

Перевалов Л.І., к.техн.н., професор, Голодняк В.О., к.техн.н., консультант,
Демидов І.М., д.техн.н., професор, Тимченко В.К., к.техн.н., професор,
Півень О.М., к.техн.н., професор, Мольченко С.М., к.техн.н., доцент

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРУШУВАННЯ ВИСОКООЛІЙНОГО СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ДІЇ ВІДЦЕНТРОВОГО ПОЛЯ

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків,
Україна*

Ключові слова: високоолійний соняшник, морфологія та хімічний склад насіння, мінусові температури, обрушування, відцентрова дія.

Вступ. У 60-ті роки минулого століття, завдяки науковим розробкам академіка В.В. Пустовойта та його послідовників відбулись революційні зміни у сировинній базі соняшникової олії. В результаті селекції соняшнику було одержано високоолійний сорт соняшнику (олійність насіння зросла з 36-37 % до 52-54 %), а вихід олії з нього збільшився майже вдвічі [1, 2].

Насіння високоолійних сортів і гібридів соняшнику має особливості морфології, а саме: менший розмір насіння, менша (400→100 мкм) товщина оболонки; вона стала більш еластичною.

Аналогічні зміни відбулись також зі структурними елементами плодової оболонки. Так, стали більш тонкими так звані склеренхими, що складаються з товстостінних клітин, розташованих уздовж довгої осі насінини і мають добре виражену систему мікроканалів. Склеренхими визначають міцнісні характеристики лушпиння. Подібні зміни характерні і для менш міцних паренхимних рядів, які пронизують склеренхиму у радіальному напрямку [1, 3, 4].

Скоротився, а, в деяких випадках майже повністю зник повітряний прошарок між ядром і плодовою оболонкою, що спричинило зростання механічного зв'язку між ними і збільшило роботу руйнування насіння.

Іншим, у порівнянні зі звичайними сортами соняшнику, виявився біохімічний склад плодової оболонки та її структурних елементів.

Найважливішими хімічними компонентами клітин склеренхими і паренхимних рядів є високомолекулярні вуглеводи (целюлоза, геміцелюлоза, пектин, лігнін).

Довгі нерозгалужені кристалічні молекули целюлози агреговані у пучки – мікрофібрили, які містяться в матриці, що складається з геміцелюлоз і пектинів.

Наявність целюлозної основи обумовлює механічну міцність і еластичність плодової оболонки.

Між волокнами целюлози укорінюються молекули лігніну, інструють їх та надають клітинній оболонці значної пружності і твердості.

Наявність в лігнін різноманітних полярних груп і вуглеводневих радикалів дозволяє вважати його сорбентом із діфільними властивостями; поверхня такого сорбенту здатна взаємодіяти як з вологою, так і з ацилгліцеридами олії [1, 5].

Лушпиння високо олійних сортів і гібридів містить 61-72 % целюлози та 25-30 % лігніну [6].

До складу плодової оболонки високо олійного соняшнику входить до 3,0-3,9 % білків.

Таким чином, основна структуроутворююча частина плодової оболонки високо олійного соняшнику має гідрофільний характер.

Масова частка неполярних ліпідів у плодовій оболонці високо олійного насіння майже у 3 рази вище і складає 2,7-5,0 % [7, 8]. До складу ліпідів входять: 1,6-2,3 % олії, 60 % воскоподібних речовин ($t_{пл.} \sim 76,5 \text{ }^\circ\text{C}$) і 15-24,0 % неомилених речовин [7].

Зазначені вище особливості морфології та біохімічного складу плодової оболонки насіння високоолійного соняшнику утруднюють зберігання і технологію його переробки і, перш за все, технологію обрушування.

За причини зменшення повітряного прошарку між оболонкою та ядром та підвищення еластичності оболонки змінився механізм руйнування насіння високо олійного насіння соняшнику. Насіння сучасної селекції сприймають силу удару під час обрушування усіма частинами насінини (оболонкою та ядром одночасно). В результаті зріс вихід подрібненого ядра, січки та олійного пилу. Як наслідок, знизився ступінь обрушування, частка лушпиння у ядровій фракції збільшилась до 12-15,0 %, що спричинило погіршення якості пресової олії.

Подолання основних технологічних недоліків високоолійного насіння соняшнику під час обрушування виявилось можливим завдяки інноваційній технології обрушування насіння в охолодженому до мінусових температур стані, яку розроблено на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП» [9, 10].

За умови використання цієї технології досягнуто якісного обрушування (до 95-100,0 %) за один прохід високоолійного насіння широкого фракційного складу через відцентрову насіннерушку [9], насіння з мінімальним прошарком або без нього [11] в інтервалі вологості від 1-3 до 10-15 [9, 12]. З'явилась також можливість вирішувати нетрадиційні технологічні задачі [13, 14].

В процесі пошуку раціональних умов обрушування за новою технологією детально вивчено вплив вологості (W-фактора), сили удару насіння об деку (N-фактора) та напрямку удару (гострим або тупим кінцем, Q_r-фактора орієнтації) [12, 13, 14].

Роль мінусових температур у запропонованій технології вивчено недостатньо; роль вологості під час обрушування насіння у замороженому стані також потребує додаткових досліджень.

Постановка проблеми. Метою даного дослідження є розширення теоретичних уявлень щодо механізму руйнування плодової оболонки під час обрушування високо олійного насіння за умови мінусових температур та дослідження можливості керування цим технологічним процесом.

У відповідності із зазначеною метою сформульовано наступні задачі дослідження:

- вибрати об'єкт дослідження та дослідити його технологічні властивості;
- визначити експериментальні та розрахункові показники процесу обривування за умови мінусових температур;
- теоретичне осмислення та узагальнення результатів експериментальних досліджень.

Викладення основного матеріалу досліджень

Об'єктом дослідження вибрано сорт високоолійного соняшнику Український F1, що мав тонкий повітряний прошарок між ядром та оболонкою ($7 \pm 0,5 \cdot 10^{-3}$ мм) та середню товщину плодової оболонки ($0,35 \pm 0,011$ мм) [11].

З початкової суміші насіння на щілинних ситах відокремлено робочу фракцію насіння 3,2-3,4 мм, вміст якої склав 26,7 %.

Основні технологічні показники робочої фракції насіння наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Технологічні показники фракції 3,2-3,4 мм насіння соняшнику Український F1

Фракція насіння, мм	Лушпинчатість, % мас.	Вміст ядра, % мас.	Початкова вологість, % мас.			Маса 1000 шт., г	Вміст фракції у початковій суміші, % мас.
			6,0	4,7	10,8		
3,2-3,4	26,4	73,6	6,0	4,7	10,8	77,0	26,7

Зазначену робочу фракцію методом діагонального поділу розділено на 2 частини, одну з яких висушили до вологості 1,0 % мас. (вологість ядра 0,68, а лушпиння 1,79 % мас.).

Підготовлена таким чином фракція позиціонована в роботі як «суха». Її охолоджували дією рідкого азоту в інтервалі температур 0 – мінус 196 °С.

Обривування насіння чинили методом однократного спрямованого удару за один прохід скрізь насіннерушку 2- Іхно за умови швидкостей ротору $\omega=20,0; 23,3$ і $26,7 \text{ c}^{-1}$ [15, 16, 17].

Експериментальні дані щодо характеристики процесів обривування сухого насіння представлено у вигляді температурних залежностей коефіцієнта обривування (K_0) і коефіцієнта збереження цілого ядра ($K_{з.я.}$), які характеризують ступінь руйнування плодової оболонки і вихід цілого ядра (рис. 1а, 1б).

З рис. 1а видно, що коефіцієнт обривування сухого насіння ($K_0^{1,0}$) у досліджуваному інтервалі температур (від 0 до -196 °С) близький до максимального ($K_0^{1,0}=0,90-0,99$) та залежить від температури та швидкості обертання ротору. Причому, за умови $\omega_{\max}=26,7 \text{ c}^{-1}$ граничне значення $K_0^{1,0}=0,99$ залишається незмінним як за температури +10 °С, так і за мінусових температур.

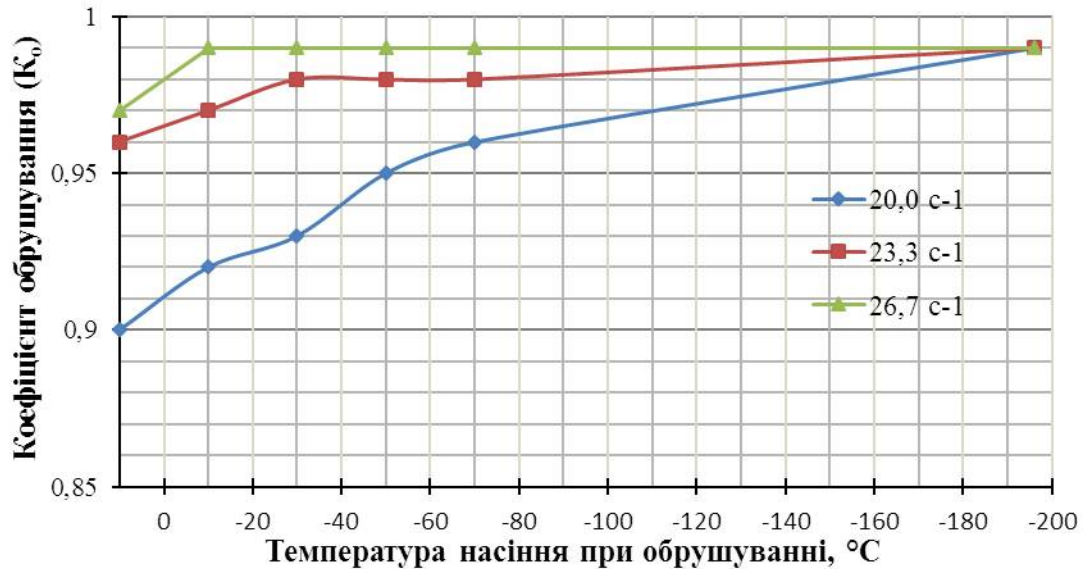


Рисунок 1а – Вплив температури насіння при оброщуванні соняшнику вологістю 1,0% на коефіцієнт оброщування (K_0) при зміні швидкості обертання ротору

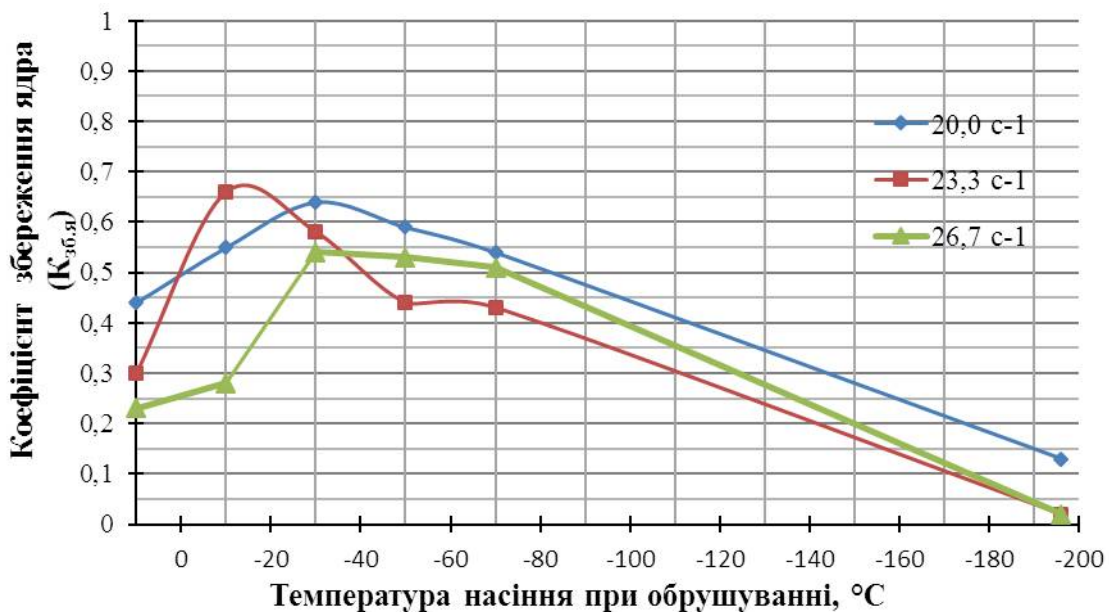


Рисунок 1б – Вплив температури насіння при оброщуванні соняшнику вологістю 1,0% на коефіцієнт збереження ядра ($K_{зб.я}$) при зміні швидкості обертання ротору

На перший погляд здається, що якісного оброщування можна досягти і без заморожування. Але детальний аналіз складу рушанок (за умови $K_0^{1,0}=0,99$) щодо виходу січки та олійного пилу виявляє суттєву різницю. Так, зниження температури з $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ спричиняє зменшення виходу січки у 2,3 рази, а олійного пилу у 2,8 рази. Мінімальні значення цих величин спостерігаються в інтервалі температур $-30\text{--}50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Але за умови граничної мінусової температури $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $\omega=26,7\text{ с}^{-1}$ спостерігаються максимальні значення виходу січки (29,8 %) та олійного пилу (18,3 %).

Таким чином, показано, що раціональними умовами оброщування сухого насіння, які дозволяють досягнути граничну глибину оброщування ($K_0^{1,0}=0,99$) за умови мі-

німальних виходів січки та олійного пилу, є температура охолодження в інтервалі -30 – -50 °C і швидкість обертання насіннерушки $\omega=26,7$ с⁻¹.

Теоретичні тлумачення та узагальнення результатів дослідження

У теперішній час процес обрушування високоліїного насіння соняшнику методом однократного спрямованого удару за плюсових температур досліджено достатньо повно як для статичних, так і для динамічних умов [15].

Намагання застосувати виявлені закономірності до процесу обрушування за умови мінусових температур стикається з серйозними труднощами. Головною перешкодою є відсутність необхідних даних щодо фізико-механічних властивостей плодової оболонки та її біохімічних складових, а тим більше зміни цих властивостей за мінусових температур.

За цих умов під час аналізу експериментальних даних введено ряд припущень і спростувань, зокрема конкретні фізико-механічні властивості (міцність, пластичність, крихкість) замінено узагальненим показником «комплекс фізико-механічних властивостей». Було прийнято, що мінусові температури і швидкість обертання ротору під час обрушування впливають на фізико-механічні властивості насіння незалежно. І, нарешті, фізико-механічні (пружно-пластичні) показники насіння можна представити у вигляді адитивної суми цих показників для структурних складових цього насіння.

Раніше було відмічено, що основою «каркасу міцності» плодової оболонки є волокнисті структури целюлози. Тому однією з основних причин зростання коефіцієнту обрушування сухого насіння під час переходу від плюсових до мінусових температур є зміна базових фізико-хімічних властивостей целюлозних волокон з твердою адсорбційною поверхнею в бік підвищення їх міцності.

Складніше оцінити вплив целюлозних волокон, вкритих адсорбованою олією, яка обумовлює біологічну активність плодової оболонки. Складність цієї задачі полягає у відсутності даних щодо реології соняшникової олії за мінусових температур.

За даними спеціального експерименту щодо зміни агрегатного стану соняшникової олії в інтервалі температур від $+20$ °C до -196 °C було показано, що целюлозні волокна з адсорбованою олією – це практично єдина складова плодової оболонки, яка підвищує її пластичність зі зниженням температури.

Відмічено, що найсуттєво збільшується пластичність плодової оболонки в інтервалі температур -30 – -50 °C, коли олія набуває пластилиноподібної консистенції. Саме в цьому температурному інтервалі спостерігається мінімальний вихід січки та олійного пилу. Тому можна стверджувати, що можливою причиною аномального зниження виходів січки та олійного пилу є досягнення певного критичного співвідношення між міцнісними і пластичними характеристиками плодової оболонки.

Що стосується аномально високих значень виходу січки та олійного пилу за $t=-196$ °C, то це можна пояснити явищем «кріогенної крихкості» органічних високомолекулярних сполук за кріотемператур.

Що стосується структуроутворюючих білків, які містяться у плодовій оболонці в кількості біля 3,0 %, то вони як тверді речовини за умови зниження температури будуть

поступово змінювати пластично-міцнісні характеристики в бік підвищення міцності і разом з целюлозними волокнами зміцнювати плодову оболонку.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Вперше проведено дослідження закономірностей обрушування високоолійного насіння соняшнику гібриду Український F1 в умовах дії мінусових температур.

Виявлено, що раціональними умовами обрушування сухого насіння, які забезпечують граничну глибину обрушування ($K_0^{1,0}=0,99$) при мінімальних виходах січки та олійного пилу є температура охолодження в інтервалі $-30\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$ і швидкість обертання ротору відцентрової насіннерушки $\omega=26,7\text{ c}^{-1}$.

На підставі літературних даних та результатів досліджень проведено детальний теоретичний аналіз щодо причин зміни фізико-механічних властивостей (міцності, пластичності) плодової оболонки насіння соняшнику в умовах мінусових температур.

Одержані наукові результати досліджень вносять суттєвий вклад в теорію і практику обрушування олійного насіння, яке має морфологічні особливості будови та біохімічного складу плодової оболонки.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розширення теоретичних уявлень процесу обрушування високоолійного насіння за умови зміни його початкової вологості.

Література

1. Пустовойт В.С. Подсолнечник / В.С. Пустовойт// Руководство по селекции и семеноводству масличных культур. – М.: Колос, 1967. – с. 7-44.
2. Кудинов П.И. Покрывные ткани семян подсолнечника и их влияние на технологию / П.И. Кудинов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1993. – №1-2. – С. 5-10.
3. www.comodity.ru/olieliding/tissue/9.html (Товароведение масличного сырья. Плодовые и семенные оболочки).
4. Лобанов В.Г. Сканирующая микроскопия семян высокомасличного подсолнечника / В.Г. Лобанов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1974. – №26. – Р. 28-29.
5. Браунс Ф.Э, Браунс Д.А. Химия лигнина. – М.: Лесная промышленность, 1964. – 864 с.
6. Дублянская Н.Ф. Биохимические свойства высокомасличных и низкомасличных семян подсолнечника / Н.Ф. Дублянская // Масложировая промышленность. – 1965 – №1. – С. 6-9.
7. Дублянская Н.Ф. Состав липидов лузги подсолнечника / Н.Ф. Дублянская // Масложировая промышленность. – 1970 – №7. – С. 4–7.
8. Александрова А.В. Влияние биохимических особенностей покровных тканей семян подсолнечника современной селекции на формирование их качества при дозревании в послеуборочный период [Электронный ресурс]: Дисс. канд. техн. наук. – Краснодар, 2005.
9. Перевалов Л.И., Попсуйшакпа А.В., Гладкий Ф.Ф. Пат. 114205 Україна. Спосіб обрушування соняшникового насіння, 2017.

10. Перевалов Л.И. Новая технология обрушивания семян подсолнечника / Л.И. Перевалов, Е.Н Пивень, А.В. Попсуйшапка, С.А. Тесленко // Масложировой комплекс. - №1. – 2012. – С. 47-49.
11. Тесленко С.А. Особенности обрушивания гибридов подсолнечника в замороженном виде / С.А. Тесленко, Е.П. Врюкало, Л.И. Перевалов // Вестник НТУ «ХПИ». - №14(1123). – 2015. – С. 79-92.
12. Перевалов Л.И. Вплив вологості високоолеїнового соняшнику гібриду Український F1 на обрушування цього насіння в замороженому стані / Л.И. Перевалов // Інтегровані технології та енергозбереження. - №4. – 2019. – С. 56-63.
13. Перевалов Л.И. Технологічні аспекти одержання високоякісного ядра соняшника для кондитерських цілей / Л.И. Перевалов, Л.В. Фадєєв, В.К. Тимченко, М.В. Д'яченко // Вісник НТУ «ХПИ». - №5(1359). – 2020. – С. 51-55.
14. Перевалов Л.И. Теоретичні та експериментальні дослідження процесів обрушування насіння соняшнику кондитерських сортів / Л.И. Перевалов, О.М. Пивень, Л.В. Фадєєв, М.В. Д'яченко // Інтегровані технології та енергозбереження. - №2. – 2020. – С. 57-68.
15. Іхно М.П. Пат. 17430 Україна. Насіннерушка-2 Іхно, 2000.
16. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел / Е.П. Кошевой. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 368 с.
17. Іхно М.П. Науково-практичні основи отримання та використання харчового безлушпинного ядра соняшника. Автореф. дис. докт. техн. наук 05.18.06, 2004.

Bibliography (transliterated)

1. Pustovojt V.S. Podsolnechnik / V.S. Pustovojt // Rukovodstvo po selekcii i semenovodstvu maslichnyh kultur. – М.: Kolos, 1967. – р. 7-44.
2. Kudinov P.I. Pokryvnye tkani semyan podsolnechnika i ih vliyanie na tekhnologiyu / P.I. Kudinov // Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya. – 1993. – №1 2. – Р. 5-10.
3. www.comodity.ru/oliending/tissue/9.html (Tovarovedenie maslichnogo syr'ya. Plodovye i semennye obolochki).
4. Lobanov V.G. Skaniruyushchaya mikroskopiya semyan vysokomaslichnogo podsolnechnika / V.G. Lobanov // Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya. – 1974. - №26. – Р. 28-29.
5. Brauns F.E, Brauns D.A. Himiya lignina. – М.: Lesnaya promyshlennost', 1964. – 864 p.
6. Dublyanskaya N.F. Biohimicheskie svojstva vysokomaslichnyh i nizkomaslichnyh semyan podsolnechnika / N.F. Dublyanskaya // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 1965 – №1. – Р. 6-9.
7. Dublyanskaya N.F. Sostav lipidov luzgi podsolnechnika / N.F. Dublyanskaya // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 1970 – №7. – Р. 4–7.
8. Aleksandrova A.V. Vliyanie biohimicheskikh osobennostej pokrovnyh tkanej semyan podsolnechnika sovremennoj selekcii na formirovanie ih kachestva pri dozrevanii v posleuborochnyj period [Elektronnyj resurs]: Diss. kand. tekhn. nauk. – Krasnodar, 2005.

9. Perevalov L.I., Popsujshapka A.V., Gladkij F.F. Pat. 114205 Ukraïna. Sposib obrushuvannya sonyashnikovogo nasinnya, 2017.
10. Perevalov L.I. Novaya tekhnologiya obrushivaniya semyan podsolnechnika / L.I. Perevalov, E.N Piven', A.V. Popsujshapka, S.A. Teslenko // Maslozhirovoj kompleks. №1. – 2012. – P. 47-49.
11. Teslenko S.A. Osobennosti obrushivaniya gibridov podsolnechnika v zamorozhennyam vide / S.A. Teslenko, E.P. Vryukalo, L.I. Perevalov // Vestnik NTU «HPI». №14(1123). – 2015. – P. 79-92.
12. Perevalov L.I. Vpliv vologosti visokooleïnovogo sonyashniku gibridu Ukraïns'kij F1 na obrushuvannya c'ogo nasinnya v zamorozhenomu stani / L.I. Perevalov // Integrovani tekhnologii ta energozberezhennya. №4. – 2019. – P. 56–63.
13. Perevalov L.I. Tekhnologichni aspekti oderzhannya visokoyakisnogo yadra sonyashnika dlya konditers'kih cilej / L.I. Perevalov, L.V. Fadeev, V.K. Timchenko, M.V. D'yachenko // Visnik NTU «HPI». №5(1359). – 2020. – P. 51-55.
14. Perevalov L.I. Teoretichni ta eksperimental'ni doslidzhennya procesiv obrushuvannya nasinnya sonyashniku konditers'kih sortiv / L.I. Perevalov, O.M. Piven', L.V. Fadeev, M.V. D'yachenko // Integrovani tekhnologii ta energozberezhennya. - №2. – 2020. – P. 57-68.
15. Ihno M.P. Pat. 17430 Ukraïna. Nasinnerushka-2 Ihno, 2000.
16. Koshevoj E.P. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij proizvodstva rastitel'nyh masel / E.P. Koshevoj. – SPb.: GIOR, 2001. – 368 p.
17. Ihno M.P. Naukovo-praktichni osnovi otrimannya ta vikoristannya harchovogo bezlushpinnogo yadra sonyashnika. Avtoref. dis. dokt. tekhn.. nauk 05.18.06, 2004.

УДК 582.998.2:664.31

Перевалов Л.І., к.техн.н., професор, Голодняк В.О., к.техн.н., консультант,
Демидов І.М., д.техн.н., професор, Тимченко В.К., к.техн.н., професор,
Півень О.М., к.техн.н., професор, Мольченко С.М., к.техн.н., доцент

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРУШУВАННЯ ВИСОКООЛІЙНОГО СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ДІЇ ВІДЦЕНТРОВОГО ПОЛЯ

Поява у 60-ті роки минулого століття високоолійного насіння соняшнику з олійністю 52–54 % призвело до революційних змін у сировинній базі олійножирової промисловості, але спричинило труднощі під час його зберігання та переробки завдяки морфологічним особливостям будови та біохімічного складу плодової оболонки. Подолання основних технологічних недоліків високоолійного насіння соняшнику під час обрушування досягнуто завдяки запровадженню інноваційної технології обрушування насіння в охолоджуваному стані до мінусових температур, яку розроблено на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння НТУ«ХП». В статті наведено результати експериментального дослідження обрушування високоолійного насіння соняшнику сорту

Український F1 (коефіцієнт обрушування та коефіцієнт збереження ядра) в залежності від зміни температури (0–196°C) та швидкості обертання ротору відцентрової насіннерушки. Показано, що раціональними умовами обрушування сухого насіння, які дозволяють досягнути граничну глибину обрушування ($K_0 = 0,99$) за умови мінімальних виходів січки та олійного пилу, є температура охолодження в інтервалі -30–50 °C та швидкість обертання насіннерушки 26,7 с⁻¹. На підставі літературних даних та результатів досліджень проведено детальний теоретичний аналіз щодо причин зміни фізико – механічних властивостей (міцності, пластичності) плодової оболонки насіння соняшнику в умовах дії мінусових температур та відцентрової сили.

Ключові слова: високоолійний соняшник, морфологія та хімічний склад насіння, мінусові температури, обрушування, відцентрова дія.

Перевалов Л.И., Голодняк В.А., Демидов И.Н., Тимченко В.К., Пивень Е.Н.,
Мольченко С.Н.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОБРУШИВАНИЯ ВЫСОКОМАСЛИЧНОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПОЛЯ

Появление в 60-е годы прошлого столетия высокомасличных семян подсолнечника с масличностью 52-54% привело к революционным изменениям в сырьевой базе масложировой промышленности но вызвало трудности в процессе его хранения и переработки из за морфологических особенностей строения и биохимического состава плодовой оболочки. Преодоление основных технологических недостатков высокомасличных семян подсолнечника при обрушивании достигнуто благодаря разработке инновационной технологии обрушивания семян в охлажденном состоянии до минусовых температур, которая разработана на кафедре технологии жиров и продуктов брожения НТУ«ХПИ». В статье приведены результаты экспериментального исследования обрушивания высокомасличных семян подсолнечника сорта Украинский F1 (коэффициент обрушивания и коэффициент сохранения ядра) в зависимости от изменения температуры (0–196°C) и скорости вращения ротора центробежной семенорушки. Показано что рациональными условиями обрушивания сухих семян, которые позволяют достигнуть предельной глубины обрушивания ($K_0 = 0,99$) при условии минимальных выходов сечки и масличной пыли, является температура охлаждения в интервале -30 –50°C и скорость вращения семянорушки 26,7 с⁻¹. На основании литературных данных и результатов исследования проведен подробный теоретический анализ причин изменения физикохимических свойств (прочности, пластичности) плодовой оболочки семян подсолнечника в условиях действия отрицательных температур и центробежной силы.

Ключевые слова: высокомасличный подсолнечник, морфология и химический состав семян, низкие температуры, обрушивание, центробежное действие.

Perevalov L.I., Golodnjak V.A., Demidov I.N., Timchenko V.K., Piven E.N.,
Molchenko S.N.

**THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES
OF LOW-TEMPERATURE DEHULLING PROCESS OF HIGH-OIL SUNFLOWER
UNDER A CENTRIFUGAL FIELD**

Appearance of high-oily sunflower seeds with oil content 52–54 % in the 60's of the last century, led to revolutionary changes in raw material base of the fat-and-oil industry, but caused difficulties in the process of its storage and processing due to the morphological structure features and biochemical composition of fruit coat. Overcoming of the main technological disadvantages for high-oily sunflower seeds during dehulling was achieved due to development of an innovative dehulling technology for seeds in frozen state to sub-zero temperatures, which was developed at the technology of fats and fermentation products department of NTU "KhPI". This paper presents results of experimental study of sunflower variety Ukrainian F1 high-oily seeds dehulling (dehulling coefficient and kernel content coefficient) depending on the temperature change (0–196°C) and centrifugal dehuller's rotor rotation speed. It has been shown that rational dehulling conditions for dry seeds, which allow to reach maximum dehulling depth ($K_0 = 0,99$) under conditions of minimum outputs of chaff and oilseed dust, are cooling temperature in the range of -30–50°C and dehuller's rotation speed 26,7 s⁻¹. Based on the literature data and research results, it has been shown that one of the main reasons of dry seeds dehulling coefficient increasing, during the transition from plus to minus temperatures, is a change in basic physicochemical properties of cellulose fibers (the basis of fruit coats biochemical composition) with a solid adsorption surface towards increasing of its strength. According to a special experiment data in relation to change in aggregate state of sunflower oil in temperature range from +20°C to -196°C, it was shown that cellulose fibers with adsorbed oil are practically the only component of fruit coat, which increases its plasticity with decreasing temperature. It is noted that fruit coat plasticity increases most significantly in temperature range -30 – -50°C, when oil obtain a plasticine-like consistency. This is exactly what temperature range where minimum yield of chaff and oilseed dust is observed, i.e. the highest dehulling quality is achieved. Obtained scientific results of this study make a significant contribution to the theory and practice of oil seeds dehulling, which have structural and compositional features of the fruit coat.

Keywords: high-oil sunflower, morphology and chemical composition of seeds, low temperatures, dehulling, centrifugal action.