**Гуць В.С.**

д.т.н., професор

**Вінницький національний
аграрний університет****Волинець Є.О.**

асистент

**Вінницький національний
аграрний університет****Huts V.**Doctor of Technical Sciences,
Professor**Vinnitsia National Agrarian
University****Volynets Y.**

Assistant

**Vinnitsia National Agrarian
University****УДК 636.087.62.002.237****DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-9****ПЕРЕРобКА ВІДХОДІВ М'ЯСНОГО
ВИРОБНИЦТВА НА КОРМ ДЛЯ
ТВАРИН**

При заборі та первинній обробці тварин, виробництві ковбас, консервів, медичних препаратів та інших продуктів на м'ясокомбінатах, м'ясопереробних цехах, забійних пунктах та інших підприємствах, що працюють з м'ясною сировиною, отримують значну кількість сировини, яка вважається відходами виробництва – м'ясною нехарчовою сировиною. У відповідності з санітарними вимогами, вона не може бути використана на харчові цілі. Її переробляють на тваринні корми або утилізують. Кількість м'ясної нехарчової сировини коливається в межах 12...30 % від живої маси тварин у м'ясожировому виробництві при первинній переробці худоби та 2...10 % – при виробництві напівфабрикатів і ковбас. Вона швидко псується, стає біологічно небезпечною, втрачає якість. Тому при необхідності накопичування м'ясна нехарчова сировина повинна зберігатись окремо, не контактувати з навколишнім середовищем, забруднювати його та негативно впливати на працівників. Продукти переробки м'ясної нехарчової сировини: технічний жир, сухі тваринні корми також потребують спеціальні умови зберігання.

Залежно від потужності підприємства, кількості м'ясної сировини непридатної на харчові цілі, технічного оснащення виробництва, економічної доцільності її переробки, використовують різні технології і відповідно різне технологічне обладнання. Воно повинно забезпечувати якісну переробку широкого спектру різних її видів, бути максимально пристосованим для утворення технологічних ліній з закритими транспортними пристроями.

Переробка повинна здійснюватися з дотриманням ветеринарно-санітарних правил і законодавчих вимог. Якісно проектувати сучасні технологічні лінії переробки відходів м'ясного виробництва на корма для тварин, у відповідності з існуючими вимогами екологічної безпеки, можливо тільки на основі використання результатів нових наукових досліджень і впровадження інноваційних інженерних розробок.

Ключові слова: тваринні корми, м'ясна нехарчова сировина, обладнання для виробництва кормів, переробка відходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З відходів м'ясного виробництва виготовляють продукти, які містять в достатній кількості і в доступній формі поживні речовини, необхідні для відгодівлі тварин. Вони повинні мати характерні для тваринних кормів певні фізичні і хімічні ознаки, а також смак, запах, обмежену кількість небажаних та шкідливих домішок і антипоживних речовин до рівня, який не впливає на здоров'я і продуктивність тварин.

Чим менше за продуктивністю підприємство, тим складніше організувати повну переробку відходів м'ясного виробництва. Це

пов'язано, насамперед з тим, що немає якісного малогабаритного технологічного обладнання, перш за все енергозберігаючого, яке може забезпечити комплексну і повну переробку різної за кількістю і своїм морфологічним складом м'ясної сировини [1, 9].

На великих сучасних підприємствах переробку відходів м'ясного виробництва на корми для тварин здійснюють шляхом використання спеціалізованих технологічних ліній, пристосованих для перероблення різної м'ясної нехарчової сировини. Для малих і середніх підприємств комплектація технологічних ліній у



більшості випадків потребує додаткових матеріальних витрат на одиницю виробленої продукції. Це пов'язано з необхідністю кваліфікованого інженерного обслуговування вартісного та складного в експлуатації обладнання, яке повинно забезпечити комплексну і повну переробку різної м'ясної сировини при мінімальних матеріальних витратах. На малих підприємствах її накопичують, сортують і транспортують на спеціалізовані заводи для подальшої переробки. Це технічно складно і дорого, тому нехарчову сировину, як правило, утилізують на місці без дотримання необхідних санітарних вимог, що шкідливо впливає на екологію [2].

Дослідженнями фахівців доведено, що м'ясна нехарчова сировина, коли виникає потреба в її накопиченні, швидко псується, стає біологічно небезпечною, втрачає якість при виготовленні тваринних кормів. Тому вона, продукти її переробки (технічний жир і сухі тваринні корми) потребують спеціальні умови зберігання [3].

Основними видами обладнання для перероблення м'ясної нехарчової сировини на кормове борошно і технічний жир є термічний апарат та розділювач. У більшості випадків для термічного оброблення її використовують горизонтальний вакуумний котел або автоклав, які служать для розварювання, стерилізації подрібненої м'ясної маси та сушіння отриманої після цього шквари. В якості розділювача використовують центрифугу або прес для розділення жирної м'ясної шквари на концентровану суспензію (знежирену шквару) і технічний жир [4].

Для утворення технологічної лінії, разом з вище наведеним обладнанням, також використовують пристрої для приймання сировини, транспортування, просіювання, остаточного кінцевого перетворення знежиреної шквари в кормове борошно та очищення жиру. Залежно від продуктивності виробництва, розташування на ньому відділення технічних фабрикатів і виду основної нехарчової сировини, використовують різне допоміжне обладнання – накопичувачі, подрібнювачі, транспортери, просіювачі [5, 13].

Котел для розварювання і стерилізації сировини використовують також як сушарку, накопичувач та транспортну систему переміщення шквари по трубах в центрифугу. В останньому випадку його модернізують згідно з ТУ 770/8099, розробленим Гіпром'ясо «Державний інститут по проектуванню підприємств м'ясної промисловості».

Сировина після розварювання і стерилізації в котлі, утворює в'язко-пружну текучу масу – жирну шквару, яку по трубах транспортують на знежирення в центрифугу.

Конструкція модернізованого котла не

потребує використання додаткового транспортного обладнання – шнекових конвеєрів, скребкових транспортерів, передувних баків для подачі шквари на знежирення в центрифугу. Інноваційним рішенням слід вважати транспортні лінії закритого типу, такі, в яких сировина, напівфабрикати, складові компоненти виробництва, часто бувають біологічно забрудненими, парують з виділенням газів і шкідливо впливають на навколишнє середовище, адже перебувають у закритому обладнанні.

Тому, щоб об'єднати обладнання в технологічну лінію переробки відходів м'ясного виробництва, краще застосовувати трубопровідний транспорт чи інші подібні закриті транспортні системи. Трубопровідний транспорт є закритим від зовнішнього середовища видом транспорту. Вартість його в декілька разів менша, ніж стрічкових, шнекових конвеєрів, рольгангів тощо, а в деяких випадках, як при переробці м'ясної нехарчової сировини біологічно забрудненої, використання його є необхідним технічним рішенням.

З котла шквару направляють в центрифугу, ротор якої обертається з частотою 250 об/хв в центрифугі ФПН-1001У-04 і 500 об/хв в центрифугі ФПН-125ІЛ-01. Після закінчення завантаження частоту обертання ротора збільшують послідовно до 750 та 1450 об/хв. При частоті обертання 1450 об/хв процес знежирення триває 4...6 хв [6, 7].

У разі встановлення на трасі трубопроводу спеціальних автоматичних дозаторів-відокремлювачів потоку шквари, вона безпосередньо подається порціями в ротор центрифуги, при цьому частота обертання його може не знижуватися.

В процесі центрифугування в підвісній центрифугі ФПН-1001У-04, жир безперервно відводиться з центрифуги крізь фільтр, який закріплений під верхнім перфорованим бортовим кільцем ротора, у приймальну місткість. З неї його перекачують на подальше очищення. Після закінчення циклу центрифугування шквару вивантажують з ротора.

Для максимального видалення жиру з осаду, краще застосувати простий та ефективний спосіб інтенсифікації процесу розділення шквари – гідровідцентровий. Для цього в ротор після 4...6 хвилин центрифугування, не зупиняючи його, подають 10...15 літрів гарячої води і продовжують процес центрифугування ще 1...2 хвилини. Вода витісняє з поверхні осаду шквари залишки жиру, тим самим підвищуючи його вихід – ефективність знежирення [8, 10].

Гідровідцентровий спосіб знежирення є інноваційним. Він є науково обґрунтованим (А.с.1650254 ССРСР, МКИ В04В3/00, с. 11В1/14. Спосіб знежирення шквари. В.С. Гуц. Опубл. 23.05.91. Бюл. № 19). Його використання потребує



високої культури обслуговування центрифуги і регулювання процесу розділення. При його застосуванні збільшується вологість осаду – знежиреної шквари. Однак в подальшому це не впливає на процес сушіння.

З центрифуги знежирена шквара подається знову в котел, який перемикають в режим перемішування під вакуумом для остаточного сушіння її та отримання готового для реалізації білкового продукту – кормового борошна. Сушіння здійснюється в котлі при температурі 72-80 °С до вологості 9-10%. Вакуум в котлі доводять до 53-66 КПа.

Режими сушіння шквари знежиреної гідровідцентровим способом, за енерговитратами практично не відрізняються від традиційного. Пов'язано це з меншим вмістом жиру в продукті і, як наслідок, з більш сприятливими умовами процесу сушіння – частинки шквари менше злипаються і відповідно комкуються [11, 12].

Мета і завдання досліджень. Науково обґрунтувати доцільність і можливість комплектування ліній переробки відходів м'ясного виробництва на корми для тварин сучасним технологічним обладнанням у відповідності до технічних можливостей підприємства і результатів нових наукових розробок.

Результати наукових досліджень. Режим центрифугування впливає на знежирення шквари. У відповідності з вимогами діючих стандартів до якості кормового борошна, і виходячи з економічної доцільності отримання максимальної кількості технічного жиру, процес переробки відходів м'ясного виробництва необхідно проводити таким чином, щоб досягти максимального ефекту розділення шквари. Тоді в кормовому борошні залишається мінімальна кількість жиру і це позитивно впливає на її якість.

Дослідження розділення жирної м'ясної шквари проводили на експериментальній центрифугі з прозорим ротором. Візуально і фотофіксацією на камеру досліджували процес розділення, визначали кількість залишкового жиру Q % в знежиреній шкварі залежно від температури t °С і її вологості x%.

Максимальне знежирення має місце при вологості шквари 38-42 % та температурі 80-90 °С протягом 3-5 хвилин центрифугування. При центрифугуванні жирної шквари з вмістом вологи 38-42 % разом з жиром відокремлюється від 3,5 до 4,6 % бульйону до маси жиру, що обумовлює необхідність додаткової обробки його. Тому оптимальною для розділення слід вважати вологість шквари близько 35 %.

На графіку приведена залежність кількості залишкового жиру Q % в знежиреній шкварі від тривалості t секунд центрифугування.

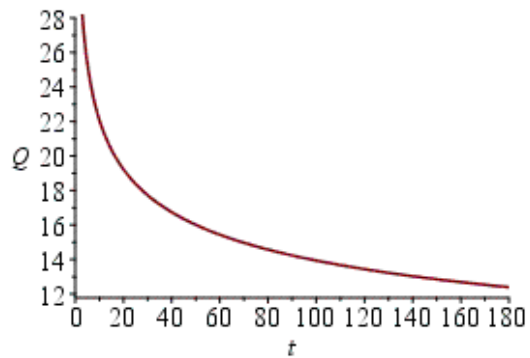


Рис. 1. Залежність кількості жиру Q від тривалості t центрифугування. (Q=f(t)) при режимі, коли критерій Фруда Fr =1000.

Якість розділення залежить від конструкції центрифуги і швидкості обертання ротора. В цьому випадку узагальненою визначальною характеристикою знежирення шквари є критерій Фруда (Fr) – фактор розділення. Він показує у скільки разів зусилля стискання осаду, як в'язко-пружної реологічної системи, в відцентровому силовому полі більші ніж в гравітаційному. Критерій Фруда розраховували з рівняння

$$F(t) = \frac{\omega^2 \cdot r}{g},$$

де ω – кутова швидкість обертання ротора, 1/сек;

n – число обертів ротора, об/хв;

r – радіус ротора, м;

g – м/с².

Виходячи з величини критерія Фруда і тривалості розділення, слід підбирати центрифугу. За результатами експериментальних досліджень оптимальним при розділенні м'ясної жирної шквари є фактор розділення

Fr=1000. В цьому випадку м'ясну шквару за 5 хвилин можна знежирити до 13%. При використанні центрифуги, коли Fr менше 1000, осад не повністю знежирюється. Коли Fr більше 1000 і дорівнює 1200, ступінь знежирення шквари збільшується до 12%. Однак в цьому випадку зростає складність конструкції центрифуги і відповідно її вартість.

Висновки. Досліджено механізм переробки відходів м'ясного виробництва на тваринні корми, способи вдосконалення існуючих і проектування нових технологічних ліній, перспективи використання нового інноваційного технологічного обладнання для теплового оброблення сировини та розділення її після розварювання і стерилізації на фракції.

Використання способу транспортування м'ясної шквари по трубах передувкою, гідровідцентрового знежирення, торцевого фільтрування жиру при виводі його з центрифуги є інноваційним при проектуванні широкого спектру



ліній переробки м'ясної нехарчової сировини на тваринні корми і технічний жир.

При знежиренні м'ясної шквари в центрифугі оптимальним є фактор розділення $Fg = 1000$. В цьому випадку м'ясну шквару за 5 хвилин можна знежирити до 13%. В разі використання центрифуг для яких Fg менше 1000, осад знежирюється гірше, коли Fg більше 1000, ступінь знежирення зростає до 12%, однак збільшується вартість центрифуги.

Технологія переробки м'ясної нехарчової сировини з використанням основного обладнання термічного апарату у вигляді вакуумного горизонтального котла та розділювача - осадової центрифуги, може бути використана як базова при проектуванні різної продуктивності сучасних ліній виробництва тваринних кормів і технічного жиру.

Список використаних джерел

1. Коваль О.А., Ткаченко К.Д. Інтенсифікація виробництва тваринних кормів з м'ясної сировини. Наукові праці НУХТ. 2002. № 11. С. 82–83.
2. Гуць В.С., Глонь О.А., Резніков С.І. Теоретичні дослідження кінематичних елементів руху осаду при розвантаженні центрифуг. Наукові праці УДУХТ. 1997. № 3. С. 36–40.
3. Паламарчук І.П., Берник П.С., Стецько З.А., Яськов В.В., Зозуляк І.А. Механічні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посіб. Том 1. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. 336 с.
4. Паламарчук І.П., Берник П.С., Стецько З.А., Яськов В.В., Зозуляк І.А. Тепломасообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посіб. Том 2. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2006. 368 с.
5. Севостьянов І.В., Зозуляк І.А. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 127 с.
6. Гуць В.С., Припик О.С., Коваль О.А. Комп'ютерні програми аналітичних розрахунків процесів харчових виробництв. Наукові праці УДУХТ. 2001. № 10 (2). С. 135.
7. Гуць В.С. Осадове центрифугування неконцентрованих харчових суспензій. Наукові праці УДУХТ. 1998. № 4. С. 63–65.
8. Коваль О.А. Реологічні моделі харчових продуктів. Харчова промисловість. 2000. № 45. С. 218–222.
9. Гончаров Г.І. Технологія первинної переробки худоби і продуктів забою: навч. посіб. К.: НУХТ, 2003. 160 с.
10. Клименко М.М., Віннікова Л.Г., Береза І.Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів. Київ: Вища освіта, 2006. 640 с.
11. Бойко І., Грідасов В., Дзюба А. Практикум по машинах та обладнанню. Харків :

ХДТУСГ, 2004. 272 с.

12. Мирончук В.Г., та ін. Розрахунки обладнання переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. 288 с.

13. Полевода Ю.А., Волинець Є.О. Аналіз розвитку технологічного обладнання для виробництва харчових сумішей. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 4 (111). С. 72–79.

References

1. Koval, O.A., Tkachenko, K.D. (2002). Intensyfikatsiia vyrobnytstva tvarynykh kormiv z miasnoi syrovyny [Intensification of animal feed production from meat raw materials]. Naukovi pratsi NUKhT – Scientific works of NUFT, 11. P. 82-83 [in Ukrainian].
2. Huts, V.S., Hlon, O.A., Reznikov, S.I. (1997). Teoretychni doslidzhennia kinematychnykh elementiv rukhu osadu pry rozvantazhenni tsentryfuh [Theoretical studies of kinematic elements of sediment movement during centrifuge unloading]. Naukovi pratsi UDUKhT – Scientific works of UDUHT, 3. P. 36-40 [in Ukrainian].
3. Palamarchuk, I.P., Beryk, P.S., Stetsko, Z.A., Yaskov, V.V., Zozuliak, I.A. (2004). Mekhanichni protsesy ta obladdannia pererobnoho ta kharchovoho vyrobnytstva: navch. posib. Tom 1 [Mechanical processes and equipment of processing and food production: textbook. Volume 1], Vydavnytstvo NU «Lvivska politekhnikha» 336 p [in Ukrainian].
4. Palamarchuk, I.P., Beryk, P.S., Stetsko, Z.A., Yaskov, V.V., Zozuliak, I.A. (2006). Teplomasoobminni protsesy ta obladdannia pererobnoho ta kharchovoho vyrobnytstva: navch. posib. Tom 2 [Heat and mass transfer processes and equipment of processing and food production: a textbook. Volume 2], Lviv: Vydavnytstvo «Beskyd Bit». 368 p [in Ukrainian].
5. Sevostianov, I.V., Zozuliak, I.A. (2020). Tekhnolohichne obladdannia tsekhiv pererobky produktsii tvarynyntstva: navch. posib [Technological equipment of livestock products processing shops: a textbook], Vinnytsia: VNAU. 127 p [in Ukrainian].
6. Huts, V.S., Prypik, O.S., Koval, O.A. (2001). Kompiuterni prohramy analitychnykh rozrakhunkiv protsesiv kharchovykh vyrobnytstv [Computer programs for analytical calculations of food production processes]. Naukovi pratsi UDUKhT – Scientific works of UDUHT, 10 (2). P. 135 [in Ukrainian].
7. Huts, V.S. (1998). Osadove tsentryfuhuvannia nekonsentrovanykh kharchovykh



suspensii [Sediment centrifugation of nonconcentrated food suspensions]. Naukovi pratsi UDUKht – Scientific works of UDUHT, 4. P. 63-65 [in Ukrainian].

8. Koval, O.A. (2000). Reolohichni modeli kharchovykh produktiv [Rheological models of food products]. Kharchova promyslovist – Food industry, 45. P. 218-222 [in Ukrainian].

9. Honcharov, H.I. (2003). Tekhnolohiia pervynnoi pererobky khudoby i produktiv zaboiu: navch. posib [Technology of primary processing of livestock and slaughter products: a textbook], NUKHT. 160 p [in Ukrainian].

10. Klymenko, M.M., Vinnikova, L.H., Bereza, I.H. (2006). Tekhnolohiia miasa ta miasnykh produktiv [Technology of meat and meat products]. Kyiv: Higher Education. 640 p [in Ukrainian].

11. Boiko, I., Hridasov, V., Dziuba, A. (2004). Praktykum po mashynakh ta obladnanniu [Workshop on machines and equipment]. Kharkiv : KHSTUA. 272 p [in Ukrainian].

12. Myronchuk, V.H. et al. (2004). Rozrakhunky obladnannia pererobnoi i kharchovoi promyslovosti. Navchalnyi posibnyk [Calculations of equipment for processing and food industry. Study guide]. Vinnytsia : New book. 288 p [in Ukrainian].

13. Polievoda, Yu.A., Volynets, Ye.O. (2020). Analiz rozvytku tekhnolohichnoho obladnannia dlia vyrobnytstva kharchovykh sumishei [Analysis of the development of technological equipment for the production of food mixtures]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiakh – Vibrations in engineering and technology*, 4 (111). P. 72-79 [in Ukrainian].

PROCESSING OF MEAT PRODUCTION WASTE INTO ANIMAL FEED

During the slaughter and primary processing

Відомості про авторів

Гуць Віктор Степанович – доктор технічних наук, професор кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій факультету технології виробництва, переробки та робототехніки у тваринництві Вінницького національного аграрного університету (проспект Юності, 8, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: Goots@ukr.net, orcid: <http://orcid.org/0000-0003-3874-5609>).

Волинець Євгеній Олександрович – асистент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій факультету технології виробництва, переробки та робототехніки у тваринництві Вінницького національного аграрного університету (проспект Юності, 8, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: evgen110596@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3298-6316>).

Huts Viktor – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Bioengineering, Bio- and Food Technologies, Faculty of Production, Processing and Robotics in Animal Husbandry, Vinnytsia National Agrarian University (8 Yunosti Avenue, Vinnytsia, 21008, Ukraine, 21021, e-mail: Goots@ukr.net, orcid: <http://orcid.org/0000-0003-3874-5609>).

Volynets Yevhenii – assistant of the Department of Bioengineering, Bio- and Food Technologies, Faculty of Production, Processing and Robotics in Animal Husbandry, Vinnytsia National Agrarian University (8 Yunosti Avenue, Vinnytsia, 21008, Ukraine, 21021, e-mail: evgen110596@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3298-6316>).

of animals, production of sausages, canned food, medicines and other products, meat processing plants, meat processing shops, slaughterhouses and other enterprises working with meat raw materials receive a significant amount of raw materials that are considered production waste - non-food raw materials. According to sanitary requirements, it cannot be used for food purposes. It is processed into animal feed or utilized. The amount of non-food meat raw materials ranges from 12...30% of the live weight of animals in meat and fat production during primary processing of livestock and 2...10% in the production of semi-finished products and sausages. It quickly deteriorates, becomes biohazardous, and loses quality. Therefore, if accumulation is necessary, non-food meat raw materials should be stored separately, not in contact with the environment, polluting it and negatively affecting workers. Processed non-food meat products such as industrial fat and dry animal feed also require special storage conditions.

Depending on the capacity of the enterprise, the amount of meat raw materials unsuitable for food purposes, the technical equipment of the production, and the economic feasibility of its processing, different technologies and, accordingly, different processing equipment are used. It should ensure high-quality processing of a wide range of different types of meat, and be maximally adapted to the formation of technological lines with closed transport devices.

Processing must be carried out in compliance with veterinary and sanitary rules and legal requirements. It is only possible to design modern technological lines for processing meat production waste into animal feed in accordance with the existing environmental safety requirements based on the results of new scientific research and the introduction of innovative engineering developments.

Key words: animal feed, non-food meat raw materials, feed production equipment, waste processing.