

УДК 631.365

©З.О. Гошко, к.т.н., Я.В. Семен, к.т.н., М.І. Магац , к.т.н.,  
О.В. Гошко  
Львівський національний аграрний університет

### **ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЇ, ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ**

*Наведено методику та результати виконаних експериментальних досліджень з визначення фізико-механічних властивостей сої. Встановлено основні закономірності розподілу вказаних показників і проведено їх аналіз.*

#### **РОЗМІРНО-МАСОВІ ПОКАЗНИКИ, БІБ, МАСА, СОРТ, ЗБИРАННЯ.**

**Постановка проблеми.** У загальному комплексі робіт з вирощування сої найбільш складним і трудомістким процесом є

збирання врожаю. Зумовлюється це біологічними та сортовими особливостями рослин у період дозрівання. Жнива на соєвій плантації розпочинають за настання повної стиглості насіння (вологість 14-15%), основними ознаками якої є опадання листя, побуріння бобів, відставання насіння від стулук.

Збирання сої, на перший погляд, нічим не відрізняється від збирання інших видів зернових культур. Збирають сою, переважно, прямим комбайнуванням. Строки мають бути максимально короткими, оскільки від цього залежить кількість і якість урожаю.

Особливу увагу під час збирання врожаю приділяють висоті зрізання рослин. За даними досліджень, на висоті 5 см від поверхні ґрунту на стеблах сої міститься до 2 % урожаю, на висоті 9 см – 10 %. Тому рослини слід зрізати на висоті 4-6 см. Для цього під час підготовки вітчизняних зернозбиральних комбайнів до роботи, жатку дообладнують пристосуванням для зменшення висоти зрізу (до 4-6см). Дослідження показують, що із загальної кількості усіх можливих втрат понад 90% припадають на втрати за жаткою. Один соєвий біб, залишений на кожній стернині, за врожайності в 20 ц/га, - це від 1,4 до 3 ц/га прямих втрат. Тому цілком актуальним є питання вибору жатки, адаптованої до технологічних особливостей вказаної сільсько-господарської культури [8].

Проте, як засвідчили жнива сої 2017 року, в більшості господарств, особливо у західних регіонах, зернозбиральні комбайни не налаштували на цю культуру, а збирали її з тими самими параметрами робочих органів, що й зернові. При цьому не дотримувались оптимальної швидкості руху комбайна (4,5 - 5,6км/год.), і працювали на швидкості 8-9 км/год. із втратами до 40-50% врожаю.

Аналіз якості роботи жаток комбайнів свідчить, що втрати зерна, які підпадають під нормативну категорію «незрізані боби, що залишилися нижче лінії зрізу», становлять мінімум 7 %. Це пояснюється тим, що зрізати та підібрати усі соєві боби жаткою досить складно, адже висота закладання найнижчого ярусу бобів на стеблі зазвичай сягає 10 см.

Причиною цих втрат є фізико-механічні властивості сортів сої (висота розташування першого бобу) і нерівності поля: природні (рельєф поля), та штучні (утворені гризунами) (див. рис.1).

На основі вищесказаного можна зробити висновок, що якісне проектування та розрахунок обладнання для збирання сої неможливе без знання властивостей оброблюваного матеріалу та умов його вирощування.



Рис.1 – Ховрашині нори

Зокрема висота кріплення першого бобу впливає на встановлення висоти зрізу різального апарату. Кількість втрачених бобів та маса зерен в них, дають змогу оцінити середні втрати зерна від загальної маси врожаю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Фізіологія та біологічні особливості сої дають змогу збирати врожай комбайновим способом. Ультраранні, ранньостиглі та середньостиглі сорти сої характеризуються дружним, майже одночасним, досяганням бобів, стійкістю до посухи, вилягання та осипання зерна з бобів, не потребують десикації. Короткий період вегетації сприяє проведенню збиральних робіт в оптимальні строки, у кінці серпня або на початку вересня, коли ще зазвичай триває суха та тепла літня погода (див. рис.2).

Урожайність зерна сої сягає 26–49 ц/га. Генетичний потенціал урожайності зерна може становити 48–55 ц/га на полях навіть без зрошення. Відношення маси зерна сої до маси соломи, як правило, становить 1:1 [7].

Досвід вирощування сої свідчить, що боби на рослині розташовані рівномірно і визрівають дружно по всій довжині стебла. Результати досліджень підтверджують, що під час комбайнового збирання в режимі прямого комбайнування в Україні в зонах Степу та Лісостепу повна стиглість бобів сої досягає 99 %, воскова - 1%. Вологість зерна під час збирання (а це зазвичай остання декада серпня - перша декада вересня) становить 12–14 %, незернової частини врожаю - 12 %. Висота розташування нижніх бобів сої, як правило, - 10 см. Висота рослин сої досягає 100–130 см. Такі умови дають змогу, застосовуючи традиційну зернову жатку комбайна, задовільно виконувати технологічний процес за швидкості руху 5 км/год.



Рис.2 – Посіви сої в стадії стиглості

Більшість селекційно-насіневих фірм декларують висоту закладання найнижчого ярусу бобів на стеблі на висоті 20 см і вище (сорти Аннушка, Ворскла, Діона, Медея, Валюта). Їхнє збирання проводять у режимі прямого комбайнування традиційними зерновими комбайновими жатками.

Основними факторами, на які слід звернути увагу при виборі жатки, є конструкція пальцевого бруса, можливість налаштування кута різання та ширина захвату. Конструкція пальцевого бруса визначає його ріжучі властивості, здатність до самоочищення, максимальний прогин, який, до речі, має бути не меншим за 100 мм, та мінімальну висоту різання. У даному випадку можна зазначити, що використання на жатці роздільних пальців дозволяє досягти мінімальної висоти зрізу 3–6 см, якісних показників з самоочищення різального апарата і, відповідно, подовженого терміну служби сегментів. Втрати зерна за такого комбайнування не перевищують допустимих 0,5 % [6].

Але якщо збирати врожай високостеблових сортів сої можна з мінімальними втратами, то залишається відкритим питання пристосованості до комбайнового збирання сортів сої Ментор, Ворскла, Устя, Легенда Супра, нижні боби яких на стеблах розташовані на висоті 10-15 см і нижче.

Використання серійних комбайнових жаток, які оснащені традиційною гідравлічною системою копіювання поверхні поля, дає змогу отримати висоту зрізання стебел на рівні 15–20 см. У такому разі на стеблі нижче вказаної висоти залишаються незрізані боби. А це - прямі втрати. Аналіз якості роботи таких жаток свідчить, що втрати зерна за категорією «незрізані боби нижче лінії зрізу» становлять 7 % і більше (див. рис.3).



Рис.3 – Втрати бобів сої на полі і одній рослині

Можна сказати «на рівному місці», на заключному етапі виробництва сої, коли цінне зерно вже вирощено і залишається лише його зібрати і покласти в комору, господарства зазнають нічим не виправданих втрат. Залишені на полі боби сої та незібране зерно призводять до втрати частини прибутку [5].

**Мета дослідження** – визначення фізико-механічних властивостей стебла та насіння сої, як об'єкту збирання, з метою обґрунтування конструктивних параметрів збиральних механізмів для мінімізації втрат насіння. Побудова основних закономірностей розподілу досліджуваних показників (висоти стеблостою, висоти розташування першого бобу, середньої кількості та маси насінин на одній рослині, зусилля висмикування стебла з ґрунту).

**Результати дослідження.** Для вирішення поставлених завдань була розроблена програма експериментальних досліджень, що передбачала визначення фізико-механічних властивостей стебла та насіння сої в польових умовах у період збирання:

- висоту стеблостою,  $H$ ;
- висоту розташування першого бобу,  $h$ ;
- середню кількість насінин на одній рослині,  $n$ ;
- середню масу насінин на одній рослині,  $m$ ;
- зусилля терєблення стебла з ґрунту,  $P$ .

Для визначення зусилля терєблення стебла сої використовували ручний динамометр, нижню частину якого

кріпили до стебла, а до його верхньої частини прикладали зусилля (рис. 4, а). Загальну масу насінин з однієї рослини визначали зважуванням їх на електронних вагах (рис. 4, б), помістивши попередньо в одну посудину.



Рис. 4 – Дослідження зусиль терезлення стебла сої з ґрунту та визначення масових показників насіння

На основі отриманих результатів були побудовані гістограми розподілу досліджуваних параметрів (рис.5-9).

Аналізуючи отримані дані та побудовані гістограми, можна зробити наступні висновки: середня висота стебла  $H_{\text{ср}}=79$  см, висота розташування першого бобу на стеблі від поверхні поля  $h_{\text{ср}}=17$  см, середня кількість насінин з рослини в бобах  $n=80$  штук, їх маса  $m_{\text{ср}}=20$ г.

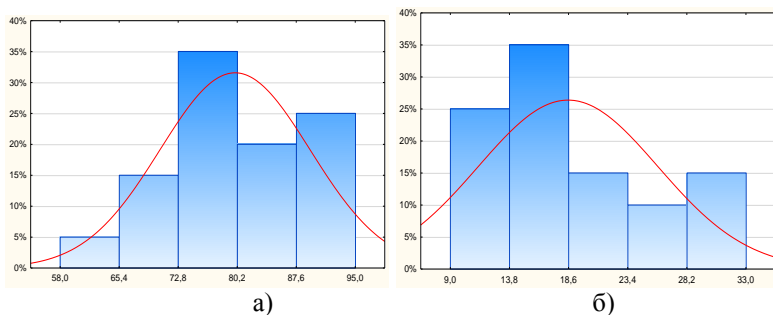


Рис. 5 – Гістограми розподілу за висотою: а) - стебла  $H$ , см; б) - першого бобу  $h$ , см

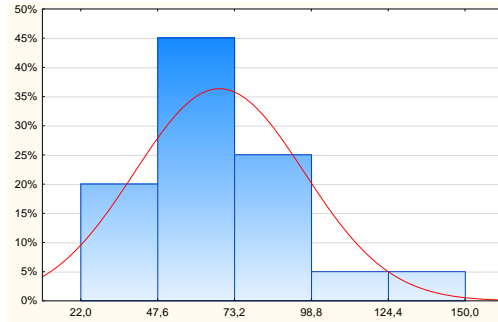


Рис. 6 – Гістограма розподілу зусилля висмикування стебел з ґрунту  $P, H$

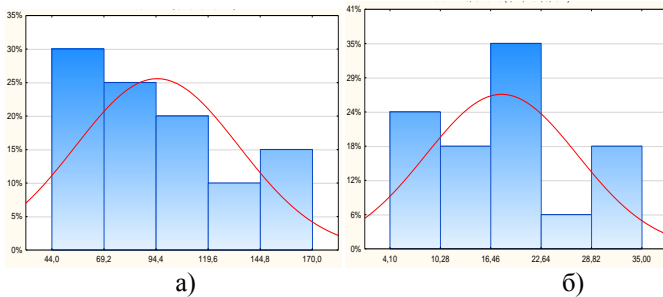


Рис. 7 – Гістограми розподілу: а) - кількість насінин з однієї рослини  $n$ , шт, б) - маса насінин з однієї рослини  $m$ , г

Зокрема для досліджуваних сортів висота розташування першого бобу знаходиться на висоті: Ментор 12,5-13,0 см, Устя 10,0-11,0 см, Легенда 9,0-11,0 см.

Отримані результати свідчать, що великий відсоток бобів залишається незібраним через значну висоту зрізу. Це пояснюється тим, що під час підготовки до збиральних робіт комбайн потрібно агрегатувати зі спеціальною жаткою для збирання сої. Якщо такої можливості немає, то звичайну жатку (із жорстким пальцевим брусом) потрібно дообладнати спеціальним пристосуванням для зменшення висоти зрізування (до 4-6 см). Адже основні втрати під час збирання сої (до 80 %) виникають саме через неправильно налаштовану на роботу жатку. Один соєвий біб, залишений на кожній стернині - це мінус 1-2 ц/га.

Виходячи з отриманих результатів досліджень, варто застосовувати два основних способи зменшення втрат сої: перший - це агротехнічний; другий – механіко-технологічний.

Агротехнічний полягає у зміні норми висіву насіння та ширині міжрядь посівів. Так, збільшена норма висіву насіння відображається на висоті кріплення нижнього боба – вони ростуть вище, а отже спрощуються умови збирання сої і зменшуються втрати при збиранні. Але даний спосіб має і свій недолік, тонкі і слабкі стебла будуть нестійкі до вилягання. При несприятливих погодних умовах полегли стебла є причиною збільшення втрат врожаю через висипання зерен із пошкоджених ножами жатки бобів, що залишилися нижче зрізу на стеблі, на полеглих рослинах.

З іншої сторони, низька норма висіву відображається на висоті кріплення нижнього боба – вони ростуть нижче, стебло розгалужується з великою кількістю відростків, що погано зрізаються жаткою.

Зміна ширини міжрядь посівів впливає на врожайність наступним чином: вузькі міжряддя знижують втрати. Це пояснюється тим, що поверхня ґрунту між вузькими рядами більш рівна, а нижні боби ростуть вище над землею і соя дозріває однаково та одночасно.

Механіко-технологічний спосіб полягає у використанні різного типу збиральних апаратів. Найкращими у даному випадку будуть спеціальні жатки для збирання сої, або ж іншими словами – жатки з гнучким пальцевим брусом. Використання жатки із гнучким пальцевим брусом варто застосовувати тільки за умови великих площ низькозбираних культур (соя, горох тощо), адже низьке зрізання зумовлює роботу відповідного механізму в агресивних умовах (контакт робочого органа з ґрунтом, можливе попадання каміння і т. д.), що пришвидшує його спрацювання. Якщо такої можливості немає, то за невеликих посівних площ альтернативою можуть слугувати спеціальні гнучкі пристосування до звичайних жаток.

Ще один з шляхів підвищення ефективності збирання сої – використання теребильних (бральних) апаратів висмикувального типу, що унеможливить втрати бобів, а це в свою чергу дозволить значно зменшити втрати зерна.

Очевидно, що незалежно від жатки та типу комбайна, ефективність їх роботи, в першу чергу, залежить від правильних налаштувань.



**Висновки.** Проведеними дослідженнями встановлено, що фізико-механічні властивості окремих сортів сої є важливими для вибору оптимальних режимів роботи зернозбирального комбайна.

Щоб втрати були мінімальними, слід забезпечити такі налаштування елементів комбайна:

- висота зрізу стебла має бути на мінімально можливому рівні (нижче рівня розташування першого бобу);

- кінематичний показник мотовила повинен знаходитись у межах 1,2-1,3;

- виліт мотовила має бути на 15–30 см попереду пальцевого бруса різального апарату;

- зазор між приймальним шнеком та робочим столом жатки регулюють у межах  $15 \pm 2$  мм, залежно від врожайності сої;

- налаштування обертів молотильного барабана або ротора слід починати з найменшого рекомендованого в інструкції значення, оскільки пошкодження зерна росте у квадратичній залежності від зростання обертів;

- розпочати збирання щойно вміст вологи в зерні досягне 12%. Причому, при низькій вологості (<10 %) значно зростає пошкодження зерна, а при високій вологості (>14 %) окрім пошкодження зростає і рівень втрат за комбайном;

- за нормальних умов збирання рівень втрат за комбайном має знаходитись у межах 1–1,5 %.

Таким чином, застосуванням ефективних технічних засобів, якими є спеціалізовані жатки та приставки для збирання сої, можна, завдяки ефективному збиранню без втрат, збільшити врожайність сої на 200–300 кг/га, забезпечивши цим додатковий прибуток господарству.

### **Література**

1. Цизь К.Є. Дослідження фізико-механічних властивостей насіння сої / К.Є. Цизь, Р.В. Кірчук, А.В. Ришко // Сільськогосподарські машини - Луцьк, 2017. - №27. - С. 130-138.

2. Хайліс Г.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів./ Г.А. Хайліс, А.Ю. Горбовий, З.О. Гошко // Навч. посіб. - Луцьк.: Ковельська міська друкарня. 1998. - 267с.

3. Руднев С.Д. Фізико-механічні властивості сировини і продукції. Навчальний посібник / С.Д. Руднев. – Кемерово: Кемеровський технологічний інститут харчової промисловості, 2004. -117 с.

4. Царенко О.М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. -448 с.

5. Каленська С.М. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових / С.М. Каленська, Н.В. Новицька, Д.В. Андрієць // Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2011. – Вип. 69. – С. 74-78.

6. Колісник С.І. Технологічні аспекти вирощування насіння сої / С.І. Колісник // Насінництво. – К., 2008. – № 6. – С. 5-9.

7. Шевніков М.Я. Наукові основи вирощування сої в умовах лівобережного Лісостепу України : монографія / М.Я. Шевніков. – Полтава : ПП Крюков, 2007. – 208 с.

8. Занько М. Особливості збирання сої [Електронний ресурс]: журнал: Техніка та обладнання / УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Електрон. текст, 2013. <http://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-zbirannya-soyi> (дата звернення: 07.10.2017).