

О.І. НЕКОЗ
Національний університет харчових технологій
О.В. БАТРАЧЕНКО, Н.В. ФІЛІМОНОВА
Черкаський державний технологічний університет

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПИТОМОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ВОВЧКІВ

В існуючих конструкціях вовчків наявний резерв збільшення продуктивності. Авторами запропоновано підвищення питомої продуктивності вовчків шляхом забезпечення подачі сировини одночасно по всій робочій площі решіток різального вузла. Реалізувати таку подачу дозволяє застосування для подачі сировини двозаходного шнеку або іншого типу фаршевого насосу, здатного подавати сировину зі сталим значенням витрати по поперечному перерізу патрубку подачі. Встановлено, що застосування двозаходного шнеку забезпечує більш рівномірне нагнітання сировини по робочій площі решіток в кожний момент часу, ніж використання однозаходного. Застосування для подачі м'ясної сировини ексцентриково-лопатевого насоса дозволяє ще в більшому ступені підвищити продуктивність різального вузла. Розроблено дві конструктивні схеми вовчків, які дозволяють підвищити питому продуктивність даних машин. В обох схемах реалізована подача сировини одночасно по всій площі решіток різального вузла ступені остаточного подрібнення. Для цього в обох конструкціях передбачено попереднє подрібнення кускової м'ясної сировини.

Ключові слова: вовчок, шнек, м'ясо, подача, різальний вузол, питома продуктивність.

O. I. NEKOZ
National University of Food Technologies
O. V. BATRACHENKO, N. V. FILIMONOVA
Cherkassy State Technological University

PROMISING WAYS OF INCREASING THE SPECIFIC PERFORMANCE OF MEAT GRINDERS

In existing designs of meat grinders available reserve of increase in productivity. The authors propose to increase the specific performance of meat grinders by providing feed at the same time across the entire working area of the cutting unit lattices. To implement such a flow allows the application to feed auger or other type of stuffing pump capable of feeding the raw material with a constant value of flow at the cross section of the supply pipe. The use of auger provides a more uniform injection of the raw material in the working area grid at each moment of time than the use of single. Application for feeding of raw meat excentrique vane pump allows an even greater extent to improve the performance of the cutting unit. Developed two constructive schemes of meat grinders, which allow to increase the specific productivity of these machines. In both schemes implemented to feed material simultaneously over the entire area of the cutting grids of nodes with degree final grinding. To do this, both designs are provided pre-shredding lump of raw meat.

Keywords: meat grinder, auger, meat, feed, specific performance.

Постановка проблеми

М'ясорізальні вовчки використовуються для подрібнення кускового безкістового м'яса до стану фаршу або шроту. Конструктивні та експлуатаційні параметри машини визначаються, переважно конструкцією та габаритами основних робочих органів - ножів та решіток. Подальше вдосконалення вовчків можливе при системному взаємному узгодженні процесів подачі та подрібнення м'ясної сировини в різальному вузлі.

Проведені авторами дослідження в цьому напрямку [1–3] дозволили встановити специфічний характер подачі м'ясної сировини крізь різальний вузол однозаходним шнеком вовчка. Сировина в кожен момент часу подається не по всій робочій площі решіток різального вузла, а лише в межах деякого сектору, величина якого залежить від конструктивних параметрів шнеку та від структурно-механічних властивостей сировини. Подача сировини є максимальною в зоні наближення кінця витка шнеку до різального вузла. В зонах різального вузла, які відповідають віддаленню поверхні останнього витка шнеку від приймальної решітки, подача суттєво знижується та врешті повністю зникає. Означений сектор обертається разом зі шнеком. Подача сировини крізь окремо взятий отвір вихідної решітки різального вузла є дискретною, а не постійною, як це вважалось за результатами попередніх досліджень.

Встановлені відомості свідчать про недостатньо високу питому продуктивність вовчків. Існує резерв її збільшення шляхом забезпечення подачі сировини одночасно крізь усю площу решіток різального вузла. Актуальним є вироблення і обґрунтування таких технічних рішень, які дозволять підвищити питому продуктивність вовчків.

Аналіз останніх джерел

У відомих працях, зокрема в [4–9], відсутнє необхідне обґрунтування способів підвищення питомої продуктивності вовчків. **Метою роботи є:** вироблення і обґрунтування технічних рішень з підвищення питомої продуктивності вовчків.

Виклад основного матеріалу

Авторами пропонується підвищення питомої продуктивності вовчків шляхом забезпечення подачі сировини одночасно по всій робочій площі решіток різального вузла. Реалізувати таку подачу можна, на думку авторів, застосувавши для подачі сировини двозаходний шнек або інший тип фаршевого насоса, здатний подавати сировину зі сталим значенням витрати по поперечному перерізу патрубку подачі.

Дослідження проводились в ковбасному цеху м'ясопереробного підприємства. З метою перевірки вироблених рішень було виготовлено двозаходний шнек з кутом нахилу останніх витків $\alpha=8^\circ$ для вовчка АЛ-130. Також в процесі досліджень використовувалась установка для подрібнення м'ясного фаршу на базі вакуумного шприца Handtmann VF 628 (рис. 1).

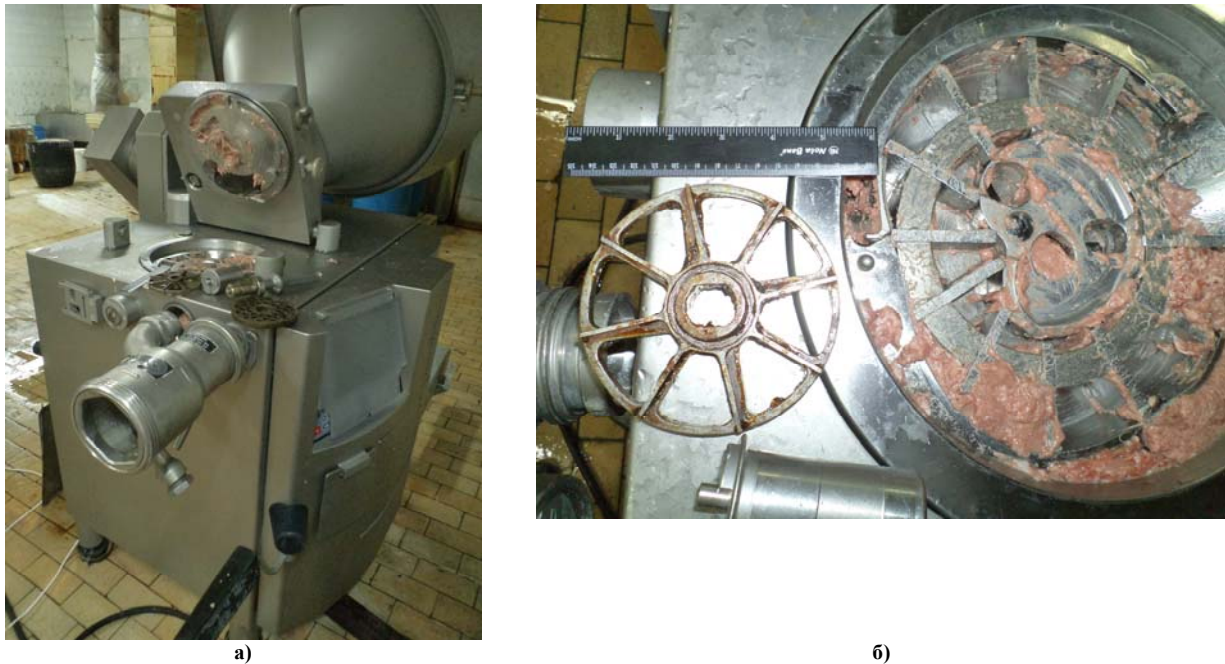


Рис. 1. Установка для подрібнення м'ясного фаршу на базі вакуумного шприца Handtmann VF 628: а) загальний вид; б) ніж та ексцентриково-лопатевий фаршевий насос

Визначення інтенсивності подачі сировини крізь різальний вузол проводилось шляхом вимірювання величини зношування різальних крайків лез ножів. Різальний комплект вовчка АЛ-130 складається з приймальної решітки діаметром 130 мм, двостороннього ножа та вихідної решітки з отворами діаметром 5 мм. Різальний комплект станочки на базі вакуумного шприца також містить решітки із зовнішнім діаметром 130 мм. Визначення величини зношування різальних крайків лез проводилось під час їх роботи до напрацювання на відмову, після чого ножі підлягали перезаточуванню.

Зношування крайків визначалось шляхом вимірювання їх радіусу закруглення методом контрольних відбитків [10]. Затуплення кожного леза визначалось з обох його сторін в точках, що віддалені від кінця леза на 10 мм. При визначенні радіусу закруглення різальних крайків використовувався оптичний мікроскоп МБС-9 (збільшення – $\times 56$, ціна поділки шкали – 0,0178 мм) та цифрова фотокамера. Отримані цифрові фотознімки відбитків аналізувались за допомогою персонального комп'ютеру та графічної програми КОМПАС-3D V13. Після цього визначались кінцеві значення діаметру та радіусу закруглення різальних крайків.

Отримані залежності зношування різальних крайків від часу описуються рівнянням регресії (1):

$$y = a + b \cdot x, \tag{1}$$

де y – значення радіусу закруглення леза, мкм; x – номер леза ножа;
 a, b – коефіцієнти регресії (табл. 1).

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів рівняння регресії

Вовчок АЛ-130 з двозаходним шнеком								
Коефіцієнти регресії	З боку приймальної решітки				З боку вихідної решітки			
	Лезо 1	Лезо 2	Лезо 3	Лезо 4	Лезо 1	Лезо 2	Лезо 3	Лезо 4
a	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18
b	4,52	3,48	0,70	0,29	4,16	2,51	0,62	0,05

Для наочності кінцеві значення радіусу закруглення лез наведені на рис. 2. Використання двозаходного шнеку у вовчку АЛ-130 призвело до чітко вираженої зміни результатів вимірювання гостроти різальних крайків різних лез ножа.

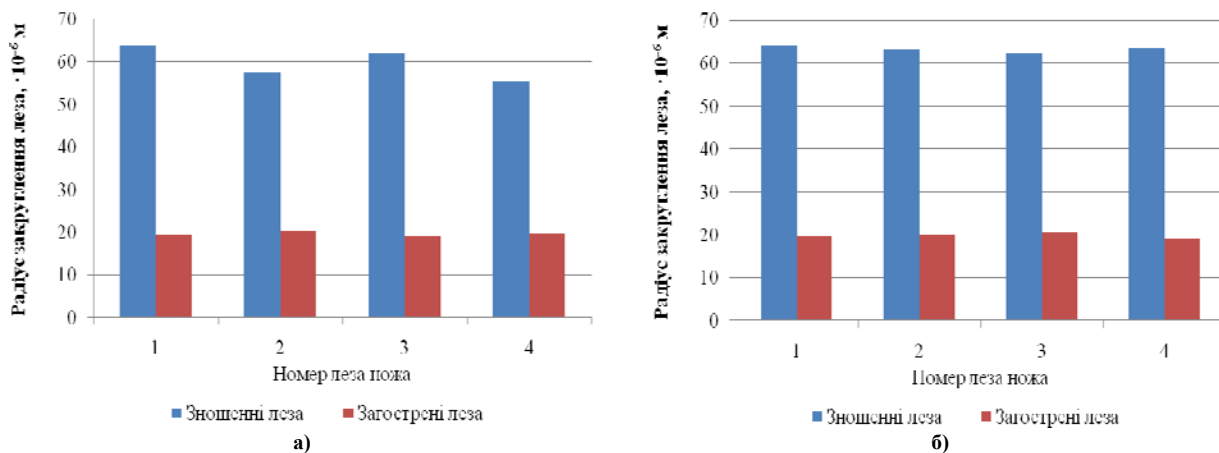


Рис. 2. Порівняння граничних значень радіусу закруглення різальних окrajків лез з боку вихідної решітки: а) для вовчка АЛ-130 при використанні двозаходного шнеку; б) для вовчкової насадки шприца Handtmann VF 628

Як слідує з рис. 2, застосування двозаходного шнеку забезпечує більш рівномірне нагнітання сировини по робочій площі решіток в кожний момент часу, ніж використання однозаходного. В даному випадку можна говорити про майже рівномірну подачу сировини по робочій поверхні решіток шнеком вовчка. Цей результат можна пояснити наявністю двох секторів подачі сировини, кожен з яких відповідає своєму заходу спіралей шнеку (рис. 3, а). Як слідує з отриманих результатів, застосування двозаходного шнеку дозволяє підвищити продуктивність вовчка на 84%.

Продуктивність вовчкової насадки вакуумного шприца Handtmann VF 628 при використанні вихідної решітки з отворами діаметром 5 мм склала 5320 кг/год, що є більшим за продуктивність вовчка АЛ-130 з двозаходним шнеком на 18%. Зношування лез ножа при цьому було ще більш рівномірним в порівнянні з двозаходним шнеком вовчка АЛ-130 (рис. 3, б).

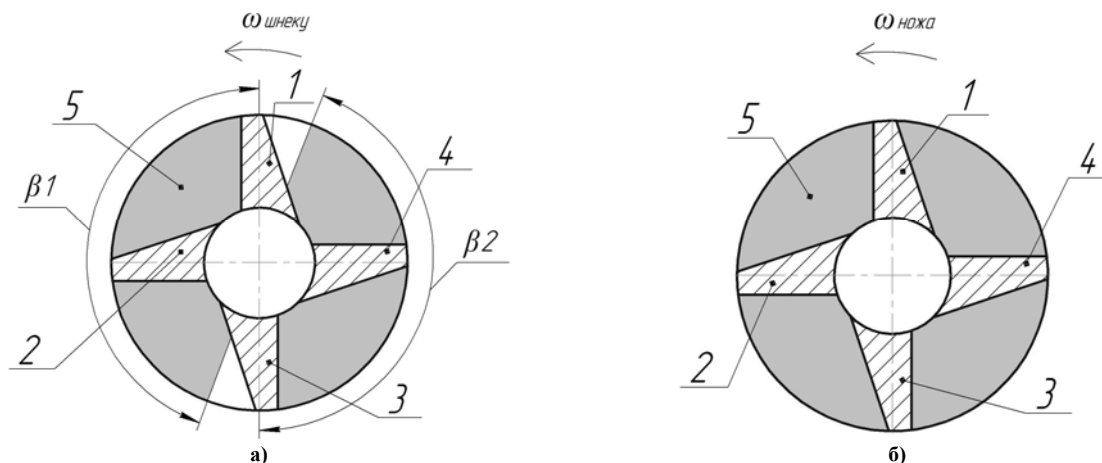


Рис. 3. Схема заповнення решіток різального вузла сировиною при її подачі: а) двозаходним шнеком вовчка АЛ-130; б) ексцентриково-лопатевим насосом шприца Handtmann VF 628; 1-4 – леза ножа; 5 – сировина, яка подається шнеком; β_1, β_2 – значення кута, який окреслює зону подачі сировини у різальний вузол, відповідно, першим та другим заходом спіралі шнека

На основі результатів експериментальних досліджень авторами розроблено нову конструкцію вовчка (рис. 4), яка дозволяє забезпечити вирішення наступних задач: підвищення продуктивності процесу подрібнення сировини, безступінчаста зміна ступеню її подрібнення без зупинки машини, підвищення надійності роботи вовчка при переробці твердої та в'язкої сировини. Вовчок містить подрібнювальний шнек 1, призначений для подрібнення замороженої сировини, та різальний комплект попереднього подрібнення 2 нижче якого розташовано вузол кінцевого подрібнення 3, що складається з шестеренного фаршевого насоса внутрішнього зачеплення 4, патрубку 5 та різального комплекту кінцевого подрібнення 6. Вовчок містить приводи 7 – 9. Використання насоса 4 дозволяє забезпечити подачу сировини в кожний момент часу по усій площі решіток різального комплекту 6, чим забезпечуються наведені вище переваги конструкції.

Однак схема, наведена на рис. 4, є конструктивно складною, вона непридатна для вовчків середньої та малої продуктивності через невеликі габарити цих машин. Саме тому авторами розроблено спрощену, більш компактну, конструкцію вовчка, в якій реалізовано можливість істотного підвищення питомої продуктивності (рис. 5). Вовчок складається з робочого циліндра 1, в якому обертається перший шнек 2, крізь порожнину якого проходить вал 3, на якому розташовано другий дво- або трьохзаходний шнек 4. Шнеки 2 і 4 мають роздільний привод та зустрічне обертання. Також разом із валом 3 обертаються ніж попереднього подрібнення 5 та ніж кінцевого подрібнення 6. Для центрування валу 3 і шнеку 2 служить

решітка попереднього подрібнення 7, в порожнині якої, а також в порожнині шнеку 2, розміщено підшипники ковзання 8 і 9. Попереднє подрібнення сировини здійснюється лезом 10, решіткою 7, та ножем 5. Кінцеве подрібнення здійснюється ножем 6 з приймальною решіткою 11, а також ножем 6 з вихідною решіткою 12. Привод шнеку 2 і валу 3 може здійснюватись від одного електродвигуна за допомогою відповідної передачі або від двох окремих електродвигунів (не показано). Виконання шнеку 4 трьохзаходним та з малим значенням кроку дозволяє забезпечити нагнітання сировини по усій робочій поверхні решіток 11 і 12, а також створити високий тиск нагнітання (що є важливим при використанні вихідної решітки 12 з мілкими отворами). В результаті досягається суттєво вища питома продуктивність вовчка у порівнянні з відомими аналогами, при цьому необхідні конструктивні зміни вовчка та зміни порядку його технічного обслуговування мінімальні. На розроблені технічні рішення отримано патент України на корисну модель № 88059.

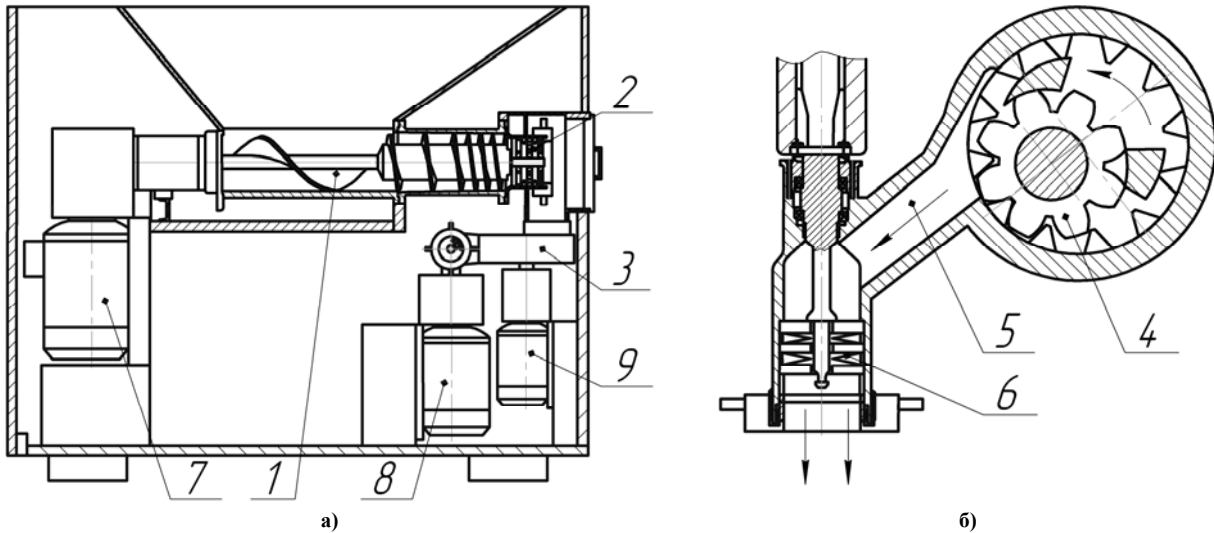


Рис. 4. Конструктивна схема вовчка підвищеної продуктивності:

а) будова вовчка; б) вузол кінцевого подрібнення; 1 - подрібнювальний шнек; 2 - різальний комплект попереднього подрібнення;

3 - вузол кінцевого подрібнення; 4 - шестеренний фаршевий насос; 5 - патрубок; 6 - різальний комплект кінцевого подрібнення; 7-9 - приводи

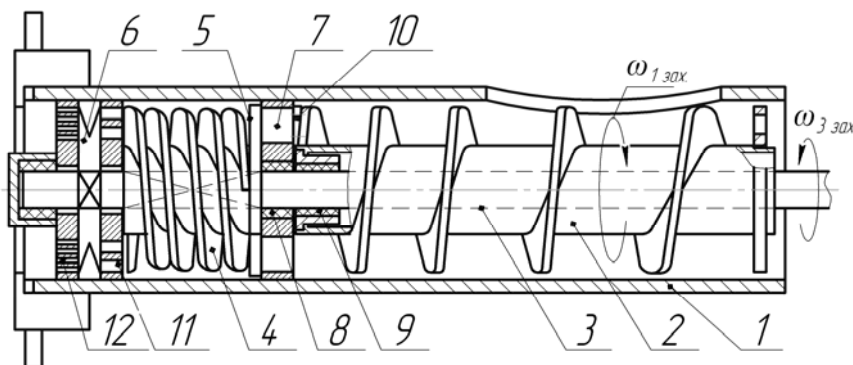


Рис. 5. Устрій вовчка підвищеної продуктивності з двома коаксіальними шнеками

Висновки

Авторами запропоновано підвищення питомої продуктивності вовчків шляхом забезпечення подачі сировини одночасно по всій робочій площі решіток різального вузла. Реалізувати таку подачу дозволяє застосування для подачі сировини двозаходного шнеку або іншого типу фаршевого насосу, здатного подавати сировину зі сталим значенням витрати по поперечному перерізу патрубку подачі.

Встановлено, що застосування двозаходного шнеку забезпечує більш рівномірне нагнітання сировини по робочій площі решіток в кожний момент часу, ніж використання однозаходного. Цей результат можна пояснити наявністю двох секторів подачі сировини, кожен з яких відповідає своєму заходу спіралей шнеку. Як слідує з отриманих результатів, застосування двозаходного шнеку дозволяє підвищити продуктивність вовчка на 84%. Застосування для подачі м'ясної сировини ексцентриково-лопатевого насосу дозволяє ще в більшому ступені підвищити продуктивність різального вузла.

Розроблено дві конструктивні схеми вовчків, які дозволяють підвищити питому продуктивність даних машин. В обох схемах реалізована подача сировини одночасно по всій площі решіток різального вузла ступені остаточного подрібнення. Для цього в обох конструкціях передбачено попереднє подрібнення кускової м'ясної сировини.

Література

1. Некоз О. І. Дослідження інтенсивності зношування лез ножа вовчка / О. І. Некоз, Н. В. Філімонова, С. О. Філімонов // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2013. – № 2. – С. 128–132.
2. Осипенко В. І. Теоретичне визначення коефіцієнту продуктивності вовчка / В. І. Осипенко, Н. В. Філімонова, О. В. Батраченко, С. О. Філімонов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 5. – С. 36–43.
3. Некоз О. І. Особливості гідродинаміки м'ясної сировини при її подачі шнеком вовчка / О. І. Некоз, О. В. Батраченко, Н. В. Філімонова // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – № 5.
4. Некоз С. О. Підвищення ефективності роботи і довговічності різального комплексу м'ясорізальних вовчків : дис. ... кандидата техн. наук / С. О. Некоз – Київ : УДУХТ, 2001. – 165 с.
5. Батраченко О. В. Підвищення ефективності роботи та довговічності м'ясорізальних машин : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 / Батраченко Олександр Вікторович. – Вінниця, 2014. – 284 с.
6. Вербицкий С. Б. Измельчение мясного сырья / С. Б. Вербицкий, В. В. Шевченко, А. В. Батраченко // Мясной бизнес. – 2010. – № 5. – С. 84–96.
7. E. Haack, W. Schnackel, J. Krickmeier, „Wirkungsgrade deutlich verbessern“, Fleischwirtschaft, № 6, 2012 pp. 25–33.
8. W. Schnackel, „Energieersparnis durch intelligente technik“, Fleischwirtschaft, № 7, 2013 pp. 24–30.
9. W. Schnackel, J. Krickmeier, W. Pongjanyanukul, Dmitrinka Schnackel, I. Micklisch, Oliver Haack, „Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses. Teil 4“, Fleischwirtschaft, №7, 2012 pp. 91–96.
10. Ясь Д. С. Испытание на трение и износ. Методы и оборудование / Д. С. Ясь, В. Б. Подмоков, Н. С. Дяденко. – К. : Техника, 1971. – 140 с.

References

1. Doslidzhennya intensy`vnosti znoshuvannya lez nozha vovchka / [O. I. Nekoz, N. V. Filimonova, S. O. Filimonov ta in.] // Visny`k Cherkas`kogo derzhavnogo texnologichnogo univerty`tetu. – 2013. – № 2. – S. 128–132.
2. Teorety`chne vy`znachennya koeficiyentu produkty`vnosti vovchka / V. I. Osy`penko, N. V. Filimonova, O. V. Batrachenko, S. O. Filimonov // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2015. – № 5. – S. 36 – 43.
3. Nekoz, O. I. Osoblyvosti hidrodynamiky miasnoi syrovyny pry yii podachi shnekom vovchka. / O. I. Nekoz, O. V. Batrachenko, N. V. Filimonova // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2017. – № 5.
4. Nekoz S. O. Pidvy`shhennya efekty`vnosti roboty` i dovgovichnosti ryzal`nogo komplektu m'jasorizal`ny`x vovchkiv: dy`s.... kandy`data texn. nauk. / S. O. Nekoz – Ky`yiv: UDUXT, 2001. – 165 s.
5. Batrachenko, O. V. Pidvy`shhennya efekty`vnosti roboty` ta dovgovichnosti m'jasorizal`ny`x mashy`n: dy`s.... kandy`data texn. nauk: 05.18.12 / Batrachenko Oleksandr Viktorovy`ch. – Vinny`cya, 2014. – 284 s.
6. Verby`czky`j S. B. Y`zmel`cheny`e myasnogo syr`ya / S. B. Verby`czky`j, V. V. Shevchenko, A. V. Batrachenko // Myasnoj by`znes. – 2010. - №5. – S.84-96.
7. E. Haack, W. Schnackel, J. Krickmeier, „Wirkungsgrade deutlich verbessern“, Fleischwirtschaft, № 6, 2012 pp. 25-33.
8. W. Schnackel, „Energieersparnis durch intelligente technik“, Fleischwirtschaft, № 7, 2013 pp. 24-30.
9. W. Schnackel, J. Krickmeier, W. Pongjanyanukul, Dmitrinka Schnackel, I. Micklisch, Oliver Haack, „Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses. Teil 4“, Fleischwirtschaft, №7, 2012 pp. 91-96.
10. Ias D. S. Ysptytanye na trenye y yznos. Metody y oborudovanye / D. S.Ias, V. B. Podmokov, N. S. Diadenko. – K.: Tekhnyka, 1971. – 140 s.

Рецензія/Peer review : 18.11.2017 р.

Надрукована/Printed :04.02.2018 р.

Рецензент: к. т. н., доцент Л. М. Мізнік