

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НОЖА ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ СТРИЖНЯ З ГОЛОВОК КАПУСТИ

*О. Швець, к.т.н., І. Власюк, інженер, Д. Федорина, інженер
Львівський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. У технологічному процесі переробки капусти одне з важливих місць посідають операції підготовки головок до подрібнення. Суть підготовки полягає в очищенні головок від сухих, брудних та уражених гниллю вільних листків, видаленні неякісних листків головки та вирізання її стрижня. Залежно від типу виробництва (дрібне чи промислове) цей процес може здійснюватися вручну робітниками на очисних столах, а також механізовано за допомогою очисних машин (очисників) та очисних ліній [2].

На сьогодні відомо багато різних конструкцій машин і пристроїв для видалення зовнішніх листків та стрижнів з головок капусти. Однак ми не знайшли чіткої методики визначення необхідних параметрів робочого органа таких машин, зокрема ножа для видалення стрижня. На нашу думку, геометричні параметри ножа будуть залежати від параметрів стрижня, які для різних сортів капусти можуть бути різними. Тому обґрунтування параметрів ножа машини для видалення стрижнів з головок капусти є важливим питанням підвищення ефективності операцій її підготовки до переробки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. До параметрів, які впливають на вибір технології, машин, а також робочих органів, що використовуються в процесі післязбиральної переробки білоголової капусти, належать розмірно-вагові характеристики, опір і зусилля різання, а також значення коефіцієнти тертя по різних матеріалах [1].

Розміри головки капусти білоголової вимірюються в горизонтальній (діаметр D) і вертикальній (висота H) площинах. Діаметр качана в кінці періоду дозрівання ранніх сортів становить 11,8...15,5 см; середніх сортів – 16,0...19,9 см; пізніх – 16,0...22,4 см. Висота качанів відповідно коливається в межах 9,2...14,6 см для ранніх, 12,0...17,3 см для середньостиглих і 14,0...19,7 см для пізніх сортів капусти.

Сортові відмінності головок капусти, які можуть впливати на вибір машин післязбиральної обробки качана, характеризуються не тільки вищенаведеними показниками, а й розмірами стрижнів.

Згідно з [3] розміри зовнішнього стрижня капусти розділені умовно на три частини (рис. 1): прикореневу зону (задеревеніла частина стрижня), вільний стрижень (зелена частина стрижня без листя) і стрижень, покритий листям.

Пізні сорти мають найдовший зовнішній стрижень, у середньому 21,1 см, середньостиглі сорти – найкоротший зовнішній стрижень, у середньому 14,6 см, у ранніх сортів середня висота зовнішнього стрижня становить 16,1 см.

У ранніх сортів середній діаметр стрижня в зоні його зрізання становить 3,92 см. Для середньостиглих сортів цей показник становить 5,17 см. У пізніх сортів стрижень найтовстіший. Його середній діаметр у листовій частині становить 5,32 см.

Однак у літературі ми не знайшли характеристик частини стрижня, яка знаходиться всередині головки і вкрита листям.

Виклад основного матеріалу. Дослідження розмірних характеристик стрижнів головок капусти проводили з трьома сортами капусти: Колобок, Суддя,

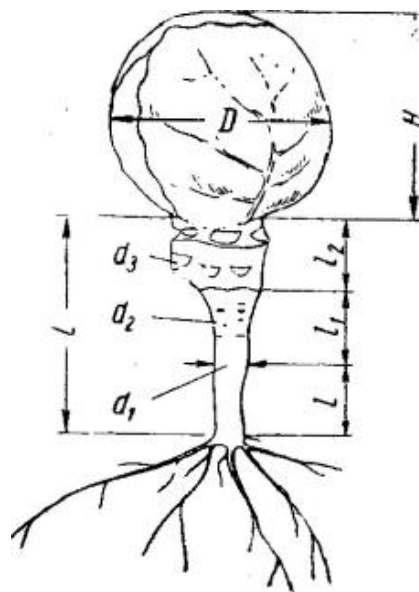


Рис. 1. Схема замірів капусти.

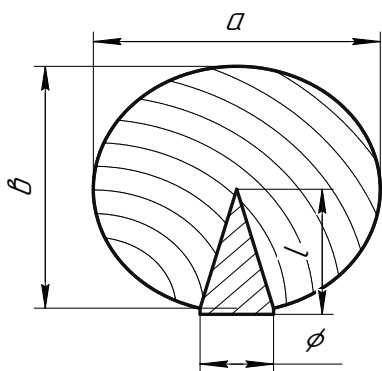


Рис. 2. Схема вимірювання геометричних параметрів головки капусти.

Фараон. Вимірювання геометричних розмірів капусти проводили на розрізі капусти в найбільшому діаметрі у двох площинах – горизонтальній та вертикальній. Визначали основні розміри качана капусти, а також розміри стрижня серцевини. Для більшої точності вимірювань капусту розрізали в найбільшому діаметрі. Визначали геометричні параметри головки за висотою (b) та шириною (a), а також довжину стрижня (l) та його діаметр при основі (d) (рис. 2).

За отриманими результатами вимірювання визначали середнє значення досліджуваних параметрів, а також виконували їх математичну обробку. Визначені довжина та діаметр стрижня головки капусти визначатимуть основні параметри ножа (рис. 3).

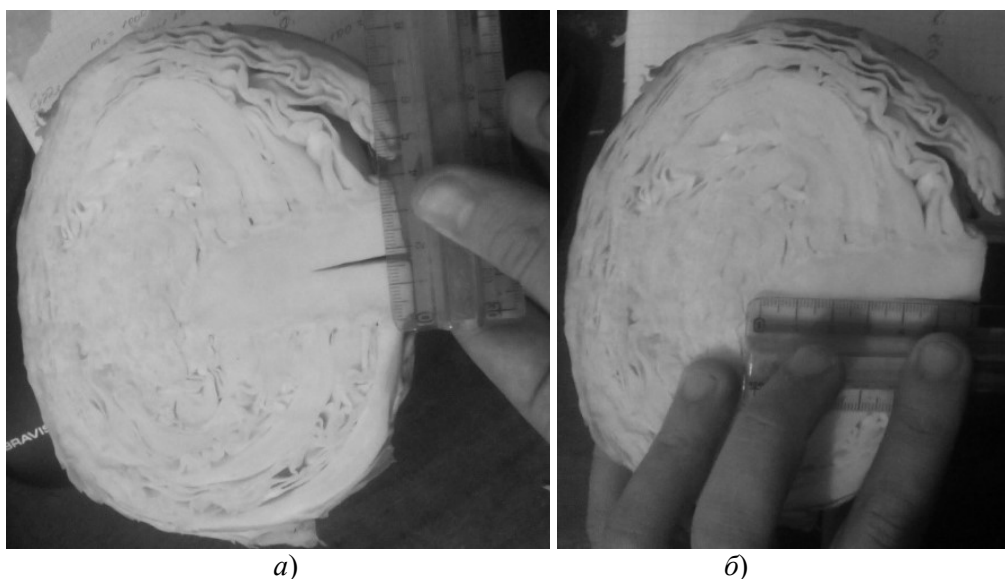


Рис. 3. Вимірювання геометричних параметрів стрижня:
а) діаметр основи стрижня d ; б) довжина стрижня головки капусти l_c .

За результатами замірів побудовано криві розподілу розмірних характеристик стрижнів головок капусти (рис. 4 і 5).

Аналізуючи криві (див. рис. 4), бачимо діапазон коливань діаметра стрижня головок капусти сорту Колобок від 32 до 38,1 мм, середній діаметр стрижня становить 35,8 мм, а відсотковий вміст – 24%.

Для сорту Суддя діапазон коливань становить від 35,2 до 38,5 мм, середній діаметр стрижня – 37 мм, а відсотковий вміст – 33%.

Для сорту Фараон діапазон коливань становить від 32 до 39 мм, середній діаметр стрижня – 37,3 мм, а відсотковий вміст – 20%.

Аналізуючи графік (див. рис. 5), бачимо, що досліджуваний показник коливається в проміжку від 67 до 72,5 мм, середнє значення довжини стрижня становить 69,2 мм, відсотковий вміст – 45%.

Для сорту Суддя показник коливається в проміжку від 62 до 72,5 мм, середнє значення довжини стрижня 67,9 мм, а відсотковий вміст становить 22%.

Для сорту Фараон показник коливається від 65 до 73 мм, середнє значення довжини стрижня головки капусти 67,8 мм, відсотковий вміст становить 16 %.

Результати дослідження геометричних параметрів стрижня головки капусти (довжина і діаметр) свідчать, що він має форму, наближену до конуса.

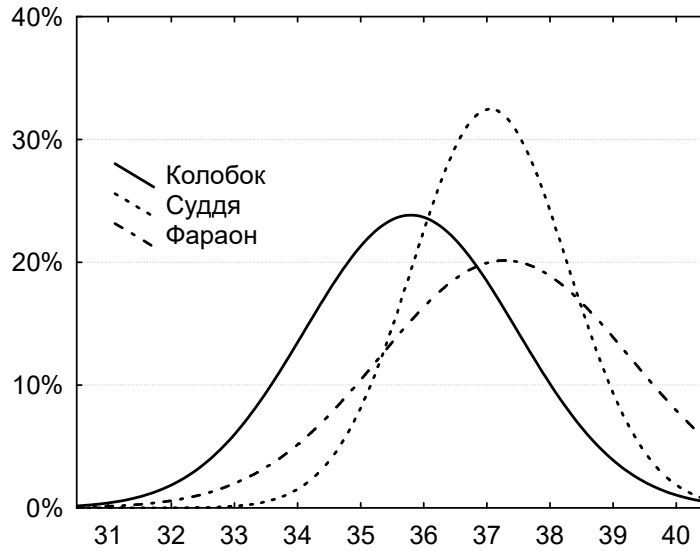


Рис. 4. Криві розподілу діаметра d стрижня головки капусти, мм

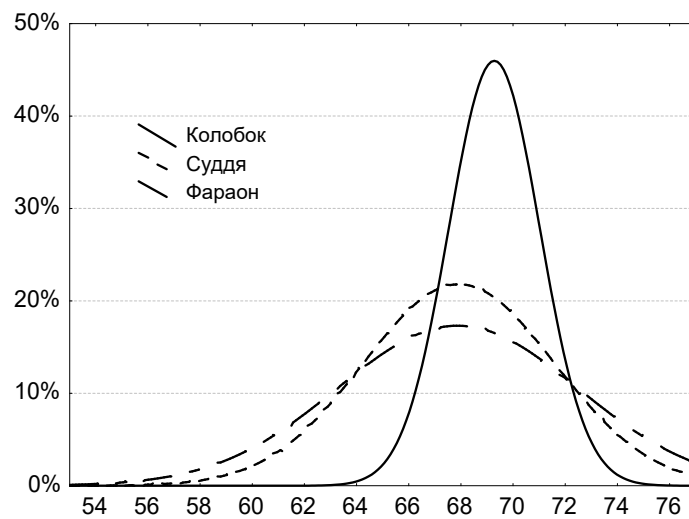


Рис. 5. Гістограма розподілу довжини l стрижня капусти.

Для досягнення максимальної повноти видалення стрижня з головки капусти робочий орган установки (ніж) має повторювати контур стрижня. У такому разі має виконуватись умова

$$P_c = P_n = P_{рн}, \text{ мм}^2, \quad (1)$$

де P_c , P_n , $P_{рн}$ – відповідно площа повздовжнього перерізу стрижня головки капусти, ножа і контуру, описуваного ножем.

Цього можна досягти двома способами:

- 1 – геометрична форма ножа повторює контур стрижня;
- 2 – траєкторія руху ножа повторює контур стрижня.

Для виконання умови (1) можна використовувати сегментний ніж, форма проєкції якого відповідає прямокутному трикутнику (ABC), більший з катетів якого рівний довжині ножа $CB=l_n$, а менший – половині діаметра основи стрижня ($AC=0,5d$), причому він має здійснювати обертовий рух навколо довшого з катетів і переміщуватись уздовж нього.

Для зменшення опору різанню під час видалення стрижня з головки білоголової капусти ми пропонуємо сегментний ніж криволінійної форми, який здійснює обертовий рух. Він являє собою $\frac{1}{4}$ частину циліндра діаметром d та висотою h , зрізану по гвинтовій лінії (рис. 6).

Різальна кромка ножа утворюється по гвинтовій лінії обрізу частини циліндра. Лінія контуру різальної кромки ножа (леза) утворюється переміщенням довільної точки вздовж твірної циліндра з одночасним її обертанням навколо його осі. Оскільки довільна точка здійснює одночасно сталий поступальний і обертовий рух, то вона буде рухатись відносно горизонтальної площини під кутом α , який визначається так:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}, \quad (2)$$

де P – крок гвинтової лінії, мм;
 d – діаметр основи циліндра, мм.

Оскільки для виготовлення ножа використовується $\frac{1}{4}$ стінки циліндра, то довжина ножа становить

$$l = \frac{1}{4} \cdot P, \text{ мм або } P = 4 \cdot l \text{ мм.} \quad (3)$$

Тоді, враховуючи (2) і (3), кут підйому гвинтової лінії леза становитиме

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{4 \cdot l}{\pi \cdot d} \right), \text{ град.} \quad (4)$$

Для визначення довжини різальної кромки ножа (леза) використовуємо метод побудови розгортки циліндричної гвинтової лінії за заданим діаметром d , кроком P та напрямом обертання (рис. 7).

Основу циліндра ділимо на довільну кількість рівних частин. Точки поділу нумеруємо за напрямом гвинтової твірної. Потім на контурній твірній циліндра

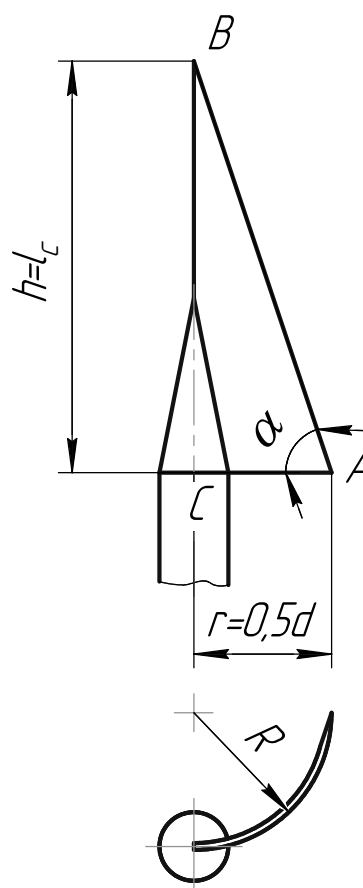


Рис. 6. Геометричні параметри ножа.

відкладаємо заданий крок, який ділимо горизонтальними прямими на таку ж саму кількість рівних частин. Їх нумеруємо знизу вгору. Через точки поділу основи проводимо вертикальні лінії зв'язку до перетину з відповідними горизонтальними прямими, проведеними через точки поділу кроку, і отримуємо точки, які належать фронтальній проекції гвинтової лінії. З'єднавши їх, отримуємо контур різальної кромки.

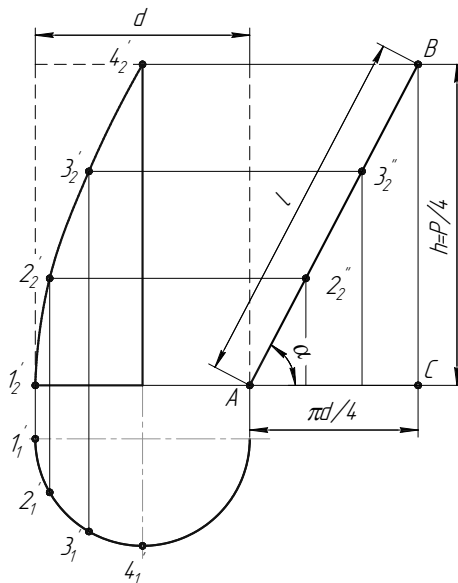


Рис. 7. Схема визначення довжини леза.

Розгортка частини циліндричної поверхні, обмеженої гвинтовою лінією на довжині $\frac{1}{4}$ витка, являє собою трикутник ABC ($\triangle ABC$), гіпотенуза якого AB – розгортка гвинтової лінії (леза), катер AC – розгортка основи $\pi d/4$, менший катет BC – частина кроку гвинтової лінії, рівна $h = 1/4 P$.

Тоді з $\triangle ABC$ довжина леза ножа буде визначатись за формулою

$$l = AB = \sqrt{AC^2 + BC^2}, \text{ мм}, \quad (5)$$

або

$$l = AB = \frac{DC}{\cos \alpha} = \frac{h}{\cos \alpha}, \text{ мм}, \quad (6)$$

чи

$$l = AB = \frac{AC}{\sin \alpha} = \frac{\frac{\pi \cdot d}{4}}{\sin \alpha}, \text{ мм}. \quad (7)$$

За формулами (5 – 7) можна визначити довжину різальної кромки (леза) сегментного ножа спіральної форми з різними співвідношеннями параметрів R і h , або кута α .

Висновки. У результаті експериментальних досліджень встановлено, що стрижень головок капусти має форму конуса з основою діаметром 35–39 мм та довжиною 66–70 мм. Для його видалення найкраще підходить сегментний ніж криволінійної форми, який здійснює обертовий рух, причому в процесі вирізання вісь його обертання має збігатися з віссю стрижня. Така форма ножа дає змогу зменшити зусилля різання. Для запропонованого ножа запропоновано методику визначення його основних параметрів, а саме довжини h , довжини різальної кромки l , кута підйому лінії леза α .

Бібліографічний список

1. Анохіна В. І., Сердюк Т. Л. Довідник по переробці овочів. Київ : Урожай, 1987. 126 с.
2. Дацишин О. В., Гвоздев О. В., Ялпачик Ф. Ю., Рогач Ю. П. Механізація переробки і зберігання плодовоовочевої продукції : навч. посіб. / за ред. О. В. Дацишина. Київ : Мета, 2003. 288 с.
3. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / М. Ф. Бурмистрова и др. Москва : ГИСЛ, 1956. 346 с.

Швец О., Власюк І., Федорина Д. Обґрунтування параметрів ножа для видалення стрижня з головок капусти

На основі досліджень геометричних параметрів стрижнів головок капусти різних сортів обґрунтовано форму ножа для їх видалення. Встановлено умову максимальної якості видалення стрижня. Запропоновано методику визначення геометричних параметрів ножа.

Ключові слова: головка капусти, розміри стрижня, ніж для видалення стрижня, геометричні параметри та форма ножа.

Shvets O., Vlasiuk I., Fedoryna D. Grounding of the knife parameters for removal of the cabbage head stump

On the basis of the geometric parameters study of the cabbage heads stump of different varieties the shape of a knife (corer) for the stump removal was grounded. The condition for maximum quality of the stump removal was set. The method of determining of the knife geometric parameters was proposed.

Key words: cabbage head, size of a cabbage head stump, knife for stump removal, geometrical parameters and shape of a knife.

Швец А., Власюк І., Федорина Д. Обоснование параметров ножа для удаления кочерыжки из кочанов капусты

На основании исследований геометрических параметров кочерыжек кочанов капусты разных сортов обоснована форма ножа для их удаления. Установлено условие максимального качества удаления кочерыжки. Предложена методика определения геометрических параметров ножа.

Ключевые слова: кочан капусты, размеры кочерыжки, нож для удаления кочерыжки, геометрические параметры и форма ножа.