

*Дейниченко Г. В., д-р. техн. наук,
професор¹*

Горелков Д. В., канд. техн. наук, доцент²

Червоний В. М., канд. техн. наук, доцент²

Перекрест В. В., канд. техн. наук, доцент³

¹Державний біотехнологічний університет, (м. Харків, Україна), e-mail:

deinychenkogv@ukr.net

²Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, (м. Харків, Україна), e-mail:

gorelkov.dmv@gmail.com

³Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: perekrest@donnuet.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОСЬОВОГО РІЗАННЯ ПЛОДІВ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО ПРИ ВІДОКРЕМЛЕННІ НАСІННИКА ВІД М'ЯКОТІ

UDC 635.649:641.512.5.06

*Deinichenko G., Grand PhD of Engineering
Science, Professor¹*

*Horielkov D., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor²*

*Chervonyi V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor²*

*Perekrest V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor³*

¹State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine), email: deinychenkogv@ukr.net

²V. N. Karazin Kharkiv National University (Kharkiv, Ukraine), email: gorelkov.dmv@gmail.com

³Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kryvyi Rih, Ukraine), email: perekrest@donnuet.edu.ua

STUDY OF THE PROCESS OF AXIAL CUTTING OF SWEET PEPPER FRUITS WHEN SEPARATION OF THE SEED FROM THE PULP

Мета. Мета та завдання статті полягає у визначенні впливу структурно-механічних характеристик плодів перцю солодкого та геометрії зубців ножа на величину зусилля осьового різання під час їх очищення за допомогою розробленої методики та експериментальної установки.

Методи. В ході проведення досліджень було використано експериментальні методи досліджень з використанням контрольно-виміральної приладів, сучасні методи математичної статистики, стандартні методики дослідження харчової сировини.

Результати. Зазначено, що напрямок переробки плодоовочевої сировини, як суттєва складова харчової промисловості держави потребує впровадження інноваційних техніко-технологічних рішень, зокрема за рахунок конструювання нових зразків технологічного обладнання. Проаналізовано перспективи впровадження інноваційних розробок в галузі переробки плодоовочевої сировини. Окреслені проблемні питання впровадження інновацій та проблемні питання удосконалення процесів механічної обробки овочевої сировини. Розкриті актуальні завдання для дослідження процесу очищення перцю солодкого та основні процесні параметри. Представлені результати експериментальних досліджень процесу різання плодів

© Дейниченко Г. В., Горелков Д. В., Червоний В. М.,
Перекрест В. В.

перцю солодкого під час їх очищення. Під час проведення дослідження визначався вплив на зусилля різання таких геометричних характеристик плодів перцю солодкого, як характеристичне число Z , коефіцієнт форми плодів k_f , товщина м'якоті b , на зусилля осьового різання $P_{різ}$ конусоподібними ножами, а також визначався вплив характеру руху ножа та геометричної форми зубців ріжучої крайки на зусилля осьового прорізання. Окреслені основні напрямки подальших експериментальних досліджень процесу різання плодів перцю солодкого та подібних до нього плодів. Проведено оцінку якості очищення плодів перцю в залежності від форми ріжучої крайки. Отримані експериментальні дані процесу різання плодів перцю солодкого дозволили визначити основні процесні та конструктивні параметри для удосконалення конструкції машини для його очищення від насінника з подальшим видаленням насіння.

Ключові слова: перець солодкий, зусилля різання, характеристичне число, форма ріжучої крайки, модуль пружності, об'єм м'якоті, довжина ріжучої крайки.

Постановка проблеми. Пріоритетним напрямком укріплення зовнішньоекономічних позицій України та покращення внутрішньої економічної ситуації є зниження рівня її енергетичної залежності. Одним із шляхів стабілізації економіки є проведення ресурсозберігаючих заходів в харчовій промисловості, які стають необхідними на фоні загальносвітової продовольчої кризи. Першочерговим завданням для харчової промисловості є використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій при виробництві продукції. Особливо актуальним це питання постало з приведенням вітчизняних виробництв до стандартів СОТ. Загальносвітові вимоги передбачають високу якість та екологічну чистоту продукції, що на пряму залежить від ефективності технологій, процесів та апаратів для переробки сільськогосподарської сировини та рівня їх автоматизації та механізації. Однією з найперспективніших галузей харчової промисловості для її розвитку та виходу на світовий ринок є овочепереробна промисловість [8], до структури якої органічно входять невеликі підприємства, що розташовані безпосередньо в місцях вирощування сировини. Зниженню їх конкурентоспроможності сприяє трудомісткість і тривалість більшості процесів переробки овочевої сировини, високий відсоток використання ручної праці, моральний знос та недосконалість існуючого обладнання. Особливо актуальним стає питання розробки прогресивних видів техніки, які сприятимуть забезпеченню високих показників якості продукції та інтенсифікації основних процесів виробництва на невеликих переробних підприємствах [4,5,6]. Вчасного апаратного оформлення потребує такий процес попередньої обробки сировини, як очищення плодів з ускладненою будовою, яким є перець солодкий. Тому необхідним є забезпечення реалізації ресурсозберігаючого процесу очищення плодів перцю солодкого з урахуванням його індивідуальних особливостей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Виходячи з обраного Україною загальнодержавного напрямку на ресурсозбереження та енергозаощадження першочерговим завданням для харчової промисловості є зменшення втрат під час переробки сільськогосподарської сировини [1, 2]. Одним зі шляхів забезпечення обраного напрямку є розробка та впровадження у виробництво нових технологій та обладнання для очищення плодів солодкого перцю. Солодкий перець є цінною для людини овочевою культурою. Але, незважаючи на розповсюдженість та століття використання, питання його очищення від насінника та насіння залишаються до кінця не вирішеними і на теперішній час. На підприємствах, що спеціалізуються на переробці цієї культури, процес очищення реалізується переважно з використанням ручної праці за допомогою примітивних ріжучих пристроїв. Таке становище утворилося внаслідок морального та фізичного зносу створеного раніше обладнання для реалізації процесу очищення плодів перцю солодкого. Більшість розроблених процесів очищення плодів перцю втратили свою актуальність, оскільки характеризуються значними енерговитратами, низькими показниками якості видалення насінника та насіння, а також використанням додаткового обладнання для доочищення. Перспективним напрямком

інтенсифікації та механізації процесу очищення плодів перцю солодкого є розробка нового комбінованого способу із одночасним поєднанням процесів осьового прорізання для відокремлення насінника та видалення насіння за рахунок впливу стиснутого повітря. Реалізація інноваційного процесу очищення ускладнюється відсутністю комплексних досліджень в цьому напрямку в цілому [5,7], зокрема адекватної інформації щодо характерних структурно-механічних властивостей плодів перцю, методик та експериментальних установок [9,10] для визначення їх впливу на параметри процесу.

Мета статті. Мета та завдання статті полягає у визначенні впливу структурно-механічних характеристик плодів перцю солодкого та геометрії зубців ножа на величину зусилля осьового різання під час їх очищення за допомогою розробленої методики та експериментальної установки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримаємо модель процесу різання перцю солодкого з метою визначення впливу структурно-механічних характеристик сировини та конструкції ножа на зусилля різання під час відділення плодоніжки. Виходячи з фізичних міркувань можна вважати, що зусилля різання залежить від характерного розміру ножа (діаметра), довжини ріжучої кромки, яка залежить від форми зубців, та фізичних характеристик сировини: модуля пружності, форми та розмірів плода. [1] З урахуванням запропонованих геометричних характеристик плодів перцю об'єм його м'якоті пропорційний добутку характеристичного числа Z на товщину м'якоті

$$V \approx Zb, \quad (1)$$

де V - об'єм м'якоті перцю, м^3 ;

b - товщина м'якоті, м .

Відповідно до обраних параметрів математична модель на якісному рівні має наступний символічний вигляд

$$P = f(E, l, V, D, k_\phi) \quad (2)$$

де E - модуль пружності м'якоті перцю, Па ;

D - діаметр корпусу ножа, м ;

l - довжина ріжучого леза ножа, м .

Залежність (2) згідно π - теореми може бути представлена у вигляді залежності між числами подібності [3]. Функцію (2) можна записати у вигляді степеневі залежності

$$P = C \cdot E^\alpha \cdot l^\beta \cdot V^\gamma \cdot D^\delta \cdot k_\phi^\varepsilon, \quad (3)$$

де $C, \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ - невідомі числові коефіцієнти.

Враховуючи, що розмірності обох частин залежності (3) однакові, а C - безрозмірний коефіцієнт, замінимо всі величини в ній розмірностями цих величин.

$$M \cdot L \cdot \tau^{-2} = (M \cdot L^{-1} \cdot \tau^{-2})^\alpha \cdot (L)^\beta \cdot (L^3)^\gamma \cdot (L)^\delta \cdot (M^0 \cdot L^0 \cdot \tau^0)^\varepsilon. \quad (4)$$

Складаємо рівняння відносно основних одиниць вимірювання:

Для маси M : $1 = \alpha$.

Для довжини L : $1 = -\alpha + \beta + 3\gamma + \delta$.

Для часу τ : $-2 = -2\alpha$.

Звідки визначаємо показники степенів α та δ і одержуємо наступне рівняння

$$P = C \cdot E \cdot l^\beta \cdot V^\gamma \cdot D^{2-\beta-3\gamma} \cdot k_\phi^\varepsilon. \quad (5)$$

Збираючи подібні ступені у (5), остаточно отримуємо математичну модель процесу різання перцю під час відділення плодоніжки.

$$\frac{P}{ED^2} = C \left(\frac{l}{D} \right)^\beta \left(\frac{Zb}{D^3} \right)^\gamma k_\phi^\varepsilon \quad (6)$$

де невідомі коефіцієнти $C, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ мають бути визначеними з експериментальних даних.

У таблицях 1-5 наведені експериментальні данні залежності зусилля різання перцю з різним коефіцієнтом форми

Таблиця 1 – Зусилля різання плодів перцю солодкого конусної форми, $k_{\phi}=0.33$

Форма зубців ріжучих крайок	Довжина леза, мм	Зусилля різання P , Н	Характеристичне число $Z=L \cdot D$, м^2	Товщина м'якоті b , м
Прямокутні симетричні	17,2	76,8	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		101,0	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		106,1	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Прямокутні	18,5	88,8	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		95,0	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		102,3	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинюючі косі	20,5	65,6	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		73,0	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		78,7	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинюючі закруглені	24,3	57,4	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		63,8	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		68,2	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008

Таблиця 2 – Зусилля різання плодів перцю солодкого пірамідальної форми, $k_{\phi}=0.21$

Форма зубців ріжучих крайок	Довжина леза, мм	Зусилля різання P , Н	Характеристичне число $Z=L \cdot D$, м^2	Товщина м'якоті b , м
Прямокутні симетричні	17,2	72,1	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		84,8	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		88,9	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Прямокутні	18,5	71,5	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		78,7	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		84,8	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинюючі косі	20,5	55,0	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		59,4	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		64,7	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинюючі закруглені	24,3	37,5	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		42,3	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		48,0	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008

Таблиця 3 – Зусилля різання плодів перцю солодкого усічено-пірамідальної форми, $k_{\phi}=0.38$

Форма зубців ріжучих крайок	Довжина леза, мм	Зусилля різання P , Н	Характеристичне число $Z=L \cdot D$, м^2	Товщина м'якоті b , м
Прямокутні симетричні	17,2	110,3	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		116,8	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		125,2	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Прямокутні	18,5	109,2	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		114,3	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		118,7	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинюючі косі	20,5	94,0	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		98,4	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		104,6	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинюючі закруглені	24,3	78,9	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		82,7	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		86,3	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008

Таблиця 4 – Зусилля різання плодів перцю солодкого шароподібної форми, $k_\phi=0.66$

Форма зубців ріжучих крайок	Довжина леза, мм	Зусилля різання P , Н	Характеристичне число $Z=L \cdot D$, м ²	Товщина м'якоті b , м
Прямокутні симетричні	17,2	142,0	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		147,9	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		153,8	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Прямокутні	18,5	126,9	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		130,0	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		137,5	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинючі косі	20,5	109,4	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		114,2	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		127,1	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008
Самовклинючі закруглені	24,3	95,0	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,004
		100,8	$7,1 \cdot 10^{-3}$	0,006
		104,7	$12,1 \cdot 10^{-3}$	0,008

Для знаходження коефіцієнтів критеріального рівняння (6) були використані данні про значення модуля пружності м'якоті солодкого перцю отримані у роботі [1], згідно яких за невеликих деформацій він дорівнює $E=70 \cdot 10^5$ Па. Діаметр ріжучого вузлу ножа незалежно від досліджених форм зубців ріжучої крайки становив сталі значення $D=32$ мм.

Невідомі коефіцієнти $C, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ були знайдені з регресійного аналізу експериментальних даних. Для цього рівняння (3.6) представимо у вигляді лінійного регресійного рівняння

$$Y = \ln(C) + \beta X_1 + \gamma X_2 + \varepsilon X_3, \quad (7)$$

$$\text{де } Y = \ln\left(\frac{P}{ED^2}\right); \quad X_1 = \ln\left(\frac{l}{D}\right); \quad X_2 = \ln\left(\frac{Zb}{D^3}\right); \quad X_3 = \ln(k_\phi).$$

На підставі експериментальних даних наведених у таблицях (1-4) за допомогою стандартних процедур програмного засобу Mathcad, було знайдено коефіцієнти регресійного рівняння (7). З урахуванням цього критеріальне рівняння різання під час відділення плодоніжки перцю солодкого має наступний вигляд

$$\frac{P}{ED^2} = 0,012 \left(\frac{l}{D}\right)^{-1,24} \left(\frac{Zb}{D^3}\right)^{0,082} k_\phi^{0,53} \quad (8)$$

На рис. 1 наведена кореляція рівняння (8) з експериментальними даними зусилля різання. Відносна похибка визначення зусилля різання за рівнянням (8) складає 7,5%.

Згідно цього рівняння найбільший вплив на зусилля різання мають два фактори: довжина леза ріжучої крайки l та коефіцієнт форми плоду k_ϕ . На рисунках 2-3 наведено залежність зусилля різання від факторів, що входять до критеріального рівняння (8).

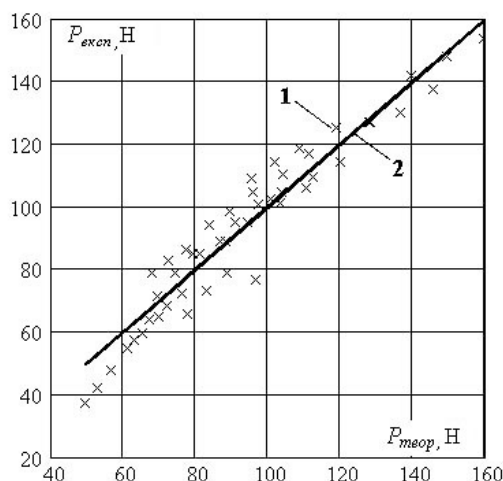


Рисунок 1 – Кореляція експериментальних даних зусилля різання з критеріальним рівнянням (8). 1 – експериментальні данні, 2 – розрахунок за рівнянням (8)

Діапазон змінювання безрозмірних факторів X_1 , X_2 , X_3 на рис. 1-3 відповідає діапазону змінювання величин Z, b, l, k_ϕ згідно експериментальних даних, що наведені у таблицях 1-4.

Отримані результати свідчать про те, що чим менший об'єм м'якоті плоду, його коефіцієнт форми та менша довжина ріжучої крайки леза, тим менше зусилля різання.

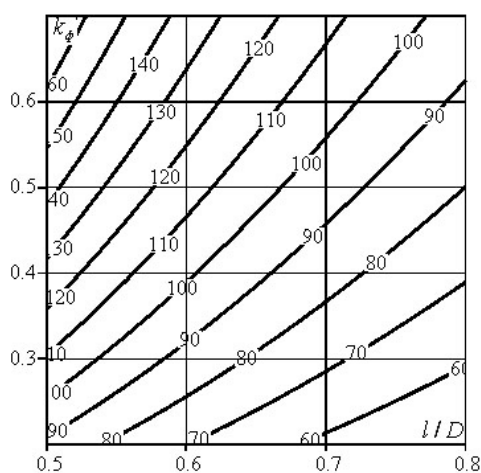


Рисунок 2 – Залежність зусилля різання від довжини леза ріжучої крайки та коефіцієнта форми плоду для $Zb/D^3 = 1,6$.

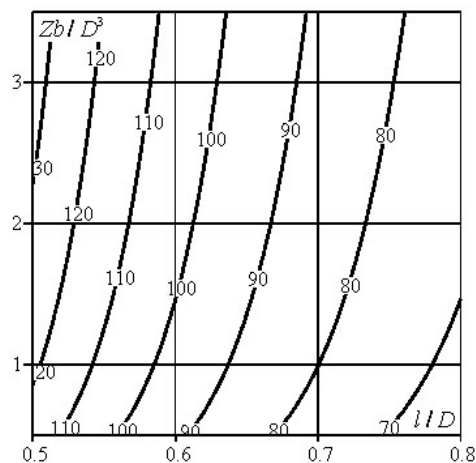


Рисунок 3 – Залежність зусилля різання від довжини леза ріжучої крайки та об'єму м'якоті плоду для $k_\phi = 0,38$.

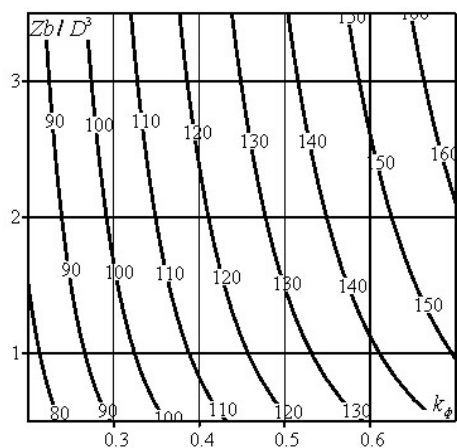


Рисунок 4 – Залежність зусилля різання від геометричних характеристик плода перцю для прямокутних симетричних зубців леза $l = 17,2$ мм.

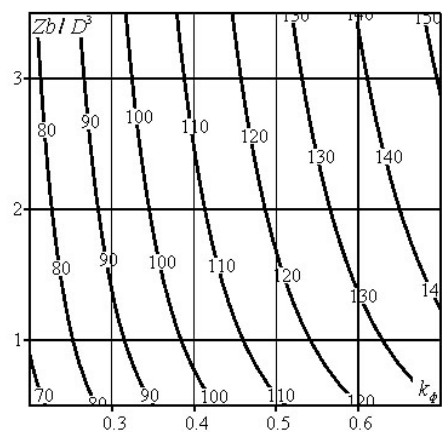


Рисунок 5 – Залежність зусилля різання від геометричних характеристик плода перцю для прямокутних зубців леза $l = 18,5$ мм.

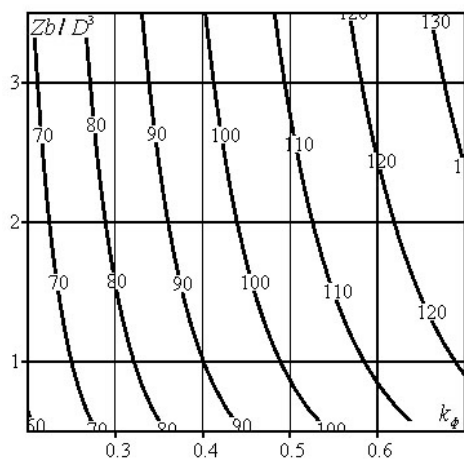


Рисунок 6 – Залежність зусилля різання від геометричних характеристик плода перцю для самовклинюючих косих зубців леза $l = 20,5$ мм.

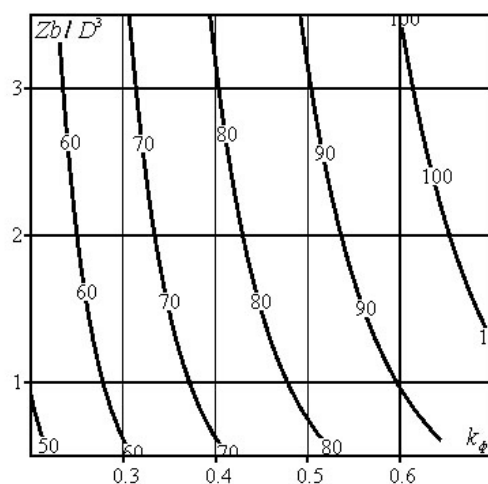


Рисунок 7 – Залежність зусилля різання від геометричних характеристик плода перцю для самовклинюючих закруглених зубців леза $l = 24,3$ мм.

На рис. 4-7 наведено розрахункові дані за критеріальним рівнянням (8) про вплив геометричних характеристик плода перцю на зусилля різання для чотирьох досліджених типів зубців ножів: прямокутні симетричні, прямокутні, самовклинюючі косі, самовклинюючі закруглені.

Як свідчать наведені на цих рисунках данні, ножі з самовклинюючими косими зубцями займають середню позицію за зусиллям різання серед чотирьох досліджених типів ножів ($P \approx 100$ Н). Найменше зусилля різання має місце при використанні ножів з самовклинюючими закругленими зубцями, для яких зусилля різання в середньому на 20% менше чим при використанні самовклинюючих косих зубців ($P \approx 80$ Н). У той же час при використанні прямокутних симетричних зубців зусилля різання у середньому на 20% більше, чим для ножів з самовклинюючими косими зубцями ($P \approx 120$ Н). Ножі з прямокутними зубцями наближаються по зусиллю різання до ножів з самовклинюючими косими зубцями і мають зусилля різання у середньому на 10% більше чим останні ($P \approx 110$ Н).

Для вибору раціональної форми ріжучої кромки ножів треба враховувати не тільки зусилля різання, але й якість процесу різання. Основні види браку при прорізанні плодів перцю наступні: розриви м'якоті, проштовхування плодоніжок, залишки насіння. У якості показника якості очищення перцю було обрано комплексний показник – добуток окремих показників якості:

$$\Pi = \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3, \quad (9)$$

де $\Pi_i = 1 - B_i / 100$ – показник якості у відносних одиницях $0 \leq \Pi_i \leq 1$,
 B_i – процент браку підчас процесу прорізання, %.

У таблиці 5 наведено експериментальні данні про показники якості очищення плодів перцю при використанні ножів з зубцями різної форми.

Таблиця 5 – Показники якості очищення плодів солодкого перцю

Форма зубців ріжучих крайок	Види браку при очищенні плодів перцю солодкого			
	Розриви м'якоті. %	Проштовхування плодоніжок. %	Залишки насіння. %	Комплексний показник якості, П, %
Прямокутні симетричні	15	13	10	66,6
Прямокутні	6-8	5-6	0	87,9
Самовклинючі косі	2	2	0	96
Самовклинючі закруглені	0	0	0	100

Згідно цих даних найкращих показник якості очищення спостерігається при застосуванні ножів з самовклинючими закругленими зубцями, найгірший при використанні ножів з прямокутними симетричними зубцями. Середній комплексний показник якості серед досліджених форм зубців 87,6% практично співпадає з цим показником для зубців прямокутної форми.

Висновки. Таким чином можна зробити висновок, що отримане рівняння розрахунку зусилля різання справедливе для процесу різання при фіксованих геометричних розмірах ріжучих органів і не дає змоги врахувати кут загострення леза та конусність ножів. Тому подальшим напрямком досліджень є визначення впливу геометричних параметрів ножів на зусилля різання. Зауважимо, що показник якості різання щільно корелює з середнім зусиллям різання для певної форми зубців ріжучої крайки, що дозволяє однозначно визначитись з раціональною формою ножів.

Список літератури

1. Дейниченко Г. В., Терешкін О. Г., Горелков Д. В. Удосконалення комбінованих способів переробки плодів баклажана та перцю солодкого: монографія. Харків: 2011. 224 с.
2. Садигов К. Д. Наукове обґрунтування та розробка способу вилучення насіння із гарбузових плодів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. 1998. 16 с.
3. Методи досліджень та організація експериментів / під ред. проф. К. П. Власова. Х.: Гуманітарний центр, 2002. 256 с.
4. Deynichenko G., Dmytrevsky D., Chervonyi V., Udovenko O., Omelchenko O., Melnik O. Modeling of the process of peeling jerusalem artichoke in order to determine parameters for conducting production process. *Eastern-european journal of enterprise technologies*. 2017. Т. 3. № 11 (87). С. 52–60. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103855>.
5. Терешкін О. Г., Горелков Д. В., Дмитревський Д. В. Дослідження параметрів комбінованого процесу очищення цибулі ріпчастої. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2013. Вип. 1 (17). Ч. 1. С. 159-165.
6. Шеїна А. В., Омельченко О. В., Мельник О. Є. Залежність структурно-механічних властивостей овочів від фактора швидкості. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2018. 1 (36). С. 30-39.
7. Хорольський В. П., Хорольский В. П., Шеїна А. В., Шеина А. В. Методика дослідження якості нарізки овочевої сировини та визначення факторів впливу. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2018. 1 (27). С. 243-254.
8. Ягодзінська А. Дослідження потенціалу сфери переробки продовольства харчової промисловості. *Modeling the development of the economic systems*. 2022. №2. С. 138-144.

9. Singh V., Das M., Das S. K. Effects of knife edge angle and speed on peak force and specific energy when cutting vegetables of diverse texture. *International Journal of Food Studies*. 2016. №5 (1). P. 85-92.
10. Yousuf B., Deshi V., Ozturk, B., Siddiqui M. W. Quality issues and safety concerns. In: *Fresh-cut fruits and vegetables*. 2020. pp. 1-15.

References

1. Deinychenko, H. V., Tereshkin, O. H., Horielkov, D. V. (2011). *Udoskonalennia kombinovanykh sposobiv pererobky plodiv baklazhana ta pertsiiu solodkoho* [Improvement of combined methods of processing eggplant and sweet pepper fruits]: monohraf. Kharkiv, 224 p.
2. Sadyhov, K.D. (1998). *Naukove obgruntuvannya ta rozrobka sposobu viluchennia nasinnia iz garbuzovih plodiv* [The scientific rationale and development of the method extract seeds from pumpkin fruit]: avtoref. dis...kand. tehn. nauk, Odessa, 16 p.
3. Vlasova, K. (2002). *Metodi issledovaniy i organizatsii eksperimentov*, [Methods of research and organization of experiments]. Gumanitarnij centr. Kharkiv : 256 p.
4. Deynichenko, G., Dmytrevsky, D., Chervonyi, V., Udovenko, O., Omelchenko, O., Melnik, O. (2017). Modeling of the process of peeling jerusalem artichoke in order to determine parameters for conducting production process. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, vol. 3, no. 11 (87), p. 52–60. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103855>.
5. Tereshkin, O. H., Horielkov, D. V., Dmytrevskyi, D. V. (2013) *Doslidzhennia parametriv kombinovanoho protsesu ochyshchennia tsybuli ripchastoi*. [Follow-up parameters of the combined process of cleaning the cibula ripchastoy], *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli* [Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade], Vol. 1(17), Ch. 1, 159-165.
6. Sheina, A. V., Omelchenko, O. V., Melnyk, O. Ye. (2018). *Zalezhnist strukturno-mekhanichnykh vlastyvostei ovochiv vid faktora shvydkosti*. [The fallowing of structural-mechanical power of vegetables in the factor of freshness.], *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv* [Equipment and technologies of food production], 1 (36), p. 30-39.
7. Khorolskyi, V. P., Khorolskyi, V. P., Sheina, A. V., Sheyna, A. V. (2018). *Metodyka doslidzhennia yakosti narizky ovochevoi syrovyny ta vyznachennia faktoriv vplyvu*. [Methodology for assessing the quality of the vegetable syrovina and the selection of factors in the injection] *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 1 (27), p. 243-254.
8. Yahodzinska, A. (2022). *Doslidzhennia potentsialu sfery pererobky prodovolstva kharchovoi promyslovosti*. [Exploring the potential of food processing in the grub industry], *Modeling the development of the economic systems*, 2, p. 138-144.
9. Singh, V., Das, M., Das, S. K. (2016). Effects of knife edge angle and speed on peak force and specific energy when cutting vegetables of diverse texture, *International Journal of Food Studies*, 5 (1), p. 85-92.
10. Yousuf, B., Deshi, V., Ozturk, B., Siddiqui, M. W. (2020). Quality issues and safety concerns. In: *Fresh-cut fruits and vegetables*. P. 1-15.

Objective. The purpose and objective of the article is to determine the influence of the structural and mechanical characteristics of sweet pepper fruits and the geometry of the knife teeth on the magnitude of the axial cutting force during their cleaning using the developed methodology and experimental setup.

Methods. In the course of the research, experimental methods of research with the use of control and measuring devices, modern methods of mathematical statistics, and standard methods of research of food raw materials were used.

Results. The prospects for the introduction of innovative developments in the field of processing of fruit and vegetable raw materials are analyzed. The problematic issues of the introduction of innovations and the problematic issues of improving the processes of mechanical processing of

vegetable raw materials are outlined. Actual tasks for the research of the sweet pepper cleaning process and the main process parameters are revealed. The results of experimental studies of the process of cutting sweet pepper fruits during their cleaning are presented. During the study, the influence of such geometric characteristics of sweet pepper fruits as the characteristic number Z , fruit shape factor k_f , flesh thickness b on the cutting effort was determined, on the axial cutting effort Cutting with conical knives, as well as the influence of the nature of the knife movement and geometric shape was determined teeth of the cutting edge for axial cutting forces. The main directions of further experimental studies of the process of cutting sweet pepper fruits and similar fruits are outlined. Evaluation of the quality of pepper fruit cleaning was carried out depending on the shape of the cutting edge.

Key words: *sweet pepper, cutting force, characteristic number, shape of the cutting edge, modulus of elasticity, pulp volume, length of the cutting edge.*