форми тіла коренеплоду, см.

Уточнення теоретичних залежностей (1-4), які характеризують масу налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла кормових буряків провели шляхом визначення та обґрунтування поправочного коефіцієнта  $\lambda_S$ , який визначали за результатами експериментальних досліджень. Експерименти провели на основі побудови та реалізації експерименту типу ПФЕ 3<sup>2</sup>. Загальний вигляд агрегату для викопування коренеплідів наведено на рис.1.

Коренеплоди кормових буряків після викопування відбирали з утвореного валка, при цьому обробку одержаного масиву експериментальних даних провели згідно [7].

На першому етапі обробки одержаного масиву експериментальних даних провели дослідження характеру зміни поправочного коефіцієнта  $\lambda_S$ .



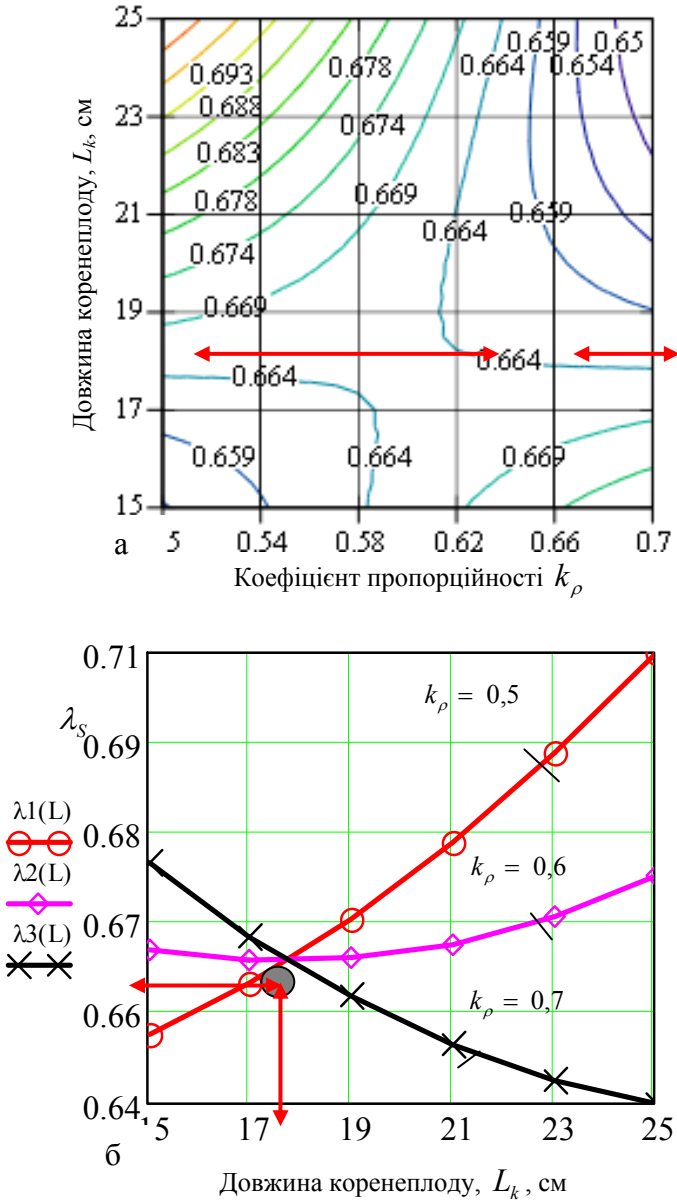
Рисунок 1 – Агрегат для викопування кормових буряків

Апроксимуючу функцію параметра оптимізації  $\lambda_S$ , адекватність якої перевіряли згідно з положеннями [7], знаходили у вигляді математичної моделі повного квадратного полінома, при цьому після визначення коефіцієнтів і оцінки статистичної значущості коефіцієнтів апроксимуючої функції було одержано кінцевий вигляд рівняння регресії зміни поправочного коефіцієнта  $\lambda_S$  залежно від коефіцієнта пропорційності  $k_p$  і загальної довжини коренеплоду  $L_k$  у натуральних величинах, як функціонала  $\lambda_S = f(k_p; L_k)$ , тобто

$$\lambda_S = -5,2 + 9,3k_p + 4,4 \cdot 10^{-2} L_k - 8,0 \cdot 10^{-2} k_p L_k + 8,0 \cdot 10^{-6} L_k^2. \quad (3)$$

Аналіз одержаних рівнянь регресії показує, що основний масив значень поправочного коефіцієнта  $\lambda_S$  знаходиться у межах 0,6...0,7, при цьому  $\lambda_S \cong 0,66$  забезпечується для  $0,5 \leq k_p \leq 0,7$  і  $L_k \cong 18,0$  см;  $15 \leq L_k \leq 25$  (см) і  $k_p \cong 0,6...0,63$  (рис. 2). Крім того, характер зміни коефіцієнта  $\lambda_S$  від окремих діючих факторів відбувається по різному. При збільшенні довжини коренеплодів  $L_k$  і значенні коефіцієнта  $k_p = 0,5$  та його подальшому збільшенні і значенні  $L_k \leq 15$  см коефіцієнт  $\lambda_S$ , відповідно, зростає від 0,66 до 0,71 (рис. 2, а; крива  $\lambda 1(L)$  рис. 2б) та від 0,66 до 0,68 (рис. 2а). При значенні  $k_p = 0,6$  коефіцієнт пропорційності  $k_p$  збільшується у незначних межах – від 0,66 до 0,67 (рис. 2а; крива  $\lambda 2(L)$  рис. 2б), а при значенні  $k_p = 0,7$  значно зменшується – від 0,68 до 0,64 (рис. 2а; крива  $\lambda 3(L)$  рис. 2б).

На другому етапі провели визначення конкретного значення поправочного коефіцієнта  $\lambda_S$ , який вираховували як числове відношення значень  $m_{1ap}^e$  граничних точок композиційного плану ПФЕ  $3^2$  до теоретичних значень  $m_{1ap}'$  відповідних точок. Одержані значення  $\lambda_S$  заносили у графі відповідних граничних точок композиційного плану ПФЕ  $3^2$ .



*a* – залежність  $\lambda_s = f(k_\rho; L_k)$ ; *б* – залежність  $\lambda_s = f(L_k)$

Рисунок 2 – Залежність зміни поправочного коефіцієнта  $\lambda_s$

У результаті обробки експериментальних даних отримали кінцеве рівняння регресії  $\lambda_s$  у натуральних величинах, яке характеризує вплив двох змінних факторів на параметр оптимізації як функціонал  $\lambda_s = m_{1a\rho}^e / m'_{1a\rho} = f(k_\rho; L_k) / m'_{1a\rho}$

$$\lambda_s = 1,36 - k_\rho + 1,44 \cdot 10^{-3} L_k - 1,6 \cdot 10^{-5} L_k^2. \quad (5)$$

Згідно рівняння (5) побудовано поверхню відгуку  $\lambda_s$  у межах зміни  $0,5 \leq k_\rho \leq 0,7$ ;  $15 \leq L_k \leq 25$  (см), при цьому зміна  $\lambda_s$  має зворотно пропорційний характер – зі збільшенням  $k_\rho$  і довжини  $L_k$  поправочний коефіцієнт  $\lambda_s$  зменшується від 0,7 до 0,56 (рис. 3), причому зміна  $\lambda_s$ , залежно від симетричної зміни  $k_\rho$ , має виражений асиметричний характер зміни –  $\lambda_s$  зменшується на постійну величину  $\Delta\lambda_s = const \cong 0,1$  (рис.4).

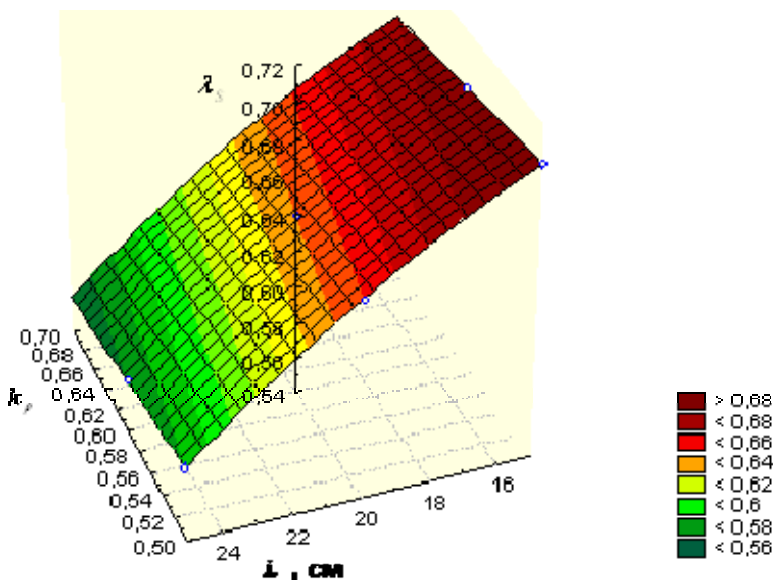
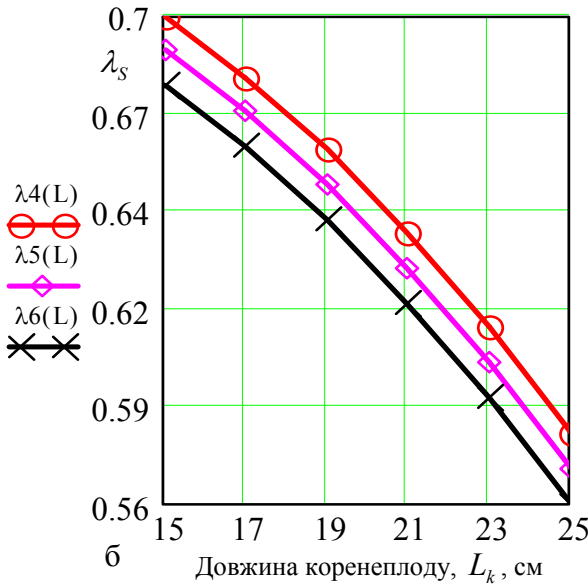
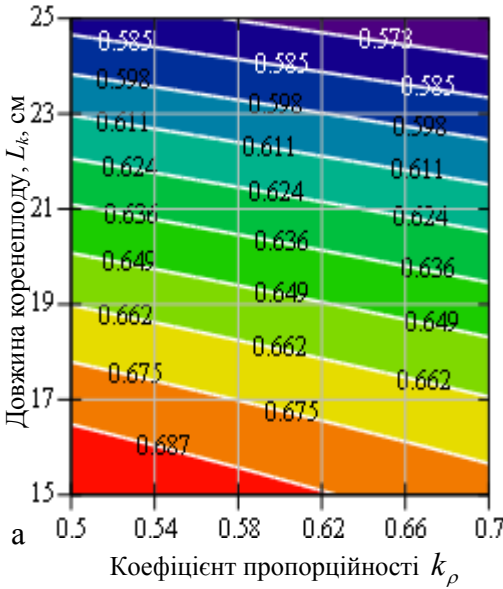


Рисунок 3 – Поверхня відгуку  $\lambda_s = m_{1a\rho}^e / m'_{1a\rho} = f(k_\rho; L_k) / m'_{1a\rho}$

Залежно від довжини кормових буряків поправочний коефіцієнт  $\lambda_s$  змінюється наступним чином: для  $L_k = 15$  см – у межах 0,68...0,7 (середнє значення  $\lambda_{sc}^{15} = 0,69$ ); для  $L_k = 20$  см – у межах 0,63...0,65 (середнє значення  $\lambda_{sc}^{20} = 0,64$ ); для  $L_k = 25$  см – у межах 0,56...0,58 (середнє значення  $\lambda_{sc}^{25} = 0,57$ ) (рис. 4).



а – залежність  $\lambda_s = \frac{f(k_p; L_k)}{m'_{lap}}$ ; б – залежність  $\lambda_s = \frac{f(L_k)}{m'_{lap}}$

Рисунок 4 – Залежність зміни поправочного коефіцієнта  $\lambda_s$

Тоді уточнені узагальнені теоретичні залежності, яка характеризує зміну маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла кормових буряків конусної форми  $m_{1ap}^i$  після їх викопування мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} m_{1ap}^{15} &= \pi\rho(0,68\dots 0,7) \left\{ \frac{L_k^3 k_\rho^3 (1 - 0,25tg\varphi / 2)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} [2L_k k_\rho \delta + \delta^2 (1 + 0,25tg\varphi / 2)] \right\}; \\ m_{1ap}^{20} &= \pi\rho(0,63\dots 0,65) \left\{ \frac{L_k^3 k_\rho^3 (1 - 0,25tg\varphi / 2)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} [2L_k k_\rho \delta + \delta^2 (1 + 0,25tg\varphi / 2)] \right\}; \\ m_{1ap}^{25} &= \pi\rho(0,56\dots 0,58) \left\{ \frac{L_k^3 k_\rho^3 (1 - 0,25tg\varphi / 2)}{3(L_k k_\rho + \delta)^2} [2L_k k_\rho \delta + \delta^2 (1 + 0,25tg\varphi / 2)] \right\} \end{aligned} \right\} . \quad (6)$$

Для практичного використання залежностей (6) при визначенні теоретичного значення маси налиплого ґрунту на бічній поверхні тіла кормових буряків  $m_{1ap}$  конусної форми, які залягають у ґрунті на відстані  $(1/2\dots 2/3)L_k$  ( $k_\rho = 0,5\dots 0,67$ ) після їх викопування, можна застосувати усереднене значення поправочного коефіцієнта  $\lambda_{sc} = 0,63$ .

**Висновки.** Встановлено, що масив значень  $\lambda_s$  знаходяться у межах  $0,6\dots 0,7$ , а середнє значення  $\lambda_s \cong 0,66$  забезпечується у межах зміни  $0,5 \leq k_\rho \leq 0,7$  і  $L_k \cong 18,0$  см та при зміні довжини коренеплідів у межах  $15 \leq L_k \leq 25$  (см) і значення  $k_\rho \cong 0,6-0,63$ .

### Література

1. Погорельий Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорельий, М.В. Татьяна – К. : Феникс, 2004. – 232 с.
2. Погорілий М.Л. Підвищення динамічної активності і технологічної ефективності копачів бурякозбиральних машин / М.Л. Погорілий // Зб. наук. праць НАУ. – Т. 8. – К., 2000. – С. 56-66.
3. Погорілий М.Л. Механічні характеристики ґрунтово-коренеплідного середовища цукрових буряків в умовах динамічного навантаження / М.Л. Погорілий // Міжвід. науково-техн. зб. – Кіровоград, 1995. – С. 150-158.
4. Барановський В.М. Прогнозування кількості ґрунту на поверхні тіла коренеплоду / В.М. Барановський, Д.Г. Войтюк, С.В.Кропивко [та ін.] // “МОТРО’L 03”, IV Міжн. наук.-техн. конф., Люблін-Київ, т.6. - НАУ, 2003. - С. 164-172.
5. Барановський В.М.. Аналітичні дослідження маси налиплого ґрунту на поверхні тіла викопаних коренеплідів / В.М. Барановський, Д.Г. Войтюк, А.Ю. Виговський // Всеукраїнський наук.-техн. журнал “Вібрації в техніці та технологіях”. ВДАУ, № 3, 2004. – С. 9-12.

6. Математичні моделі маси налиплого ґруну на коренеплодах кормових буряків / Дубчак Н.А., Барановський В.М., В.Б. Онищенко [та ін.] // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – Львів: Львів. нац. агр. ун-т, 2008. – № 12(2). – С. 314-326.

7. Василенко П.М. Основы научных исследований / П.М. Василенко, Л.В. Погорелый // – К. : Вища школа, 1985. – 266 с.

### **Аннотація**

*Приведены результаты аналитически-эмпирических исследований массы налипшей почвы на боковой поверхности тела корнеплодов на основании учета поправочного коэффициента. Получены зависимости, которые характеризуют изменения массы налипшей почвы от параметров корнеплодов.*

### **Summary**

*The results of analytically-empiric researches of sticked soil mass on the side of root crops body taking into account a correction ratio are given. Dependences which characterize the changes of sticked soil mass from the root crops parameters are obtained.*