

ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ЗАСМІЧЕННЯ ЗЕРНА ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО ЗОРУ

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України

Анотація: В роботі проведено аналіз сучасних методів візуального контролю зерна. Розроблено програмне забезпечення для аналізу цифрових зображень зернових матеріалів. Проведено експериментальні дослідження та встановлено значення вагових коефіцієнтів п'яти основних компонентів зернових сумішей пшениці. Розроблений метод може бути використаний при створенні систем контролю та автоматизації процесів післязбиральної обробки зернових матеріалів.

Ключові слова: зерновий матеріал, пшениця, засміченість зерна, машинний зір

Вступ

Економічні та політичні реалії сьогодення зумовлюють необхідність розробки нових шляхів вирішення проблеми збирання, обробки та збереження врожаю зернових культур, як складової національної безпеки України. Значна частина вирощеного врожаю втрачається під час збирання та післязбиральної обробки. У середньому післязбиральні втрати зерна в світі складають понад 6,6% [1], хоча присутня певна неоднорідність втрат урожаю в різних країнах через відмінності в кліматичних умовах, рівнях технічного забезпечення та ін.

В останні роки все більше дослідників використовують методи візуалізації для виявлення домішок у харчовій та сільськогосподарській промисловості [2-5] на основі технологій комп'ютерного зору. Використання методів оптичного контролю, які забезпечують відсутність пошкоджень, високу точність, високу ефективність і відтворюваність, роблять його ключовим компонентом сучасного сільськогосподарського виробництва.

Метою дослідження є розробка наукових передумов створення методу визначення засміченості зернових матеріалів за допомогою аналізу їх цифрових зображень. Це дасть можливість здійснення швидкого та ефективного контролю якості зерна та стане базою для розроблення систем автоматизації процесів очищення зерна.

Результати дослідження

В процесі дослідження було проведено аналіз сучасних методів візуального контролю домішок та зерен злакових культур та класифікації зерен між собою. В більшості робіт автори пропонують визначати засміченість зернових сумішей, використовуючи підрахунок кількості пікселів цифрового зображення, що відповідають окремо зерну та домішкам. Цей підхід, із використанням експериментально визначених коефіцієнтів пропорційності, дозволяє адекватно визначити засміченість двокомпонентних відносно однорідних зернових сумішей. Однак в дійсності до складу зернового матеріалу, що надходить з поля після обмолочування хлібів, входять багато компонентів, які суттєво відрізняються за своїми фізико-механічними характеристиками.

Зернові матеріали, які надходять на післязбиральну обробку характеризуються значною неоднорідністю за фізико-механічними властивостями та мінливістю свого фракційного складу, внаслідок зміни умов їх обмолочування зернозбиральними комбайнами. Засмічення зернових матеріалів незерновими домішками становить 0,15 – 3,3 %. Тому, для підвищення ефективності процесів післязбиральної обробки необхідно забезпечити швидкий та точний контроль потоків зернового матеріалу.

Для розроблення методу визначення кількісного вмісту компонентів зернових матеріалів був проведений аналіз п'яти фракцій дослідних зразків зерна пшениці: повноцінне зерно, бите зерно,

щупле зерно, соломисті домішки, частинки суцвіть (полова). Програмне забезпечення для аналізу цифрових зображень зернових матеріалів розроблено в редакторі вихідного коду Visual Studio Code на мові програмування Python з використанням бібліотеки програм обробки зображень OpenCV. В основі алгоритму програмного забезпечення лежить попередня обробка зображень та сегментація об'єктів для точного аналізу контурів та визначення площ об'єктів зразків. В алгоритмі ПЗ (програмного забезпечення) реалізовано перевірка та відбір об'єктів за площею їх контурів та співвідношенням сторін, для відсіювання шумів зображення. При цьому здійснюється підрахунок кількості відібраних об'єктів та їх загальної площі.

Дослідження вагових коефіцієнтів компонентів зернових сумішей проведено шляхом фотографування та обробки цифрових зображень із використання розробленого програмного забезпечення.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено значення вагових коефіцієнтів п'яти основних компонентів зернових сумішей пшениці, що дозволяє визначити кількісний склад фракцій в зерновому матеріалі. Запропонований підхід дозволяє підвищити точність визначення показника засміченості зерна для різноманітних за фракційним складом зернових матеріалів озимої пшениці. Це стає можливим завдяки використанню експериментально визначених відносних вагових коефіцієнтів основних п'яти фракцій зернових сумішей пшениці.

Розроблений метод може бути використаний при створенні систем контролю та автоматизації процесів післязбиральної обробки зернових матеріалів, що будуть базуватись на швидкому аналізі вхідних та вихідних потоків зернових матеріалів. Для практичної реалізації розробленого методу необхідно розробити програмне забезпечення для класифікації компонентів зернових сумішей та виконати обчислення їх фракційного складу.

Висновки

Розроблений метод для визначення та оцінки кількісного вмісту фракцій в зерновому матеріалі дозволяє визначити засміченість зерна, завдяки використанню експериментально визначених відносних вагових коефіцієнтів основних п'яти фракцій зернових сумішей пшениці. Розроблений метод може бути використаний при створенні систем контролю та автоматизації процесів післязбиральної обробки зернових матеріалів.

Дослідження виконано в рамках проекту 2023.04/0040, що фінансується Національним фондом досліджень України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ruotong, M.U., Liang, W.U. (2023). A research review of global grain harvest losses. Resources Science, 45(9): 1789–1800.
2. Julka, N., Singh, A.P. (2022). Detection of foreign materials in wheat kernels using regional colour descriptors. Journal of Engineering Research (Kuwait), 10 (2 A), 195–209.
3. Rong, D., Wang, H., Xie, L., Ying, Y., Zhang, Y. (2020). Impurity detection of juglans using deep learning and machine vision. Computers and Electronics in Agriculture, 178, 105764.
4. Han, K., Zhang, N., Xie, H., Wang, Q., Ding, W.. (2023). An improved strategy of wheat kernel recognition based on deep learning. Dyna, 98(1). 91–97.
5. Ma, N., Su, Y., Yang, L., Li, Z., Yan, H. (2024). Wheat Seed Detection and Counting Method Based on Improved YOLOv8 Model. Sensors, 24(5), 1654.

Степаненко Сергій Петрович – д.т.н., с.н.с., завідувач відділу механіко-технологічних проблем збирання і післязбиральної обробки урожаю зернових та олійних культур, Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН, с-ще Глеваха, stepanenko_s@ukr.net

Кузьмич Альвіан Ярославович – к.т.н., ст. досл., ст. наук. співроб. відділу механіко-технологічних проблем збирання і післязбиральної обробки урожаю зернових та олійних культур, Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН, с-ще Глеваха, akuzmich75@gmail.com

PREREQUISITES FOR DEVELOPING A METHOD FOR GRAIN CLOGGING CONTROL USING MACHINE VISION

Abstract: The paper analyzes modern methods of visual grain inspection. Software for analyzing digital images of grain materials has been developed. Experimental studies have been conducted and the values of the weight coefficients of the five main components of wheat grain mixtures have been determined. The developed method can be used to create control and automation systems for post-harvest processing of grain materials.

Keywords: grain material, wheat, grain contamination, machine vision

Serhiy Stepanenko – Dr. Sc, Senior Researcher, Head of the Department of Mechanical and Technological Problems of Harvesting and Post-Harvest Processing of Grain and Oil Crops, Institute of Mechanics and Automation of Agro-Industrial Production of NAAS, Glevakha, stepanenko_s@ukr.net

Alvian Kuzmych – Ph.D., Senior Researcher, Senior Scientific Associate, Department of Mechanical and Technological Problems of Harvesting and Post-Harvest Processing of Grain and Oil Crops, Institute of Mechanics and Automation of Agro-Industrial Production of the NAAS, Glevakha, akuzmich75@gmail.com