



**Степаненко С.П.,
Калініченко Р.А.,
Котов Б.І.**

**РЕСУРСО-ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ
ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ
ДЛЯ КОНСЕРВУВАННЯ
ТА ОБРОБКИ ВОЛОГОГО
ФУРАЖНОГО ЗЕРНА**

(монографія)

Степаненко С.П., Калініченко Р.А., Котов Б.І.

**РЕСУРСО-ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ
І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ КОНСЕРВУВАННЯ
ТА ОБРОБКИ ВОЛОГОГО ФУРАЖНОГО
ЗЕРНА**

МОНОГРАФІЯ

2023

УДК 631.365:664.723(075.8)

С 79

Рецензенти:

Мироненко В.Г. – д.т.н., професор, Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України;

Василенко В.В. – д.т.н., професор, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

Фришев С.Г. – д.т.н., професор, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут".

Рекомендовано до видання Вченою радою ВП НУБіП України

«Ніжинський агротехнічний інститут»

(протокол № 4 від 24 листопада 2022 року).

Степаненко С.П., Калініченко Р.А., Котов Б.І.

С 79

Ресурсо-енергоефективні технології і технічні засоби для консервування та обробки вологого фуражного зерна: монографія / С.П. Степаненко, Р.А. Калініченко, Б.І. Котов – Ніжин : Видавець Лисенко М. М., 2023. – 128 с.:іл.

ISBN 978-617-640-608-2

В монографії розглядаються основні положення підвищення енергоефективності технологій післязбиральної обробки зерна і технічні засоби підготовки до консервації та споживання вологого фуражного зерна. Розраховано на науковців, практиків, а також викладачів ЗВО, аспірантів, студентів, усіх, хто цікавиться проблемами розвитку агропромислового виробництва.

УДК 631.365:664.723(075.8)

ISBN 978-617-640-608-2

© Степаненко С.П., Калініченко Р.А.,
Котов Б. ВП НУБіП України "НАТІ", 2023
© Видавець Лисенко М. М., 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ ОСНОВИ КОНСЕРВУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА.....	6
1.1. Обґрунтування зберігання зерна в плівкових полімерних рукава.....	14
1.2. Зберігання зерна в плівкових рукавах при низьких температурах навколишнього середовища.....	29
РОЗДІЛ 2 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЗБЕРІГАННЯ В ПОЛІМЕРНИХ РУКАВАХ.....	31
2.1. Технологічний процес та технічні засоби для зберігання зерна кондиційної вологості в полімерних рукавах.....	31
2.2. Технічні засоби та устаткування для реалізації процесу зберігання зерна в полімерних рукавах.....	45
2.3. Організація робіт по зберіганню зерна в полімерних рукавах.....	56
2.4. Економічна ефективність зберігання зерна в полімерних рукавах.....	59
2.5. Особливості техніки безпеки при виконанні робіт з плівковими рукавами.....	62
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОІНТЕНСИВНОЇ ТЕРМООБРОБКИ ВОЛОГИХ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	65
3.1 Установки для мікронізації вологих зернових матеріалів.....	71
РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ ТА ВІБРОПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНА ПРИ ВИСОКОІНТЕНСИВНІЙ ТЕРМООБРОБЦІ.....	81
4.1. Аналітичне моделювання тепломасообмінних процесів високотемпературної термообробки зернових матеріалів.....	81
4.2. Експериментальне дослідження процесів тепло- і масообміну при мікронізації зерна	87
4.3. Дослідження впливу зміни маси зернівки при високоінтенсивній термообробці на параметри переміщення	93
4.4. Експериментальне дослідження процесу вібропереміщення зерна при високоінтенсивній термообробці	97
4.5. Формування швидкісного режиму вібропереміщення зерна в процесах термообробки.....	106
ВИСНОВКИ.....	114
Список використаних джерел.....	116

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України [Електронний ресурс] / В. В. Адамчук, А. С. Заришняк, А. Н. Прилуцький, С. П. Степаненко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2014. – Вип. 99 (1). – С. 40–56.
2. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с.
3. Використання плівкових рукавів для зберігання стеблових кормів та зерна / за ред. Присяжнюка М.В. та Петриченка В.Ф. – К.: Аграр. наука, 2013. – 96 с., іл.
4. Котов Б.І. Математичне моделювання динамічних режимів мікронізації зерна при зміні потужності випромінювачів за координатою /Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, В.В. Кифяк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – 2014. Вип. 148. – С.388-394.
5. Поперечний А.М. Кінетика процесу сушіння плодів кісточок у віброкиплячому шарі при інфрачервоному нагріванні / А.М.Поперечний, Н.О.Миронова // Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства. Х. – 2007. Вип.58. С.122-129
6. Котов Б. І. Математична модель динамічних режимів електротермічної установки для обробки зерноматеріалів імпульсними потоками інфрачервоного випромінювання / Б. І.

- Котов, В. В. Кіфяк, Р. А. Калініченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2014. - Вип. 152. - С. 181-191.
7. Дубровин В. Моделирование динамики тепловых процессов при микронизации и сушении зернопродуктов в терморadiационных установках ИК-излучением / В.Дубровин, Р.Калиниченко, В.Кифяк // Motrol: International journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – 2015. – Vol. 17, т.3 – Р. 150-157.
 8. Калініченко Р.А. Моделювання розвитку температурних полів зернівки в процесах термообробки зерна ІЧ-випромінюванням / Калініченко Р.А. // Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. – 2015. – Вип. 101.Т.2. –С.221-227.
 9. Калініченко Р.А. Моделювання динаміки нагріву зернівки інфрачервоним випромінюванням в рухомому шарі / Р. А. Калініченко. // Інженерія природокористання. – 2016. – №1(5). – С. 87–93.
 10. V. Dubrovin, M. Melnychuk. Agricultural & environmental engineering for Bioenergy Production / Proceedings of the 33TH CIOSTA & 5TH cigr Conference. – Reggio Calabria. – 2009. – Vol. 2. – Р. 1121-1123.
 11. Калініченко Р. А. Математичне моделювання тепломасообмінних процесів високотемпературної термообробки зернових матеріалів /Р.А.Калініченко, В. Д. Войтюк // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. –2017. –№275. –С.59–67.
 12. Калініченко Р.А. Ідентифікація математичної моделі процесу мікронізації зерна за даними експериментів / Р.А.Калініченко, Б.І.Котов // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2017. – №5(104) – С.123–131.
 13. Voytyuk V., Pylypaka S., Kalinichenko R.,Mukvich M. Investigation of Movement of Grains in Drum Dryer with Ir-Energy Supply on Sloping,

Ruled Minimum Surface (Дослідження руху зернівки у барабанній сушарці по скатній лінійчатій міні- мальній поверхні). Teka commission of motorization and energetics in agriculture / Polish Academy of Sciences Branch in Lublin University of Engineering and Economics in Rzeszów National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2018. Issue 3 (18). Pp. 5–11.

14. Котов Б. І., Калініченко Р. А., Степаненко С. П., Швидя В. О., Лісецький В. О. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження): монографія. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2017. 552 с.
15. Блехман И.И. Вибрационное перемещение / И.И.Блехман, Г.Ю.Джанелидзе. –М.: Наука, 1964. –410 с.
16. Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В.Гортинский, А.Б.Демский, М.А., Борискин. –2-е изд., перераб. и доп. –М.: Колос, 1980. –304с.
17. Заика П.М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных машинах / П. М. Заика. - К. : Изд-во УСХА, 1998. - 625 с.
18. Потураев В.Н. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов / Потураев В.Н. – К.: Наукова думка, 1989.– 248с.
19. Калініченко Р.А. Дослідження впливу низхідного повітряного потоку на поєднані процеси ІЧ-термообробки і переміщення зернових матеріалів на вібротранспортері /Р.А.Калініченко // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. –2017. –№262. – С.56–66.

20. Степаненко С.П. Підвищення ефективності вібропневматичних сепараторів зерна: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Степаненко С.П.; УААН, ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства". - Глеваха, 2008. - 20 с.
21. Губанов А.А. О результатах экспериментального изучения коэффициента динамического трения семян зерновых культур /А.А.Губанов, В.И.Калинин, В.С.Ромалийский, А.С.Абдрахманов // НТБ ВИМ, 1976, вып.30. –С.48-51.
22. Котов Б.І. Експериментальні дослідження вібропереміщення зерна за високоінтенсивної термообробки/Б.І.Котов, С.П.Степаненко, Р.А.Калініченко //Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]. – 2020. - Вип. №12 (111). / [ННЦ“ІМЕСГ”]. – Глеваха, 2020. С.67-77.
23. Калініченко Р.А. Формування швидкісного режиму вібропереміщення зерна в процесах термообробки/ Р.А.Калініченко, С.П.Степаненко, Б.І.Котов/ ЦНТУ-2020.-Вип.50,Кіровоград, 2020.С.88-96.
24. Щербина О. М. Енергія для всіх : техн. довід. з енергоощад. та відновних джерел енергії / Олександр Щербина. – Вид. 4-е, доп. і перероб. –Ужгород: Вид-во Валерія Падяка, 2007. – 336 с.
25. Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК : посібн. / Кюрчев В.М., Дідур В.А, Грачова Л.І. ; за ред. В.А. Дідура. – К. : Аграрна освіта, 2012. – 416 с.
26. Дубровін В.О. Розвиток технологій використання рослинницької продукції на енергетичні потреби в Україні / В.О. Дубровін // Аграрна наука і освіта.- 2004. –Т.5. –№ 1-2.– С.86-91.
27. Калініченко Р.А., Войтюк В.Д. Енергоефективні режими роботи машин для високоінтенсивної термообробки зернових матеріалів:

Монографія. / Р.А. Калініченко, В.Д. Войтюк . – Ніжин: НДУ імені М. Гоголя. 2017. – 260 с.

28. Михайлов Є.В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України: монографія. Мелітополь: Люкс. 2012. 260 с.
29. Храпач Є.І., Кузьменко В.Ф. Обґрунтування способу завантаження силосо-сінажних сховищ траншейного типу. – Вісник с.-г. науки, 1984, № 5. – с. 74-77.
30. Кирпа Н. Я. Теплові технології і перспективи енергозбереження в зерновому господарстві. Сучасні енергоощадні теплові технології (сушіння і тепловологісна обробка матеріалів) СЕТТ-2008. Праці конференції. Т.1. С. 381-387.
31. Матківська І. Я., Атаманюк В. М., Барна І. Р. Кінетика сушіння зерна пшениці фільтраційним методом. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2014. № 17. С. 130-138
32. *Інструкція* щодо технології зберігання зерна у зерносховищах із застосуванням полімерних зернових рукавів. - К.: Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2011. — 8 с.
33. Котов Б.І., Степаненко С.П., Калініченко Р.А. Концептуальні основи створення технічних засобів первинної обробки зерна в умовах господарств АПК Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 47. ч.1 – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 105-114.
34. Калініченко Р.А., Степаненко С.П., Швидя В.О., Котов Б.І. Математична модель процесу сушіння з перехресним рухом зерна і сушильного агента при його секційному вводі. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім.

- Петра Василенка”. Випуск 199. – Харків: ХНТУСГ. – 2019. – С. 75-83.
35. Котов Б.І., Калініченко Р.А., Степаненко С.П. Використання вихрових (закручених) потоків для інтенсифікації очищення і термообробки зерна. Національний університет біоресурсів і природокористування України ВП НУБІП України «Ніжинський агротехнічний інститут». Збірник наукових-праць «Перспективи та шляхи розвитку аграрної науки в Україні». Випуск №13. - Ніжин, 2020. – С. 218-229.
36. Калініченко Р.А., Степаненко С.П., Котов Б.І. Формування швидкісного режиму вібропереміщення зерна в процесах термообробки Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 50. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – С. 88-96. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.88-96>
37. B. Kotov, R. Kalinichenko, S. Stepanenko, V. Hryshchenko, Yu. Pantsyr, I. Herasymchuk. Моделювання процесу сушіння зерна в бункерних сушарках з використанням геліоколекторів. Енергетика і автоматика. [S.l.], n. 3, p. 38-49, сер. НУБіП України. 2022. ISSN 2223-0858. с. 38-49. Доступно за адресою: <<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/16178>>
38. Елеваторна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. показч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 180 с.
39. Кюрчев, С. В. Особенности хранения зерновых запасов / С. В. Кюрчев, В. А. Верховланцева // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2015. – Т. 3, вип. 15,– С. 189–194.

40. Кирпа, Н. Хранение без потерь и ухудшения качества / Н. Кирпа // *Зерно*. – 2011. – № 6. – С. 120–124.
41. Вимоги до зерносховищ і особливості їх використання / М. Гузь и др. // *Agroexpert: практ. посіб. аграрія*. – 2017. – № 7. – С. 58–61.
42. Верхованцева, В. А. Обоснование параметров зернохранилища [Електронний ресурс] / В. А. Верхованцева // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. – 2012. – Т. 3, вип. 12, – С. 185–189.
43. Кюрчев, С. В. Разработка рекомендации по хранению пшеницы в зернохранилище [Електронний ресурс] / С. В. Кюрчев, В. А. Верхованцева // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*. – 2017. – Т. 3, вип. 17. – С. 166–173.
44. Незвичайна, але доволі економічна технологія зберігання зерна в гнучких поліетиленових рукавах // *Зерно і хліб*. – 2010. – № 1 (57). – С. 32–33.
45. Середняк, Д. П. Типи зерносховищ та шкідники хлібних запасів / Д. П. Середняк, В. П. Федоренко // *Карантин і захист рослин : наукововиробничий журнал*. – 2015. – № 2. – С. 1–3.
46. Станкевич, Г. Типи зерносховищ / Г. Станкевич // *FARMER: партнер сучасного фермера*. – 2010. – № 5. – С. 11–15.
47. Степаненко, С. Власне зерносховище / С. Степаненко, А. Прилуцький // *The ukrainian Farmer*. – 2011. – № 3. – С. 26–27.
48. Чурсінов, Ю. О. Рекомендації до вибору зерносховищ підприємствами різноманітних форм / Ю. О. Чурсінов, В. Л. Каніболоцький // *Хранение и переработка зерна*. – 2009. – № 9 (123). – С. 29–31.

49. Обладнання складів. Зберігання зерна і зернопродуктів : навч. посібник / В. Ф. Ялпачик, Н. П. Загорко, О. Г. Скляр, С. В. Кюрчев, С. Ф. Буденко, В. О. Верхоланцева, Н. О. Паляничка, Л. М. Кюрчева, В. Г. Циб; Таврійський державний агротехнологічний університет. – Мелітополь : Вид. будинок Мелітоп. міськ. друк., 2018. – 293 с.
50. Занько, М. Підлогова технологія зберігання зерна / М. Занько // Аграрна техніка та обладнання – 2016. – № 3. – С. 60–71.
51. Кравчук, В. Підлогова технологія зберігання зерна: сучасні технічні рішення та особливості її реалізації / В. Кравчук, М. Занько // Техніка і технології АПК . – 2016. – № 1. – С. 6–15.
52. Савенко, І. І. Формування зерновими складами ринку послуг із зберігання зерна / І. І. Савенко // Зернові продукти і комбікорми. – 2009. – № 2 (34). – С. 9–13.
53. Станкевич, Г. Н. Современное состояние рынка зернохранилищ / Г. Н. Станкевич // Зернові продукти і комбікорми. – 2010. – № 3 (39). – С. 34–40.
54. Бахвалов, А. А. Разработка математических моделей технологических схем зерновых элеваторов для исследования их работы : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Бахвалов Алексей Андреевич ; Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова. – Одесса, 1975. – 26 с.
55. Исследование формирования зерновой насыпи из автомобильных партий в металлических силосах большой вместимости / Г. Н. Станкевич, Л. Ф. Будюк, В. Н. Шпак, А. С. Улызько // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій – Одеса : ОНАХТ, 2008. – Т. 1, вип. 34. – С. 107–112.
56. Кирпа, М. Я. Зберігання зерна в металевих сховищах / М. Я. Кирпа // Вісник Дніпропетровського державного аграрного

- університету. Екологія, рослинництво, землеробство: науково-теоретичний, науково-практичний журнал. – 2008. – № 1. – С. 23–26.
57. О важности хранения зерна – Bentall Rowlands Storage Systems Limited // Хранение и переработка зерна. – 2016. – № 12 (208). – С. 9–10.
58. Овсянникова, Л. К. Аналіз конструкції металевих силосів на провідних підприємствах зернозберігаючої галузі [Електронний ресурс] / Л. К. Овсянникова, О. Г. Соколовська, С. С. Орлова // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2012. – Вип. 42 (1). – С. 320–325.
59. Острогляд, А. А. Технологічні прийоми зберігання зерна та їхні особливості / А. А. Острогляд, Т. П. Чернишук, В. С. Кошулько // Хранение и переработка зерна. – 2016. – № 12 (208). – С. 42–43.
60. Постельга, К. На шляху створення ефективного обладнання для зберігання зерна / К. Постельга, В. Сліпенька // Техніка і технології АПК : наук.-вироб. журн. – 2018. – № 10-11. – С. 22–27.
61. Станкевич, Г. М. Дослідження формування шарів зернового насипу в металевих силосах великої ємності [Електронний ресурс] / Г. М. Станкевич, Л. Ф. Будюк, В. М. Шпак // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – Вип. 36(1). – С. 101–103.
62. Елеваторна і зернопереробна галузі: Ефективні технології та якість : монографія / за ред. Г. М. Станкевича, Д. О. Жигунова, М. Р. Мардар. – Одеса : Одес. міськ. друк., 2018. – 224 с.
63. Станкевич, Г. М. Післязбиральна обробка та зберігання насіння гірчиці : монографія / Г. М. Станкевич, Л. К. Овсянникова, В. О. Черній. – Одеса : Букаєв В. В., 2015. – 134 с.

64. Валентюк, Н. О. Удосконалення технології післязбиральної обробки та зберігання зерна амаранту : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.02 / Валентюк Наталія Олександрівна ; Одеська національна академія харчових технологій – Одеса, 2019. – 23 с.
65. Гапонюк, І. І. Науково-технічні основи високопродуктивних інноваційних технологій післязбиральної обробки зерна : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.02 / Гапонюк Ігор Іванович ; Національний університет харчових технологій – Київ, 2012. – 37 с.
66. Люлько, Ю. Б. Удосконалення транспортно-технологічних ліній елеваторів та хлібоприймальних підприємств : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.18.01 / Люлько Юрій Борисович ; Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса 2008. – 20 с.
67. Застосування ступінчатих режимів при сушінні насіння пшениці / Ю. Ф. Снежкін, В. М. Пазюк, К. М. Самойленко, О. Д. Пазюк // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2015. – Т. 2, вип. 47. – С. 26–29.

Наукове видання

СТЕПАНЕНКО С.П., КАЛІНІЧЕНКО Р.А., КОТОВ Б.І.

**РЕСУРСО-ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ
І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ КОНСЕРВУВАННЯ
ТА ОБРОБКИ ВОЛОГОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА**

Монографія

Видання друкується за авторським редагуванням

Підписано до друку 20.10.2023 р. Формат 60х84/16. Папір офсет.
Гарнітура Times Ум. др. арк. 7,44. Обл.-вид. арк. 5,54.
Тираж 300 прим. Зам. № 2167

Видавець і виготівник ФОП Лисенко М.М.
16600, м. Ніжин Чернігівської області, вул. Шевченка, 20
Тел.: (067) 4412124
E-mail: vidavec.lisenko@gmail.com

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 2776 від 26.02.2007 р.

