

granular materials from Mohr-Coulomb theory. *Advanced Powder Technology*. 2023. Vol. 34, Is. 1. 103888. DOI: 10.1016/j.apr.2022.103888.

3. Macri D., Chirone R., Salehi H. et. all. Characterization of the Bulk Flow Properties of Industrial Powders from Shear Tests. *Processes*. 2020. Vol. 8(5), 540. DOI: 10.3390/pr8050540

4. Jenike A. W. Storage and Flow of Solids. Bulletin No. 123. University of Utah, Salt Lake City, 1964. 206 p.

5. Bonn D., Denn M. M., Berthier L., Divoux T., Manneville S. Yield stress materials in soft condensed matter. *Reviews of Modern Physics*. 2017. Vol. 89, No. 3, 03500551. DOI: 10.1103/RevModPhys.89.035005

6. Khan M., More R. V., Brandt L., Ardekani A. M. Rheology of dense fiber suspensions: Origin of yield stress, shear thinning, and normal stress differences. *Physical Review Fluids*. 2023. Vol. 8, 064306. DOI: 10.1103/PhysRevFluids.8.064306

7. Steffe J. F. Rheological Methods in Food Process Engineering. 3rd ed. East Lansing: Freeman Press, 2019. 416 p.

8. Chhabra R. P., Richardson J. F. *Non-Newtonian Flow and Applied Rheology: Engineering Applications*. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2008. 519 p. DOI: 10.1016/B978-0-7506-8532-0.X0001-7

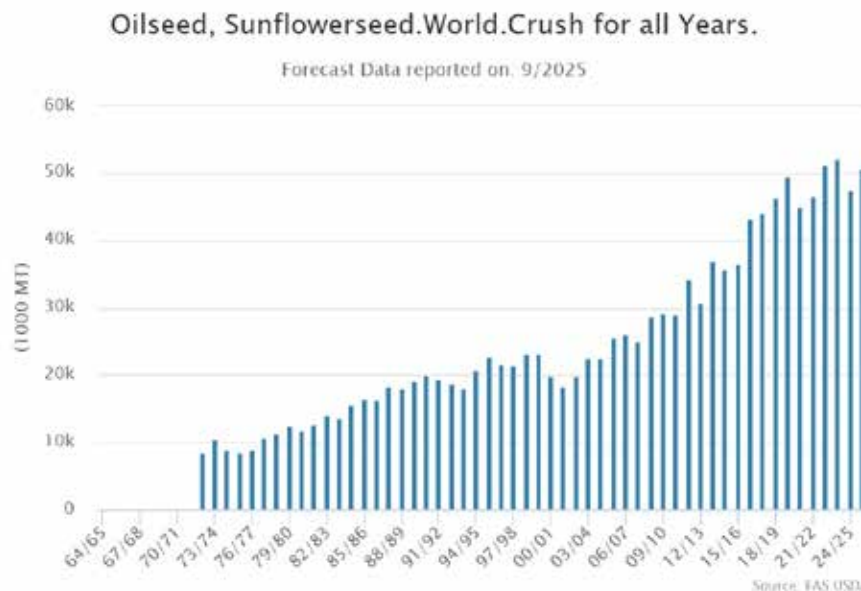
9. Coussot P. *Rheometry of Pastes, Suspensions and Granular Materials: Applications in Industry and Environment*. Springer Nature, 2006. 279 p. DOI: 10.1007/S00397-006-0118-Y.

**УДК 631.362.5:621.867.3**

## **АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ФЕНОТИПУВАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ**

Черній О. А., ст. викл., здоб. НС доктора філософії  
*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м.Дніпро,  
Україна*

**Постановка проблеми.** Важливість такої сільськогосподарської рослини як соняшник (*Helianthus annuus* L.) важко переоцінити. Завдяки своїм позитивним властивостям та селекційній роботі вчених, світове виробництво цієї культури має тенденцію до зростання [1]. На рис. 1 приведено динаміку валового збору насіння соняшнику (млн. т) по рокам (1974-2025 роки) у світі.



**Рис.1. Динаміка валового збору насіння соняшнику у світі (млн.т) [1]**

Серед десятки країн світу, що найбільше виробляють насіння соняшнику, знаходиться і Україна. На рис. 2 представлено діаграму, що вказує на відсоток площі вирощування соняшнику по десяти світовим країнам-лідерам. Валовий збір насіння соняшнику (млн. т) в Україні по роках представлено на рис. 3.

**Основні матеріали дослідження.** Аналізуючи приведені статистичні дані, можна стверджувати, що Україна при 19,7% світової площі вирощування соняшнику виробляє 24,5% валового збору світового насіння соняшнику. В країнах Європейського Союзу (ЄС) ці дані відповідно становлять 15,9% та 16,0%.

Однією з причин таких показників є підвищення врожайності вирощування соняшнику. Україна має великий потенціал для зростання врожайності за рахунок якості ґрунтів, умов клімату та селекційної роботи з виготовлення якісного насіннєвого матеріалу. Тому насінництво, щодо культури соняшнику в Україні, має великі перспективи та потребує розвитку. На сьогодні, Україна, на жаль, відстає від інших країн світу по виробництву високоякісного насіннєвого матеріалу соняшника [2]. Аграрії України забезпечені якісним кондиційним посівним матеріалом лише на 5-8%. Натомість в Польщі цей показник становить 18%, Німеччині– 43%, Данії, Нідерландах, Швеції– 75-90% [2]. Щоб сприяти розвитку насінництва

### Top 10 Countries for Oilseed, Sunflowerseed.World.Area Harvested

Forecast Data reported on: 9/2025

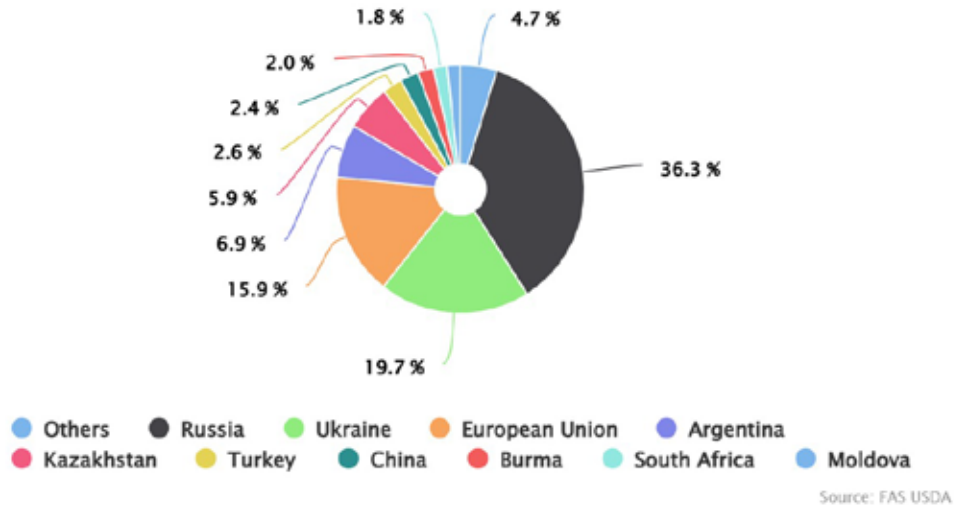


Рис. 2. Діаграма часток світових посівних площ соняшнику [1]

### Oilseed, Sunflowerseed.Ukraine.Crush for all Years.

Forecast Data reported on: 9/2025

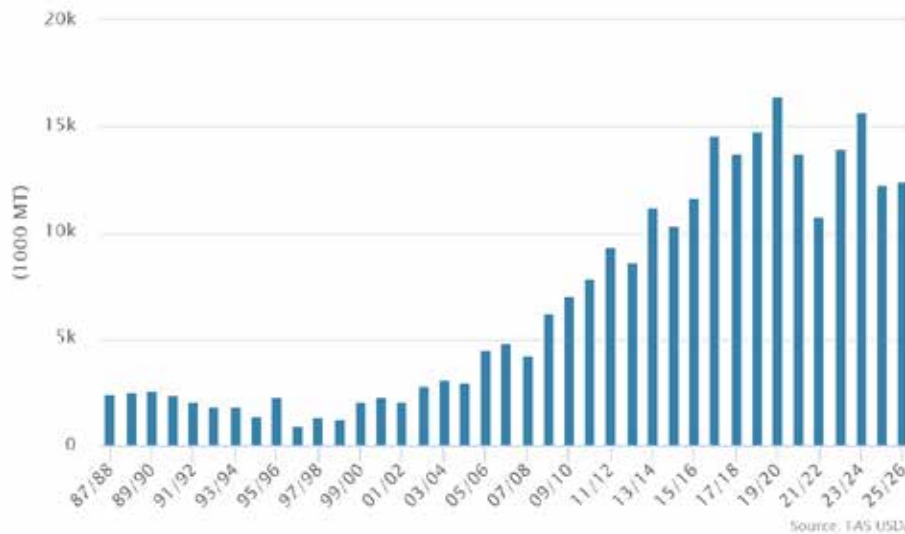


Рис. 3. Динаміка валового збору насіння соняшнику в Україні (млн. т) [1].

в Україні, розроблено ряд Законів України [2]: «Про насіння та садивний матеріал», «Про охорону прав на сорти рослин», «Про карантин рослин»; державні стандарти: ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»; створено «Державний реєстр сортів рослин України» та «Державний реєстр виробників насіння та садивного матеріалу». За для гармонізації з ЄС (Європейського Союзу) законодавства у сфері насінництва, Верховною Радою України прийнято у 2023 році Закон України «Про охорону прав на сорти рослин».

Основними виробниками посівного насіння в світі на сьогодні являються такі фірми як: Corteva Agriscience (DowDuPont) (США), Monsanto/Bayer, BASF, KWS (Німеччина), Limagrain, RAGT Semences, Euralis Semence InVivo, Florimond Desprez (Франція), Enza Zaden і Bejo Zaden, Barenbrug, Rijk, Zwaan (Нідерланди), Syngenta (ChemChina), Beidahuang Kenfeng Seed, Iong Ping High-Tech (Китай), Takii Seed, Sakata Seed (Японія), Advanta Seeds (UPL) (Індія) [3]. В Україні у 2024 році, з середньорічною посівною площею соняшнику близько 7 млн. га [4], задекларовано виробництво близько 34,6 тис. т, або 9,6 млн п.о. насінневого матеріалу цієї культури [5]. Також в Україну імпортується значна частина посівного матеріалу соняшника і в 2023 році було завезено 16,4 тис. т (4,5 п.о.).

Але, на жаль, на сьогодні в Україні зберігається тенденція зменшення виробництва посівного насіння соняшника української селекції. Так з 2020 року по 2022 рік частка насіння соняшнику вітчизняної селекції в структурі загального виробництва в Україні знижувалась з 7,4% (3,4 тис. т) до 4,5% (1,5 тис. т) [2]. Натомість стрімко зростає виробництво посівного насіння соняшника іноземної селекції. Відомі фірми виробники насіння проводять розведення посівного матеріалу засіваючи ділянки в Україні і перероблюючи його на власних насінневих заводах. В перспективі планується експортувати посівне насіння до країн ЄС та близького сходу. Відповідно до реєстрових даних, наразі в Україні працюють 68 виробників посівного насіння соняшнику. До лідерів виробництва насіння у 2025 році належать: «Черлиз», «Лімагрейн Україна», «Євросем», «Агро Семе», «НВФ Еліта-селект», МАС Сідз Україна», «Новагро», «Нертус Агро», «Біграйз-СВ», «Сідсвей» [5]. Серед основних культур, насіння яких вироблялось, являлись пшениця озима м'яка, кукурудза та соняшник. Державний реєстр сортів рослин України містить більше 1548 сортів та гібридів соняшнику, але сортів вітчизняної селекції близько 30%. Основним областями, що лідирують по посівах соняшнику є Харківська, Дніпропетровська та Кіровоградська області.

Національна академія аграрних наук (НААН) є головною науково-дослідною установою України з селекції та дослідження насіння сільськогосподарських культур та садивного матеріалу. Серед ряду основних завдань, результати вирішення яких сприятимуть розвитку вітчизняного насінництва, науковці НААН вказують на створення регіональних систем насінництва сільськогосподарських культур, селекційно-насінницького центру, насінневого заводу і регіонального кооперативного об'єднання виробників насіння. Кабінет Міністрів України своїм розпорядженням від 15 листопада 2024 р. № 1163-р та доповненими до нього «ЗМІНАМИ» (затвердженими 20 серпня 2025 р. №880-р), затвердив «Стратегію розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року» [6]. Серед завдань вказаних в «Стратегії» стоїть розробка і розвиток вітчизняного

насінництва.

Для виготовлення кондиційного насіння соняшника потрібно використовувати спеціальні технології та сучасне обладнання. Схема (рис. 4) раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації насінневого матеріалу соняшнику розсадників та схема (рис. 5) раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації суперелітного насінневого матеріалу соняшнику розроблені д.т.н., старшим дослідником Алієвим Е.Б. [7].

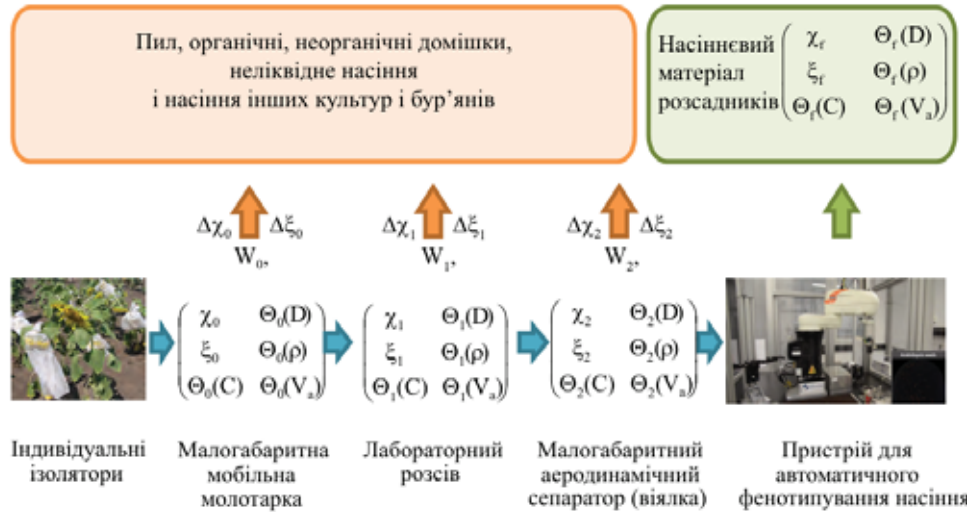


Рис. 4. Схема раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації насінневого матеріалу соняшнику розсадників [7]

Автор досліджень, також розробив сучасний пристрій для фенотипування насіння соняшнику, який працює в повністю автоматичному режимі.

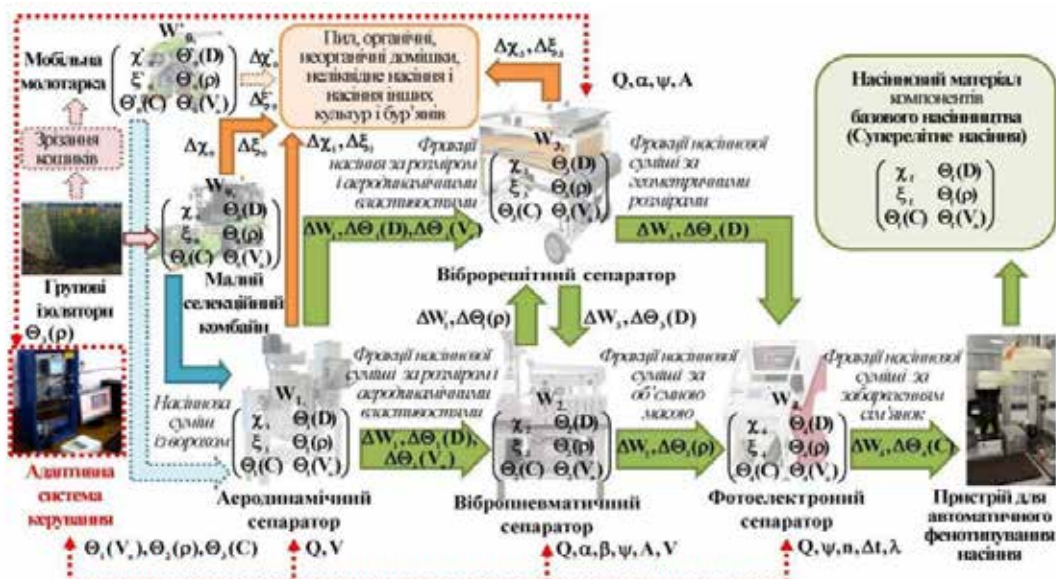
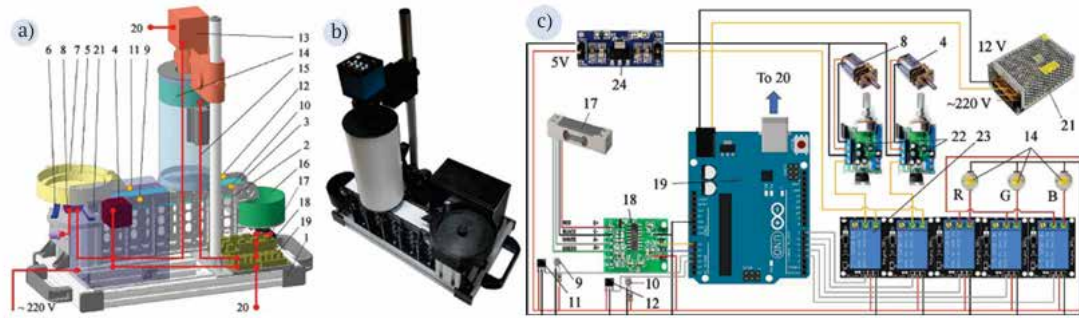


Рис. 5. Схема раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації суперелітного насінневого матеріалу соняшнику [7]

Серед численного обладнання, яке задіяне в представлених схемах, особливої уваги заслуговує пристрій для автоматичного фенотипування насіння (рис.6) [7].



1 – рама; 2 – стрічковий транспортер; 3–стрічка; 4– електричний двигун; 5– гвинтоподібна доріжка; 6– пружна підвіска; 7– заслінка; 8– вібродвигун; 9,10– інфрачервоні світлодіоди; 11,12– фотодатчики; 13 – камера; 14– RGB-світлодіоди; 15– світлонепроникна труба; 16– тензодатчик; 17– датчик навантаження; 18– підсилювач (датчик ваги НХ711); 19– блок керування (Arduino Uno ATmega328P-PU); 20– персональний комп’ютер; 21– блок живлення; 22– PWM контролер; 23– блок реле; 24– перетворювач напруги; R,G,B – червоний, зелений, синій

**Рис. 6. Конструктивно-технологічна схема (а), зовнішній вигляд (б), електронна схема (с) пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику [7].**

Хоча в його будові використовуються найсучасніші мехатронні системи, але ще є потреба в проведенні досліджень за для підвищення показників якості роботи даного пристрою. І серед основних задач є розробка та впровадження засобу дозованої поодинокій рівномірної подачі дослідного насіння соняшнику на рухому поверхню з метою його подальшого сканування й збереження спадкових ознак в електронному виді.

**Висновки.** Україна займає друге місце в світі по вирощуванню насіння соняшника та має великий потенціал для збільшення його виробництва. Зокрема, підвищенням якості посівного насіння. Тому, серед першочергових завдань, є розвиток насінництва та удосконалення автоматизованих ліній обробки та підготовки посівного матеріалу. Отже, проведення удосконалення технічних пристроїв в системах прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшника, зокрема пристрою для фенотипування насіння соняшнику, являється доволі необхідною й актуальною задачею сьогодення.

### *Список використаних джерел*

1. Статистичні дані вирощування насіння соняшнику. USDAFAS. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/compositeViz>

(дата звернення: 17.10.2025).

2. Ринок сортів і насіння: навчальний посібник / О. В. Захарчук, В. Л. Жемойда, Р. О. Спряжка, О. С. Макарчук. Київ: НУБіП України, 2024. 272 с.

3. Revto O. Y., Naboka V. V. Sunflower in Ukraine: condition, problems, prospects (a review article). Taurian Scientific Herald. 2022. № 128, P. 170–177. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.23> (дата звернення: 17.10.2025).

4. Виробництво насіння в Україні в 2024 році. Agravery.com. URL:<https://agravery.com/uk/posts/show/virobnictvo-nasinna-v-ukraini-v-2024-roci-osinuetta-u-500-tis-tonn> (дата звернення: 17.10.2025).

5. Рейтинг 2024 виробників насіння гібридів кукурудзи соняшнику та сортів озимої пшениці в Україні. URL:<https://superagronom.com/blog/1091-reyting-2024-virobniki-nasinnya-gibridi-kukurudzi-sonyashnika-ta-sorti-ozimoyi-pshenitsi-v-ukraini> (дата звернення: 17.10.2025).

6. Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року: Розпорядження Каб. Міністрів України від 15.11.2024 р. № 1163-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1163-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 17.10.2025).

7. Aliiev, E., & Vedmedeva, K.. Automated devices for quantitative phenotyping of sunflower seeds. Naukovij Žurnal «Tehnika Ta Energetika». 2025, Vol. 16(1), P. 54–64. <https://doi.org/10.31548/machinery/1.2025.54>

**УДК 656:338**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРЕВА ВІДМОВ ПРИ АНАЛІЗІ РОБОТИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

Дідур В. В.<sup>1</sup>, д.т.н.,  
Василишина О. В.<sup>1</sup>, д.с.-г.н.,  
Білокінь Я. В.<sup>2</sup>, аспірант

<sup>1</sup>Уманський національний університет, м. Умань, Україна

<sup>2</sup>Полтавський державний аграрний університет, Полтава, Україна

Нині існує велика кількість математичних методів для побудови схем моделювання технологічних процесів. Необхідно лише наукове обґрунтування їхнього вибору і надійні експериментальні дані [1]. Класифікація методів аналізу відмов потрібна з метою вибору методології і способу вирішення конкретної задачі. Аналіз дерева відмов – загальний метод дедуктивного аналізу, що використовують