УДК: 631.53.01:633.854 DOI: 10.36710/IOC-2025-38-04

ПАРАМЕТРИ ВПЛИВУ НА СИЛУ РУЙНУВАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА

П. Ю. Бусаров

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

Соняшник є однією з основних олійних культур в Україні та світі. Тому ця культура потребує поглибленого вивчення її фенотипових ознак. Однією зі слабодосліджених ознак є сила руйнування насіння. В ході цього дослідження нами було відібрано 6 контрастних ліній соняшника, які вивчались в межах трьох послідовних врожаїв. Встановлено, що в середньому по колекції кореляції сили руйнування до маси ядра є стабільно високими протягом усіх періодів дослідження (r = 0,707, r = 0,643, r = 0,464). Також встановлено високу кореляцію сили руйнування з довжиною передньої частини насіння ha (r = 0,834).

Ключові слова: соняшник, насіння, фенотипування, сила руйнування, маса 1000 насінин, лушпинність.

Вступ. Олійні культури здавна вирощують як джерело їжі для людей та сировину для промисловості. Серед провідних олійних культур соняшник є основним джерелом високоякісної харчової олії та матеріалу для виробництва харчової продукції.

Окрім переробки на олію, насіння соняшнику використовують як сировину для кондитерської промисловості. Кондитерська промисловість спрямовує селекцію на виведення крупноплідних сортів та гібридів з цінними фізико-механічними якостями насіння, з масою 1000 насінин, яка у виробництві близька до 100 г, з підвищеним вмістом у насінні білка, з виходом чистого ядра (коефіцієнтом шеретування) не нижче 0,6–0,7 та іншими цінними ознаками (Aliyev 2022; Maklyak et al. 2023). Для кондитерського соняшника характерними є унікальні біохімічні показники насіння та можливість давати високі показники урожайності в межах 5 т/га (Ryabovol et al. 2019).

В Україні основними споживачами великоплідного соняшнику є кондитерські фабрики та заводи продтоварів, які займаються виготовленням солодощів на основі насіння соняшника, наприклад, халви. Для раціонального використання обладнання при механічному очищенні насіння соняшника від лушпиння важливо знати характеристики руйнування насіння і ядра соняшнику та їх залежність від вологості, лінії та розміру під дією стискаючого навантаження (Khodabakhshian et al. 2011).

Сила руйнування насіння є слабо дослідженим параметром. Gupta в результатах свого дослідження проводить залежність між показником сили руйнування насіння та її вологості. Khodabakhshian, підтверджуючи ці спостереження, також досліджує вплив видової різноманітності. В ході свого дослідження Khodabakhshian спростовує тезу про влив видового різноманіття на силу руйнування лушпиння, однак ці висновки робились для малої вибірки зразків, які не мали контрастного прояву ознак насіння. Наукові дослідження

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

*Corresponding author

цього питання потребують аналізу великої кількості даних і різноманіття генотипів.

Однією з основних характеристик насіння соняшника, яку враховують усі селекціонери, є маса 1000 насінин. Ця ознака корелює з врожайністю насіння, висотою рослини та діаметром кошику у соняшнику (Kaya et al. 2007). Лушпинність, як ознаку, визначають за відсотком маси лушпиння у насінині. Цей параметр залежить здебільшого від генотипу (Korkodola et al. 2022). Подальший відбір за цим параметром, дозволив отримати лінії що досягають мінімальних значень лушпинності – від 20 до 28% (Dedio 1982). Відомо, що лушпинність є фактором, що залежить від генетичних умов, але також відображає вплив зовнішніх факторів на рослину (Nel et al. 2000).

Для фенотипування рослинних об’єктів вже досить широко використовують цифрові зображення з фотокамер та багато різноманітних програм з аналізу зображень (Delwiche et al. 2013). Perez в своєму дослідженні використовує скануючий електронний мікроскоп (Perez et al. 2006). Polat у своєму дослідженні використовує для вимірювання побутовий сканер (Polat et al. 2023). Враховуючи широкий напрямок використання насіння соняшника та маштаби індустріальної обробки - важливо знайти зв’язок фізичних параметрів насіння, таких як сила руйнування, з генотипами існуючої колекції ліній соняшника *(Helianthus annuus)*, виявити лінії, що мають контрастні прояви.

Метою даного дослідження є виявлення зв’язків фізичних параметрів насіння, вивчення сили руйнування насіння та пошук пов’язаних з нею ознак та факторів.

Матеріали і методи досліджень Для дослідження було проаналізовано 196 ліній соняшника *(Helianthus annuus L.)* з колекції Інституту олійних культур НААН 2019 та 2020 року вирощування. З них було відібрано лінії з контрастними ознаками параметрів. Фізичні параметри похідних зразків вимірювались протягом 2023 та 2024 року, непродуктивні лінії були відкинуті. За результатами дослідження було відібрано 5 репрезентативних ліній.

Рослини вирощувались у селекційному розпліднику Інституту олійних культур НААН, що розташований на околицях міста Запоріжжя. Технологія вирощування соняшнику класична (Aksenov et al. 2013). Густота стояння рослин 40 тис. рослин на га. Площа ділянки 10 м^2. Насіння для дослідження отримане від самозапилення під індивідуальними ізоляторами.

Для дослідження з самозапилених рослин відбиралось по 10 випадкових виповнених насінин. Вимірювались маса та розміри насіння, сила руйнування насіння, маса ядра і лушпиння та колір лушпиння.

Для отримання показників розмірів, а також кольору насіння використано фотографування на стаціонарному фотоапараті, обладнаним макролінзою (Aliiev 2022). Отримані фотознімки насіння обробляли за допомогою комп'ютерної програми, яка розроблена на мові програмування Python (Vedmedyev et al. 2022). Отримані показники забарвлення насіння за трьома кольоровими складовими. Для даного дослідження використовувався коефіцієнт темності, який являє собою середнє всіх трьох кольорів за формулою KD = (R+G+B)/3. Програма обробки фотографій також дозволяє отримати розмірні параметри кожної насінини.

Сила руйнування лушпиння вимірювалась за допомогою експерементального пристрою (Aliiev 2022). На тензодатчику встановлено

© П. Ю. Бусаров

столик, на якому розміщується досліджуване насіння. На насіння за допомогою ручного кручення різьбової шпильки спускається прес з різьбовим ходом, який при крученні ручки по годинниковій стрілці плавно збільшує силу навантаження на предмет дослідження. Тензодатчик передає інформацію на комп'ютер у реальному часі. Комп'ютер відображає як поточно зчитану силу, так і максимальні значення поточного заміру, в Ньютонах. При руйнуванні лушпиння відбувається різке падіння показників, що зазвичай супроводжується звуком хрусту насінини. При цьому слід припинити накручування ручки. Максимальні значення зафіксовані до цього моменту беруться за значення сили руйнування лушпиння.

Статистична обробка результатів проведена у вигляді середніх значень і похибок (Schmuller 2021).

Кореляція між показниками вираховувалась за коефіцієнтом Пірсона. Для якісної оцінки коефіцієнтів кореляції застосували шкалу Чеддока (Babiyenko et al. 2022). В залежності від значень коефіцієнта кореляції зв'язок може мати одну з оцінок: r = 0,1-0,3 – слабкий; r = 0,3-0,5 – помітний; r = 0,5-0,7 – помірний; r = 0,7-0,9 – високий; r = 0,9-1,0 – вельми високий.

Результати досліджень та їх обговорення. У дослідженні було порівняно насіння вирощене за різних погодних умовах. Зокрема при різному забезпеченні вологою та різних температурах. Наявність опадів помісячно у роки вегетації представлено на рис.1.

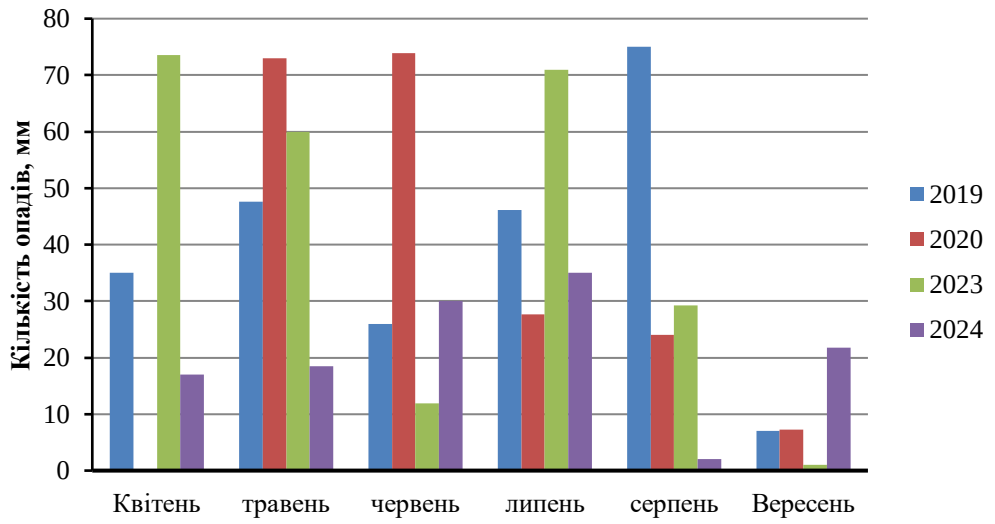

Рис.1. **Кількість опадів у дослідному полі ІОК НААН за роки досліджень: 2019, 2020, 2023, 2024**

Як можна побачити, графік опадів у 2019 та 2023 дуже схожий, а саме спостерігалась нестача опадів у червні. Однак для розвитку соняшнику це досить звичайні умови. Соняшник, при помірному зволоженні у квітні та травні, створює велику кореневу систему і може пережити нестачу опадів червня, особливо якщо при наливі насіння у червні та на початку серпня їх достатньо. Дуже сильно вирізняється 2024 рік який мав дуже мало опадів і створив дуже

© П. Ю. Бусаров

посушливі умови при яких рослини соняшнику повністю висохли, як і їх щупле насіння.

За температурним режимом 2024 рік виявився найспекотнішим у період наливу та формування насіння (рис. 2). Цей факт пояснює деякі результати спостережень за сформованим насінням ліній.

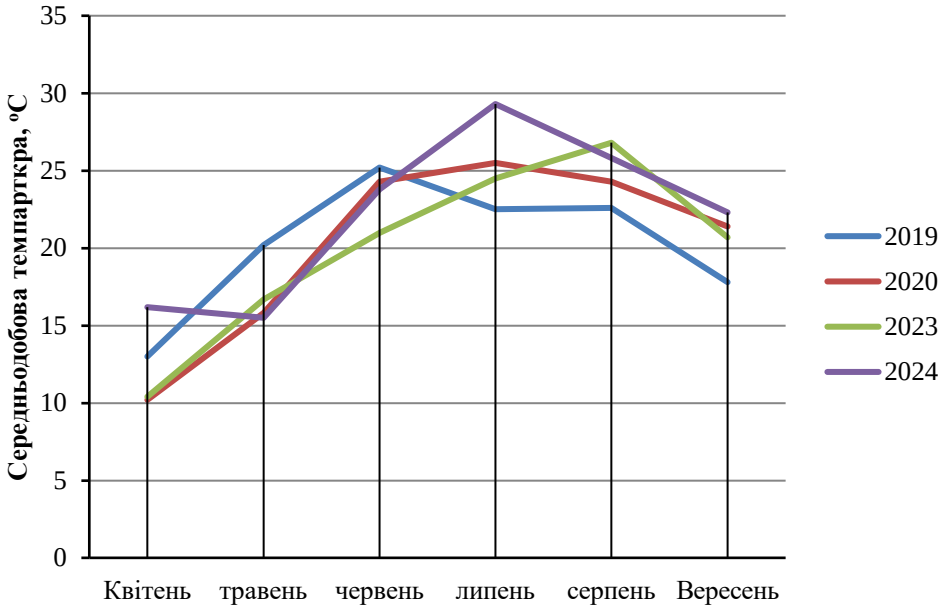

Рис.2. **Середньодобові температури у дослідному полі ІОК НААН за роки досліджень: 2019, 2020, 2023, 2024**

Уся колекція обсягом 196 зразків вивчалась по насінню 2019 та 2020 років. Середня довжина насінин в колекції за два роки у досліджених зразків соняшника варіювала між 7.3 мм та 18.0 мм. Середня маса тисячі насінин зразків колекції коливалась у межах від 9.47 г до 125 г. Середня лушпинність досягала 41%. Сила руйнування насіння спостерігалась до 25 Н.

Результати кореляційного аналізу показали деякі значущі закономірності між параметрами. Так, спостерігається значна кореляція сили руйнування з масою насіння r = 0,64, масою лушпиння r = 0.48, коефіцієнтом об'єму r = 0,44 , а також з масою ядра r = 0,71. З іншими параметрами кореляції сили руйнуваннях в межах від r = -0,1 до r = 0,2, що не є значущими показниками кореляції.

Лінії для подальшого спостереження були відібрані за результатами наступних міркувань: Орн1 за великими розмірами насінин – коефіцієнт об'єму – 640, та високим показником лушпинності – 50%; L3333 за малими розмірами насіння – коефіцієнт об'єму 195; КГ110 за малою силою руйнування – 13Н при малих розмірах насінини; КГ101 за малим показником сили руйнування – 10Н, але з розмірами близькими до середніх; 160в за високім значенням сили руйнування – 45Н. Протягом трьох років послідовно досліджувалась група з цих п'яти ліній: 160в, L3333, I2K2848-2, КГ101, Орн1. Результати вимірювань ліній колекції за 2019–2020 рік представлено у таблиці 1.

© П. Ю. Бусаров

Таблиця 1

Параметри насінин врожаю 2020, 2023, 2024 років

Назва	Рік	Довжина, мм	Ширина, мм	Товщина, мм	Коефіцієнт об'єму	Темність	Площа, мм^2	Маса 1000 насінин	Сила руйнування, Н	Маса ядра, мг	Маса лушпиння, мг	Лушпинність, %
Ібов	2020	13,2 ±0,29	5,3 ±0,39	4,82 ±0,338	339±11,2	47 ±2,1	109 ±5,4	53,8 ±4,05	44 ±4,4	36±2,0	17±1,0	32±1,3
	2023	12,8±0,39	6,0±0,15	4,69±0,122	359±7,2	29±1,2	104±5,1	68,8±1,21	38±3,1	37±2,0	31±1,0	52±1,5
	2024	18,87±0,28	11,8±1,06	12,6±1,210	2793±2,5	42±1,93	200±10,0	29,0±4,31	22±3,4	21±1,4	20±1,7	78±6,3
L3333	2020	13,2 ±0,24	4,3 ±0,07	3,41 ±0,077	195±7,8	47 ±3,2	84 ±1,3	33,4 ±1,30	18 ±3,6	23±1,0	10±1,0	30±4,5
	2023	11,4±0,29	4,1±0,12	3,56±0,379	160±9,7	25±1,8	82±3,7	27,1±2,74	23±4,1	18±1,0	8±0, 8	31±1,0
	2024	18,7±0,21	11,2±0,57	9,83±0,334	2050±7,2	28±0,9	156±4,1	27,0±1,35	34±5,3	18±0,9	9±0, 5	34±1,1
КГ110	2020	11,0 ±0,31	5,0 ±0,20	3,66 ±0,121	200±3,7	57 ±4,7	73 ±4,1	24,5 ±1,22	13 ±2,6	20±1,0	10±1,0	32±1,7
	2023	13,4±0,34	6,7±0,21	4,98±0,451	445±5,1	85±7,1	31±3,2	113,7±4,57	36±4,4	30±1,0	10±1,0	61±1,7
	2024	17,1±0,16	11,7±0,33	10,03±0,318	2009±14,7	37±1,3	161±6,9	26,0±1,89	23±3,2	17±1,1	9±0,9	35±1,2
12К2848-2	2020	12,9±0,20	5,8 ±0,13	4,17 ±0,124	314±4,8	100 ±4,6	100 ±4,9	37,9 ±2,28	17 ±2,5	25±1,0	12±1,0	34±1,4
	2023	12,90±0,25	5,8±0,29	4,17±0,173	314±7,3	31±4,8	100±7,0	37,9±2,17	17±1,7	24±1,0	12±1,0	34±1,5
	2024	20,0±0,29	11,0±0,14	10,3±0,437	2274±6,1	33±0,8	228±11,6	64,7±2,02	32±3,7	37±1,3	27±0, 9	42±0,8
КГ101	2020	11,7 ±0,19	7,1 ±0,25	5,26 ±0,124	435±9,9	108 ±2,6	108 ±5,6	41,6 ±2,47	9 ±1,6	27±1,0	14±1,0	31±1,4
	2023	11,7±0,19	7,1±0,01	5,26±0,134	435±4,5	26±4,4	108±8,9	41,6±3,12	9±0,9	27±1,0	14±1,0	31±2,6
	2024	17,8±0,19	12,2±0,18	11,11±0,303	2425±12,4	45±3,8	210±10,1	34,4±2,57	29±2,7	19±2,0	20±2,1	64±9,5
Орн1	2020	15,5 ±0,12	7,9 ±0,11	5,21 ±0,127	640±7,8	154 ±3,5	154,3±8,6	61,7±3,21	27 ± 2,4	31±2,0	30±2,0	49±5,8
	2023	15,5±0,22	7,9±0,13	5,21±0,071	640±6,1	36±6,1	154±9,1	61,7±8,10	27±3,5	031±1,0	30±1,0	49±1,9
	2024	20,7±0,12	10,6±0,13	11,31±0,146	2477±21,1	46±1,0	224±8,84	38,2±0,96	20±2,6	14±5,6	23±0,5	62±0,8

© П. Ю. Бусаров

Врожай отриманий в 2023 році демонструє незначне збільшення середніх значень розмірних та масових показників насінини. Середня довжина насіння сягнула 12,3 мм, її ширина та товщина 4,4 та 4,2 мм відповідно. Середній показник коефіцієнту об'єму – 250. Коефіцієнт об'єму демонструє збільшення на 33%. Середня маса 1000 насінин досягла 47,4 г, що на 39% більше ніж у материнської колекції. Значно збільшились середнє значення сили руйнування серед досліджуваних ліній – на 91% і досягла 40 Н.

Зафіксовані у вхідній колекції значення кореляцій дещо зменшились, але залишаються помітними – сила руйнування з масою тисячі насіння (r = 0,4488), з масою ядра (r = 0,448) та з масою лушпиння (r = 0,509). Результати 2023 року також демонструють помірну кореляцію сили руйнування з довжиною насінини (r = 0,397) Також кореляційний зв'язок темності з коефіцієнтом об'єму є помітним (r = -0,333).

За розмірними ознаками ліній спостерігається збільшення довжини, ширини та товщини у 2024 році порівняно з 2020 та 2023 роками.

Лінії 160в та Орн1 демонструють зменшення середнього розміру насіння 2023 року – обидві лінії мають втрату в коефіціієнті об'єму насінини 17%.

У лінії 160в, що 2020 року демонструвала великі показники лушпинності, підтвердила спостереження (до 53%). При цьому тільки у лінії 160в спостерігається зменшення сили руйнування насінини – на 13%, що згідно з відповідною кореляцією значень, є нетиповим.

У інших ліній, окрім 160в згідно до збільшення розміру насінини, спостерігається і збільшення значень сили руйнування – від 30% у лінії L3333 до 188% у лінії I2K2848-2 (рис. 3).

В 2024 році, порівняно з 2023 роком, спостерігається збільшення середніх масових та розмірних значень насіння. Середня довжина насіння досягає 18,6 мм, що на 32% більше ніж в минулому році. Збільшення коефіцієнту об'єму також є значним – 2396, що на 40% більше. Середня маса 1000 насінин – 40 г, що на 20% менше за минулорічні показники. Значення лушпинності дещо впали – при середньому значенні лушпинності 53%, спостерігається зменшення на 6%. Середні значення сили руйнування також зменшились – 31Н, зменшення на 2%.

Отримані показники сили руйнування насіння всіх років дослідження (F =3,1 – 45 Н) значно нижчі ніж результати дослідження Khodabakhshian (F = 30.06 – 117.46 Н) (Khodabakhshian et al. 2011).

Спостерігається загальна тенденція до збільшення розмірів при малій масі насіння, і відповідно — маси ядра насіння. Що свідчить про слабку виповненість насіння серед врожаю досліджуваних ліній цього року.

Кореляційний аналіз серед ліній 2024 року має різноманітні зміни значень відносно минулих років. Кореляційна залежність між значеннями Сили руйнування та маси тисячі (r = 0,288), довжини насіння (r = -0,104), не зберігає минулорічних високих показників. При цьому зберігається помірна негативна кореляція сили руйнування до коефіцієнту об'єму (r = -0,480) та до маси ядра (r = 0,464). Також вперше прослідковується помітна негативна кореляція між силою руйнування та лушпинністю (r = -0,540).

У лінії 160в в цьому році продовжує спостерігатись збільшення показника лушпинності – на 65%, досягаючи 78% лушпинності. На фоні зросту лушпинності у цього сорту спостерігається також падіння значень сили руйнування на 13%.

© П. Ю. Бусаров

Лінія L3333 цього року демонструє відмінні від середніх зміни. Ця лінія стала єдиною, серед досліджуваних у якої спостерігається збільшення показників маси тисячі на 72%, маси ядра на 71% та падіння лушпинності на 2%. При цьому спостерігається збільшення коефіцієнту об'єму на 1174%.

Лінія КГ101 демонструє невелике збільшення сили руйнування насіння – на 6%, при зменшенні середньої маси ядра на 57%, коефіцієнту об'єму на 386%

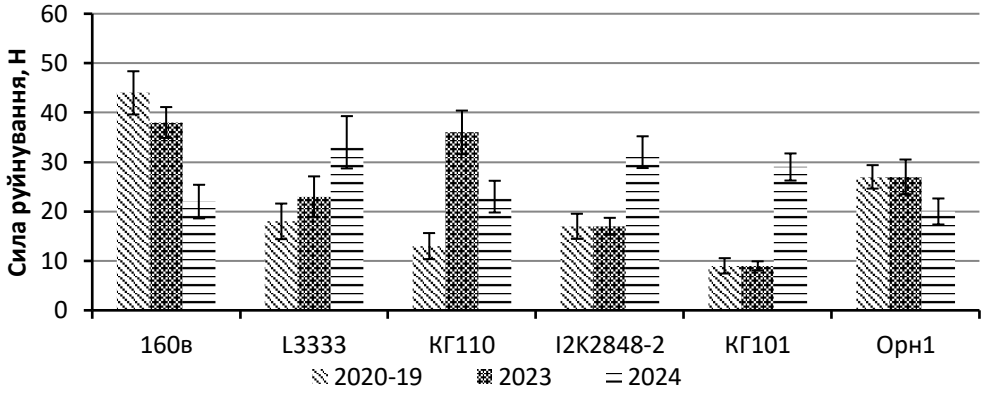

Рис. 3. **Показники сили руйнування ліній відповідних років**

За результатами представленими на рис. 3 встановлено, що найбільш стійким фактором впливу на силу руйнування насінини є маса ядра. Вхідна колекція (r = 0,707), врожай 2023 року (r = r = 0,643) та врожай 2024 року (r = 0,464) демонструють високі значення цієї кореляції. Також між роками спостерігається поступове зменшення цих кореляцій, що може вказувати на дедалі більшу присутність інших факторів впливу на силу руйнування.

Цей висновок є закономірним, враховуючи зафіксовану в насінні більшу лушпинність, а відповідно – меншу виповненість насіння. Зі зменшенням об'єму ядра в насінні, вплив ядра на силу руйнування стає меншим. Відповідно, зростає вплив інших факторів. Цим пояснюється різке падіння кореляції сили руйнування до лушпинності до негативних значень (r = -0,540) в 2024 році.

Ще одним таким фактором також є коефіцієнт об'єму, що зберігає стабільно високі значення серед кореляцій значень усіх років. Результати вхідної колекції (r = 0,44), врожаю за 2023 рік (r = -0,33) та 2024 рік (r = -0,48) є статистично значущими. Згідно закону Гука жорсткість залежить від форми та розмірів тіла, а також від матеріалу з якого тіло виготовлене. Ця кореляція не є прямолінійною, а отже присутні також інші залежності, які впливають на цей показник. Так, в 2024 році лінія L3333 попри незначне збільшення лушпинності (+ 3%) та падіння значень коефіцієнту об'єму (-17%) – демонструє помітне збільшення значень сили руйнування (+30%). Таке спостереження не прослідковується у інших ліній, що згідно закона Гука може вказувати про куди більший вплив структури, матеріалу лушпиння серед зразків цієї лінії.

Раніше в дослідженнях кондитерського соняшнику, результати дослідів показали статистично значущий вплив вмісту вологи на здатність до лущення. Водночас виявлено, що різні гібриди мають відмінні характеристики лущення і для кращого результату обрушуванності вимагають різної вологості (Figueiredo

© П. Ю. Бусаров

et al. 2011). Враховуючи, що в нашому досліді всі зразки мали одні умови вологості, результати підтверджують варіативність серед зразків за фактором сили руйнування насіння серед ліній.

Висновки. Встановлено, що серед усієї колекції коефіцієнти кореляції сили руйнування з масою ядра є стабільно високими в кожному з років дослідження (r = 0,707, r = 0,643, r = 0,464).

В 2024 році спостерігались несприятливі погодні умови. Лінії продемонстрували збільшення лушпинності, та зменшення виповненості насіння. Зменшення відносної маси ядра в насінині привело до збільшення кореляції лушпинності з силу руйнування (r = -0,540).

Лінія L3333, протягом усіх періодів дослідження, за отриманими фенотиповими ознаками значно відрізнялась від інших ліній, а також значно відрізнялась від очікуваних за кореляціями. Насіння цієї лінії в 2024 році демонструє збільшення сили руйнування при падінні об'єму насінини та маси ядра, що помітно відрізняється від результатів кореляції.

References

Aksenov IV, Kutishcheva NN, Vedmedeva EV (2013) Agrotekhnicheskiye osobennosti vozdelyvaniya podsolnechnika: monografiya. Zaporozh'ye: TOV «Fabrika Vol'f», 86 s.

Aliiev EB (2022) Avtomatychne fenotypuvannya nasinnyevoho materialu sonyashnyku: monohrafiya. Kyyiv: Ahrarna nauka. 104. ISBN 978-966-540-540-5

Babiyenko VV, Mokiyenko AV, Levkovs′ka VYU (2022) Biostatystyka : navchal′no-metodychnyy posibnyk. Odesa : Pres-kur″yer.180 s.

Dedio W (1982) Variability in hull content, kernel oil content, and whole seed oil content of sunflower hybrids and parental lines. Canadian Journal of Plant Science. 62(1): 51-54

Dedio W (1995) Association of sunflower achene color with other achene characters and bird preference. Canadian journal of plant science. 75.2: 377-380

Figueiredo AK, Baumler E, Riccobene IC, Nolasco SM (2011)Moisture-dependent engineering properties of sunflower seeds with different structural characteristics. Journal of Food Engineering. 102 (1): 58-65

Delwiche SR, Yang IC, Graybosch RA (2013) Multiple view image analysis of freefalling US wheat grains for damage assessment. Computers and Electronics in Agriculture. 98: 62-73 DOI: 10.1016/j.compag.2013.07.002.

Perez EE, Crapiste GH, Carelli AA (2007) Some physical and morphological properties of wild sunflower seeds. Biosystems engineering. 96.1: 41-45

Kaya Y, Evci G, Durak S, Pekcan V, Gücer T (2007) Determining the relationshipsbetween yield and yield attributes in sunflower. Turkish J. Agric. For., 31(4): 237–244 DOI: 10.3906/tar-0610-2

Khodabakhshian R, Emadi B, Abbaspour FM, Saiedirad M (2011) Modeling the Fracture Resistance of Sunflower Seed and Its Kernel as a Function of Moisture Content, Variety, Size and Loading Orientation. International Journal of Food Engineering. 7(3) DOI: 10.2202/1556-3758.2118

Korkodola MM, Maklyak KM (2022) Formuvannya lushpynnosti nasinnya kondyters′koho sonyashnyku zalezhno vid ahrotekhnichnykh pryyomiv vyroshchuvannya.. "Naukovi zasady pidvyshchennya efektyvnosti sil′s′kohospodars′koho vyrobnytstva": materialy VI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, prysvyachenoyi yuvileynym richnytsyam prof. O. M.

© П. Ю. Бусаров

Mozheyka, V. V. Myloho, YU. V. Bud′onoho, I. I. Nazarenka. 29-30 lystopada 2022r. Kharkiv. Derzhavnyy biotekhnolohichnyy universytet: 159-161

Maklyak KM, Korkodola MM (2023) Osoblyvosti tekhnolohiyi vyroshchuvannya sonyashnyku kondyters′koho napryamu vykorystannya, Instytut roslynnytstva imeni V.YA. Yur'yeva NAAN Ukrayiny. Selektsiya i nasinnytstvo 124: 76-93 DOI: 10.30835/2413-7510.2023.293894

Miklič V (2012) Effect of location and harvesting date on yield and 1,000-seed weight of different sunflower genotypes. Romanian Agricultural Research. 29(29): 219-225

Nel AA, Loubser HL, Hammes PS (2000) The effect of environment and cultivar on sunflower seed. I. Yield, hullability and physical seed characteristics. South African Journal of Plant and Soil. 17.3: 133-137

Polat MY, Özcan A, Uygun S, Aydin O (2023) Measurement of projected areas in some confectionery sunflowers (Helianthus annuus L.) seeds by image processing technique. Selcuk journal of agricultural and food sciences. 37(1): 145–154 DOI: 10.15316/sjafs.2023.015

Jafari S (2011) Study on mechanical properties of sunflower seeds. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 14.1: 06

Ryabovol LO, Rakul IO, Kotsuba SP (2019) Value of created experimental hybrides of sunflower confectionery of use. Naukovì Dopovìdì Nacìonal′nogo Unìversitetu Bìoresursiv ì Prirodokoristuvannâ Ukraïni. 1(77): 1-9

Vedmedyev SR, Tereshchenko EV (2022) Stvorennya tsyfrovoyi modeli sonyashnyka. Suchasni problemy i dosyahnennya v haluzi radiotekhniky, telekomunikatsiy ta informatsiynykh tekhnolohiy: Tezy dopovidey KHI Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (12-14 hrudnya 2022 r., m. Zaporizhzhya). Zaporizhzhya: NU «Zaporiz′ka politekhnika»: 136–137

Schmuller J (2021) Statistical analysis with Excel for dummies. John Wiley & Sons. 576 p.

PARAMETERS INFLUENCE ON THE DESTRUCTION FORCE OF SUNFLOWER SEEDS

P. Yu. Busarov

Institute of Oilseeds of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

The confectionery industry directs selection to the development of large-fruited varieties and hybrids with good physical and mechanical qualities of seeds, with a mass of 1000 seeds, which in production is close to 100 g, with a high yield of clean kernels and other valuable characteristics. The strength of seed destruction that determines the peeling process is a poorly studied parameter. The purpose of this study is to identify the relationships of physical parameters of seeds, study the strength of seed destruction and search for related signs and factors. For the study, 196 lines of sunflower (Helianthus annuus L.) from the collection of the Institute of Oilseeds of the NAAS in 2019 and 2020 were analyzed. From them, lines with contrasting signs of parameters were selected and continued to be studied during 2023 and 2024. For the study, 10 random filled seeds were selected from self-pollinated plants. The mass and dimensions of the seeds, the strength of the seeds, the mass of the kernel and husk, and the color of the husk were measured. To obtain indicators of the size and color of the seeds, photography was used on a stationary camera equipped with a macro lens.

© П. Ю. Бусаров

The obtained photographs of the seeds were processed using a computer program developed in the Python programming language. The obtained indicators of the color of the seeds according to three color components were obtained. The strength of the husk destruction was measured using an experimental device. The study compared seeds grown in different weather conditions. In particular, with different moisture supply and different temperatures. The year 2024 stands out very much, which had very little precipitation and created very dry conditions in which sunflower plants completely dried out, as did their fragile seeds. The average length of seeds in the collection for 2019 and 2020 varied between 7.3 mm and 18.0 mm. The average mass of a thousand seeds of the collection samples ranged from 9.47 g to 125 g. The average huskiness reached 41%. The breaking force of seeds was observed up to 25 N. The results of the correlation analysis showed some significant patterns between the parameters. Thus, there is a significant correlation of the breaking force with the seed mass r = 0.64, the husk mass r = 0.48, the volume coefficient r = 0.44, and also with the kernel mass r = 0.71. With other parameters, the correlation of the breaking force ranges from r = -0.1 to r = 0.2, which are not significant correlation indicators. The harvest obtained in 2023 demonstrates a slight increase in the average values of the dimensional and mass indicators of the seed. The average seed length reached 12.3 mm, its width and thickness were 4.4 and 4.2 mm, respectively. The average volume coefficient is 250. The volume coefficient shows an increase of 33%. The average weight of 1000 seeds reached 47.4 g, which is 39% more than in the mother collection. The average value of the breaking force among the studied lines increased significantly - by 91% and reached 40N. In 2024, adverse weather conditions were observed. The lines demonstrated an increase in huskiness and a decrease in seed filling. A decrease in the relative mass of the kernel in the seed led to an increase in the correlation of huskiness with the breaking force (r = -0.540). According to the presented studies, it was found that the most stable factor influencing the breaking force of the seed is the kernel mass. The incoming collection (r = 0.707), the 2023 harvest (r = r = 0.643) and the 2024 harvest (r = 0.464) demonstrate high values of this correlation. There is also a gradual decrease in these correlations between years, which may indicate the increasing presence of other factors influencing the breaking force. This conclusion is logical, taking into account the greater huskiness recorded in the seeds, and, accordingly, the lower seed fullness. With a decrease in the volume of the kernel in the seed, the influence of the kernel on the breaking force becomes smaller. Accordingly, the influence of other factors increases. This explains the sharp drop in the correlation of the breaking force to huskiness to negative values (r = -0.540) in 2024. Another such factor is also the volume coefficient, which maintains consistently high values among the correlations of values of all years. The results of the incoming collection (r = 0.44), the harvest for 2023 (r = -0.33) and 2024 (r = -0.48) are statistically significant. According to Hooke's law, stiffness depends on the shape and size of the body, as well as on the material from which the body is made. This correlation is not linear, and therefore there are also other dependencies that affect this indicator. The L3333 line, during all periods of the study, differed significantly from other lines in terms of the obtained phenotypic characteristics, and also differed significantly from those expected from the correlations. The seeds of this line in 2024 demonstrate an increase in breaking strength with a decrease in seed volume and kernel mass, which is noticeably different from the correlation results.

Keywords: sunflower, seeds, phenotyping, crushing strength, 1000-seed weight, huskiness.

© П. Ю. Бусаров