

# ECONOMIC AND TECHNICAL EFFICIENCY OF SUNFLOWER SEED TREATMENT

2020

**Mykhailov Ye., Golebiewski J., Kiurchev S., Hutsol T., Kolodii O., Nurek T.,  
Glowacki Sz., Zadosna N., Verkholantseva V., Palianychka N., Kucher O.**

**ECONOMIC AND TECHNICAL  
EFFICIENCY OF SUNFLOWER  
SEED TREATMENT**

**2020**

ISBN 978-83-7583-934-0

DOI 10.22630/SGGW.WE.9788375839340

**Reviewers:**

*Krzysztof Mudryk* – ScD. in Engineering, professor UR, Faculty of Production and Power Engineering, University of Agriculture in Krakow;

*Mariia Melnyk* – Ph.D. in Economics, Senior lecturer of Finance, Banking and Insurance Chair, Sumy National Agrarian University;

*Olena Koberniuk* – Ph.D. in Agriculture, State Agrarian and Engineering University in Podilia;

*Serhiy Zabolotnyy* – Ph.D. in Economics, Institute of Economics and Finance of the Warsaw University of Life Sciences (SGGW).

Mykhailov Ye., Golebiewski J., Kiurchev S., Hutsol T., Kolodii O., Nurek T., Glowacki Sz., Zadosna N., Verkholtantseva V., Palianychka N., Kucher O. Economic and technical efficiency of sunflower seed processing. Monograph. – Warszawa: 2020. – 158 c.

The monograph presents the analysis of the physical and mechanical properties of sunflower oil, technical means of post-harvest processing of crops and the results of pneumatic and pneumatic gravity devices studies. The analysis of sunflower seeds production in Ukraine, the technical equipment of the post-harvest sunflower seeds processing, theoretical studies of the separation process of air separated impurities, the methodical aspects of the experimental devices research, the results of laboratory and field research on experimental devices, practical application of the conducted research results and their economic efficiency evaluation are described.

This monograph is aimed at scientists, teachers, students and other categories of readers related to the activities of the agro-industrial complex

Warsaw University of Life Sciences Press

Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw

e-mail: [wydawnictwo@sggw.pl](mailto:wydawnictwo@sggw.pl)

[www.wydawnictwosggw.pl](http://www.wydawnictwosggw.pl)

Print: ZAPOL sp.j., al. Piastów 42, 71-062 Szczecin

©Copyright by Mykhailov Ye., Golebiewski J., Kiurchev S., Hutsol T., Kolodii O., Nurek T., Glowacki Sz., Zadosna N., Verkholtantseva V., Palianychka N., Kucher O.

ISBN 978-83-7583-934-0

DOI 10.22630/SGGW.WE.9788375839340

**Рецензенти:**

*Кишиштоф Мудрик* – доктор наук в галузі інженерних наук, професор УР, факультет виробництва та енергетики, сільськогосподарський університет у Кракові;

*Мельник Марія* – кандидат економічних наук, Сумський національний університет;

*Олена Кобернюк* – кандидат сільськогосподарських наук, факультет агротехнологій і природокористування, Подільський державний аграрно-технічний університет;

*Заболотний Сергій* – кандидат економічних наук, інститут економіки та фінансів, Варшавський університет природничих наук.

Михайлов Є., Голебівські Я., Кюрчев С., Гуцол Т., Колодій О., Нурик Т., Гловацкі Ш., Задосна Н., Верхоланцева В., Паляничка Н., Кучер О. Економічна і технічна ефективність обробки насіння соняшнику. Монографія. – Варшава: 2020. – 158 с.

У монографії приведено аналіз фізико механічних властивостей олійної сировини соняшнику, технічних засобів післязбиральної обробки сільськогосподарських культур та результати досліджень пневморешітних та пневмогравітаційних пристроїв. Представлено аналіз виробництва насіння соняшнику в Україні, технічна оснащеність післязбиральної обробки насіння соняшнику, теоретичні дослідження процесу розділення повітровідокремлених домішок, методичні аспекти досліджень експериментальних пристроїв, результати лабораторних та польових досліджень експериментальних пристроїв та практичне застосування результатів виконаних досліджень і оцінка їх економічної ефективності.

Для вчених, викладачів, студентів і інших категорій читачів, що мають відношення до діяльності агропромислового комплексу.



# CONTENTS

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
<b>Chapter 1. SUNFLOWER PRODUCTION IN UKRAINE .....</b>	<b>11</b>
1.1. Structure and dynamic of sunflower production .....	13
1.2. Physical and mechanical and aerodynamic properties of sunflower oil raw material grown on farms in southern Ukraine .....	16
1.2.1. The results of laboratory tests for the critical velocity and the coefficient of windage of sunflower oil raw material components determination ....	18
1.2.2. The results of field studies for the statistical characteristics of sunflower oil raw material fractions determination .....	26
1.2.3. The results of laboratory tests for the determination of the nature of sunflower oil raw material .....	31
<b>Chapter 2. TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS OF THE POST-HARVEST PROCESSING OF SUNFLOWER OIL RAW MATERIAL .....</b>	<b>33</b>
2.1. Ecological and environmental aspects of the activity of sunflower oil raw material grain-cleaning complexes and sections .....	33
2.2. Agrarian and technical requirements for the quality of oil raw materials and machines pre-cleaning sunflower oil raw materials .....	36
2.3. Post-harvest cultivation technologies of grain and sunflower oil raw material .....	37
2.4. Machines for pre-cleaning grain and sunflower oil raw material .....	44
2.5. Designs of air distributors for pneumatic separation systems of machines for pre-cleaning grain and sunflower oil raw material .....	61
2.6. Ways to intensify the processes of pre-cleaning grain and sunflower oil raw material .....	65
<b>Chapter 3. THEORETICAL RESEARCH OF TECHNICAL MEANS OF SUNFLOWER OIL RAW MATERIAL POST-HARVEST PROCESSING .....</b>	<b>72</b>
3.1. Theoretical preconditions for the grain cleaning machines pneumatic systems parameters substantiation .....	72
3.2. Substantiation of technological scheme of pneumatic gravity separator .....	84
3.3. Substantiation of the technological scheme of sunflower oil raw material pneumatic grate separator with closed air system .....	85
3.4. Theoretical study of the parameters and operation modes of the pneumatic grate separator louver air distributor .....	89

<b>Chapter 4. METHODOICAL SUBSTANTIATION OF EXPERIMENTAL DEVICES RESEARCH .....</b>	<b>100</b>
4.1 Methods of setting the parameters and operation modes of the pneumatic and gravity separator .....	100
4.1.1. Design of pneumatic and gravity separator full-scale model .....	100
4.1.2. Research methods of rational value of air flow velocity in the separator aspiration duct .....	104
4.1.3. Research methods of the vertical aspiration duct rational length of the separator .....	106
4.1.4. Research methods of the rational aspiration duct diameter of the separator .....	108
4.1.5. Research methods of the rational diameter of the seed delivery pipe in the middle of the vertical aspiration duct .....	110
4.1.6. Research methods of the influence of the geometric position of the seeds in space on the seed separation overall quality by specific gravity when they enter the vertical aspiration duct of the separator .....	112
4.1.7. Research methods of the rational diameter of the fractionator and for the selection of light-weight seeds .....	114
4.1.8. Research methods of rational productivity of the pneumatic and gravity seed separator work .....	116
4.2 Methods of setting the parameters and operation modes of the pneumatic grate separator louver air distributor .....	118
4.2.1. The design of the laboratory-production stand .....	118
4.2.2. Control means of the measuring complex of experimental researches ...	120
4.2.3. Criteria for evaluating the efficiency of the pneumatic grate separator workflow .....	124
4.2.4. Methods of processing experimental data .....	125
 <b>Chapter 5. ECONOMI EFFICIENCY OF THE CONDUCTED RESEARCH RESULTS AND THEIR PRACTICAL APPLICATION EVALUATION .....</b>	 <b>128</b>
5.1. Calculation of energy costs for seed preparation by the pneumatic and gravity separator for sowing of 1 ha field .....	128
5.2. The industrial research results on the sunflower oil raw material waste impurities processing in the conditions of an oil extraction plant .....	131
5.3. Determination of economic efficiency of using a pneumatic grate separator for sunflower oil raw material .....	133
5.4. Practical recommendations for improving the efficiency of post-harvest sunflower oil raw material processing technology .....	134
 <b>CONCLUSION .....</b>	 <b>138</b>
 <b>LITERARY SOURCES .....</b>	 <b>139</b>

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>10</b>
--------------------	-----------

<b>РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЦТВО ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>11</b>
---	-----------

1.1. Структура і динаміка виробництва соняшнику .....	11
1.2. Фізико-механічні та аеродинамічні властивості олійної сировини соняшнику господарств півдня України .....	13
1.2.1. Результати лабораторних досліджень з визначення критичної швидкості та коефіцієнту парусності складових олійної сировини соняшнику .....	18
1.2.2. Результати польових досліджень з визначення статистичних характеристик фракцій олійної сировини соняшнику .....	26
1.2.3. Результати лабораторних досліджень з визначення натури олійної сировини соняшнику .....	31

<b>РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ .....</b>	<b>33</b>
---	-----------

2.1. Екологічні та природоохоронні аспекти діяльності зерноочисних комплексів та ділянок олійної сировини соняшнику .....	33
2.2. Агротехнічні вимоги до якості олійної сировини та машин попереднього очищення олійної сировини соняшнику .....	36
2.3. Технології післязбирального обробітку зерна та олійної сировини соняшнику .....	37
2.4. Машини попереднього очищення зерна та олійної сировини соняшнику ..	44
2.5. Конструкції повітророзподільників пневмосепараційних систем машин попереднього очищення зерна та олійної сировини соняшнику .....	61
2.6. Шляхи інтенсифікації процесів попереднього очищення зерна та олійної сировини соняшнику .....	65

<b>РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ .....</b>	<b>72</b>
--	-----------

3.1. Теоретичні передумови щодо обґрунтування параметрів та режимів роботи технічних засобів післязбиральної обробки олійної сировини соняшнику ..	72
3.2. Обґрунтування технологічної схеми пневмогравітаційного сепаратора .....	84
3.3. Обґрунтування технологічної схеми пневморешітного сепаратора олійної сировини соняшнику зі замкненою повітряною системою .....	85
3.4. Теоретичні дослідження параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника .....	89



<b>РОЗДІЛ 4. МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ .....</b>	<b>100</b>
4.1. Методика встановлення параметрів та режимів роботи пневмогравітаційного сепаратора .....	100
4.1.1. Конструкція натурної моделі пневмогравітаційного сепаратора ...	100
4.1.2. Методика дослідження раціональної величини швидкості повітряного потоку у аспіраційному каналі .....	104
4.1.3. Методика дослідження раціональної довжини вертикального аспіраційного каналу .....	106
4.1.4. Методика дослідження раціонального діаметру аспіраційного каналу .....	108
4.1.5. Методика дослідження раціонального діаметра патрубку постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу .....	110
4.1.6. Методика дослідження впливу геометричного положення насіння у просторі на загальну якість поділу насіння .....	112
4.1.7. Методика дослідження раціонального діаметра розподільника фракції для відбору легкого насіння .....	114
4.1.8. Методика дослідження раціональної продуктивності роботи пневмогравітаційного сепаратора насіння .....	116
4.2. Методика встановлення параметрів і режимів роботи жалюзійного повітродозподільника пневморешітного сепаратора .....	118
4.2.1. Конструкція лабораторно-виробничого стенду .....	118
4.2.2. Методика встановлення режимів роботи лабораторно-виробничого стенду .....	120
4.2.3. Критерії оцінки ефективності робочого процесу пневморешітного сепаратора .....	124
4.2.4. Методика обробки дослідних даних .....	125
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ОЦІНКА ЇХ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ .....</b>	<b>128</b>
5.1. Розрахунок витрат енергії на підготовку насіння пневмогра-вітаційним сепаратором .....	128
5.2. Результати виробничих досліджень переробки сміттевихдомішок олійної сировини соняшнику в умовах олійноекстракційного заводу .....	131
5.3. Визначення економічної ефективності використання пневморешітного сепаратуру олійної сировини соняшнику .....	133
5.4. Практичні рекомендації з підвищення ефективності технології післязбиральної обробки олійної сировини соняшнику .....	134
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>137</b>
<b>ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА .....</b>	<b>139</b>

## INTRODUCTION

The increasing sunflower yield is an important issue for Ukraine. Therefore, the development of new and improvement of existing technologies and equipment for seed preparation by separation is an urgent task in the context of Ukraine's progress towards European integration.

There are many different science-based methods for sunflower yields increasing. One way is to use the most productive seed for sowing, which is obtained by separation and has improved seed properties. According to the research, it is known that the selection of the most productive seeds with the highest nutrient reserve from the total mass, allows obtaining a yield increase of 3-5 centigrade per 1 ha.

Test data of serial machines air ducts shows that the seeds are cleaned and sorted with insufficient quality: after separation, 20-30% of light (inferior) seeds remain in the "valuable" fraction, and the increase in the mass of 1000 grains is only 4.4%. This indicates that the airflow capabilities are not being used to the full capacity. Therefore, it is necessary to design fundamentally new constructions of pneumatic grate and pneumatic gravity separators, their air ducts and methods of separation, which make it possible to improve the quality of seed material separation.

The monograph presents the analysis of the physical and mechanical properties of sunflower oil, technical means of post-harvest processing of crops and the results of pneumatic and pneumatic gravity devices studies. The analysis of sunflower seeds production in Ukraine, the technical equipment of the post-harvest sunflower seeds processing, theoretical studies of the separation process of air separated impurities, the methodical aspects of the experimental devices research, the results of laboratory and field research on experimental devices, practical application of the conducted research results and their economic efficiency evaluation are described.

This monograph is aimed at scientists, teachers, students and other categories of readers related to the activities of the agro-industrial complex.

## ВСТУП

Збільшення врожайності соняшнику для України є важливим питанням. Тому розробка нових та вдосконалення існуючих технологій і технічних засобів для підготовки насіннєвого матеріалу шляхами очистки та сепарування є актуальною задачею в умовах просування України до Європейської інтеграції.

Відомо багато різних науково-обґрунтованих способів збільшення врожайності соняшнику. Одним із таких способів є використання для сівби найбільш продуктивного насіння, яке отримується шляхом сепарування та має покращені насіннєві властивості. За результатами досліджень вчених відомо, що відбір із загальної маси найбільш продуктивного насіння із найбільшим запасом поживних речовин, дозволяє отримати збільшення врожайності на 3-5 ц з 1 га.

Дані випробувань повітряних каналів серійних машин показують, що очищення та сортування насіння здійснюється в них з недостатньо високою якістю – після сепарації в «цінній» фракції залишається 20-30% легкого (неповноцінного) насіння, а збільшення маси 1000 зерен складає всього 4,4%. Це вказує на те, що можливості повітряного потоку використовуються далеко не повністю. Тому необхідно створення принципово нових конструкцій пневморешітних та пневмогравітаційних сепараторів, їх повітряних каналів і способів поділу, які дають можливість підвищити якість розділення насіннєвого матеріалу.

У монографії приведено аналіз фізико механічних властивостей олійної сировини соняшнику, технічних засобів післязбиральної обробки сільськогосподарських культур та результати досліджень пневморешітних та пневмогравітаційних пристроїв. Представлено аналіз виробництва насіння соняшнику в Україні, технічна оснащеність післязбиральної обробки насіння соняшнику, теоретичні дослідження процесу розділення повітровідокремлених домішок, методичні аспекти досліджень експериментальних пристроїв, результати лабораторних та польових досліджень експериментальних пристроїв та практичне застосування результатів виконаних досліджень і оцінка їх економічної ефективності.

Для вчених, викладачів, студентів і інших категорій читачів, що мають відношення до діяльності агропромислового комплексу.

# **РОЗДІЛ 1.**

## **ВИРОБНИЦТВО ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ**

### **(SUNFLOWER PRODUCTION IN UKRAINE)**

#### **1.1. Структура і динаміка виробництва соняшнику**

Виробництво олійних культур належить до основних напрямів діяльності сільського господарства України. Підтвердженням цього є зайнятість ними посівних площ. Торік усіма категоріями господарств засівалося 26,7 млн га ріллі. При цьому олійні культури займали майже 30% всіх площ. До того ж, і минулого року частка олійних культур в структурі посівів знаходилася на такому ж рівні [1-3].

Основою вітчизняного виробництва олійних культур є насіння соняшнику. Його частка у загальному виробництві цієї групи культур становить майже дві третини. Упродовж останніх років в Україні спостерігалася тенденція до збільшення виробництва насіння соняшнику.

Якщо у 2005 році валовий збір цієї культури становив 4,7 млн т, то у 2018/19 маркетинговому році (МР) отримано 14,5 млн т. Цьому сприяло утримання великих масштабів господарювання. Нинішнього року посівні площі під культурою становили майже 6 млн га, що на третину більше 2005-го. З розширенням площ під культурою підвищувалася врожайність. Якщо у 2005 році врожайність соняшнику становила 12,8 ц/га, то у 2018 – понад 24 ц/га [2-9].

Найбільші площі олійних культур зосереджувалися у Кіровоградській (743 тис. га), Запорізькій (568), Дніпропетровській (558) та Полтавській (536 тис. га) областях. При цьому в цих же регіонах були більш масштабні площі під соняшником [4].

Якщо переглянути динаміку валового збору соняшника за останні півстоліття то проявляється чітка тенденція до збільшення валового збору (Таблиця 1.1).



Рисунок 1.1 – Динаміка виробництва насіння соняшнику в Україні [6]

Як бачимо з таблиці 1.1 валовий збір соняшнику має стійку тенденцію до зростання в усіх категоріях господарств. В господарствах населення валовий збір у 2019 МР (14500 тис. т) збільшився в порівнянні з 2008 роком (6035 тис.т) майже на 240%.

Таблиця 1.1  
Валовий збір соняшнику на території України [5]

Роки	Соняшник, тис.т	Роки	Соняшник, тис.т	Роки	Соняшник, тис.т	Роки	Соняшник, тис.т	Роки	Соняшник, тис.т
1913	71	1965	2544	1990	2794	1998	2168	2012	8469
1945	400	1970	2860	1994	3457	2000	2571	2013	10956
1950	703	1975	2123	1995	2530	2006	5324	2014	10456
1955	1385	1980	2308	1996	2277	2008	6035	2016	13356
1960	1603	1985	2266	1997	2119	2010	6850	2019	14500

У 1950 році валовий збір становив 703 тисяч тон, 1960 – 1603 тисяч тон, 1970 – 2530 тисяч тон, 1980 рік – 2119 тисяч тон, 1990 – 2571 тисяч тон. Тобто на території України, частині тоді СРСР зберігалось тенденція до збільшення виробництва соняшнику.

Посівна площа даної культури в 2006 році становила 3964 тис. га. Найбільша ж посівна площа під даною культурою була зареєстрована в 2016 році, а саме 6100 тис. га. Стосовно збиральної площі то вона в 2006 році склала 3611 тис.га. Що на 222 тис. га більше ніж в 2005 році. Розглянувши дані таблиці можна зробити висновок що вирощування соняшнику по Україні ведеться екстенсивним шляхом, так як виробництво даної культури збільшується завдяки значному збільшенню площ, а не підвищенню врожайності.

Загалом обсяги світової торгівлі соняшником відносно його внутрішнього споживання становлять 4,3%, що пояснюється переробкою цього насіння у країнах–виробниках та задоволенням потреб споживачів не сировиною, а продуктами переробки. Більш поширеними продуктами переробки соняшнику на зовнішньому ринку є харчова олія та шрот.

Соняшникову олію українського виробництва експортують у понад 100 країн, кількість яких з кожним роком зростає. Разом з тим, основними покупцями цього продукту є країни ЄС, Китай та Індія.

Упродовж останніх років в Україні спостерігалася тенденція до збільшення виробництва насіння соняшнику. У 2018/19 маркетинговому році (МР) отримано 14,5 млн т, а врожайність соняшнику становила понад 23 ц/га. В Україні понад 90% площ олійних зайнято під соняшником, внаслідок чого відбувається деградація земель, виникає загроза зараження ґрунту та поширення хвороби соняшнику. Протягом останнього десятиріччя площі посівів зросли більше чим в 1,5 рази. Така економічна ситуація вимагає об'єктивної оцінки подій в галузі і підвищення ефективності в нових умовах господарювання [5].

## **1.2. Фізико-механічні та аеродинамічні властивості олійної сировини соняшнику господарств півдня України**

Фізико-механічні властивості насіння соняшника є: лінійні розміри та геометрична форма, аеродинамічні, абсолютна маса,

щільність, та інші властивості. Ці властивості дуже важливі при вирішенні багатьох задач післязбиральної обробки, зберігання та переробки насіння.

При зберігання насіння насипом в великій масі вони набувають нових властивостей, які істотно відрізняються від властивостей одиничних насінин. До цих властивостей відносяться об'ємна маса, насипна щільність та ін. Від розмірів насіння та їх форми залежать тип сховища, параметри робочих органів машин, та способи зберігання і переробки насіння.

У соняшнику дрібне насіння мають велику лушпинність, більш високе кислотне число, вміст олії в них нижчий в порівнянні з великими. Доцільність роздільного зберігання та переробки великого і дрібного насіння соняшнику за різними технологіями обумовлюється тим, що оболонка дрібного насіння руйнується і відокремлюється важче, тому дрібне насіння переробляють за більш спрощеною технологією. Сепарацію насіння соняшнику проводять різними способами. Дрібне насіння складають до 40% від загальної маси що надійшла до зберігання [13-14].

Розміри насіння соняшнику знаходяться в межах: довжина 5-25 мм; ширина 4,3-10 мм; товщина 4-7 мм в залежності від сорту насіння і агротехнічних умов.

Маса 1000 насінин соняшнику знаходиться в межах 40-100 г в залежності від сорту і умов вирощування. В. В. Белобородов, провівши дослідження, показав, що критична швидкість насіння соняшнику в залежності від абсолютної маси і розмірів насінин знаходиться в межах 3,2-8,9 м/с. Також він відмітив, що із підвищенням вологості загальна маса насіння соняшнику збільшується. На таблиці 1.2 представлена характеристика насіння соняшника [12].

В результаті сепарації вдається відбрати із загальної маси для посіву найбільш якісне насіння з насипною щільністю до 462,8 г/дм<sup>3</sup>. Як показали дослідження [12, 13], насіння з кращими посівними властивостями містять більше елементів живлення (азоту на 0,21%, фосфору на 0,25%).

Таблиця 1.2

## Характеристика насіння соняшника [8]

Найменування	Маса 1000 шт., г	Насінна щільність, г/л	Питома маса, г/см <sup>3</sup>	Еквівалентний діаметр, мм
Одеський 122	61,66	404	0,728	5,45
Харківський 49	67,00	410	0,748	5,55
Запорізький 9	58,46	421	0,745	5,31
Запорізький 10	52,28	430,9	0,738	5,13
Запорізький 12	57,62	426,9	0,741	5,30
Запорізький 14	62,73	419,5	0,735	5,46
Запорізький 16	56,15	436,9	0,753	5,22
Запорізький 18	43,87	462,8	0,779	4,76

Енергія проростання, лабораторна схожість, сила росту і польова схожість важкого насіння у порівнянні з легкими зростають відповідно на 4,7%, 5%, 13-14%. Насіння з більшою силою зростання мають масу 43,87-67,00 г, що на 10-25 г більше, ніж у рослин з меншою силою зростання. Це свідчить про те, що вже на початкових етапах розвитку проростка, коли потужність його визначалася тільки наявністю поживних речовин в насінні, відзначається невідповідність між його масою і масою проростка. В таблиці 1.3 представлені вимоги до посівного матеріалу соняшника першого покоління [12, 13].

Таблиця 1.3

## Вимоги до посівного матеріалу соняшника першого покоління [12]

Показник	Якість сорту	
	I клас	II клас
Чистота насіння, %	99	98
Насіння інших рослин на 1кг, шт	7	20
Енергія проростання, %	90	85
Схожість, %	95	90
Вологість насіння, % (не більше)	8	10
Вологість насіння страхового фонду, %	7	7
Маса насіння 1000 шт, г	90-110	80-100

Дослідження насіння соняшника проводилися в ТОВ «Зоря» Приазовського району Запорізької області. В таблиці 1.4 представлені результати дослідження.



Таблиця 1.4

## Характеристика досліджуемого насіння соняшника

Найменування	Маса 1000 шт., г	Насипна щільність, г/л	Питома маса, г/см <sup>3</sup>	Еквівалентний діаметр, мм
Одеський 122	58,42	392	0,725	5,44
Харківський 49	62,76	400	0,738	5,50
Запорізький 14	59,23	413,6	0,729	5,40

Більшість олійної сировини соняшнику переробляється на спеціалізованих пресових та екстракційних заводах. Насіння соняшника містить більше 46% олії. Оболонка – лущиння – складає 23...26% від маси насіння. В процесі технологічної обробки лузгу відділяють від ядра, внаслідок чого вміст олії збільшується до 48-50% [7].

Важливим показником технологічної якості насіння за є вміст в ньому домішок. Домішки сировини поділяються на сміттєві та олійні.

До сміттєвих відносять домішки мінеральні (земля, пісок, камінці) та органічні (залишки листя, стовбурів, пусте насіння, оболонки, насіння всіх дикорослих і культурних рослин, крім віднесених за стандартом до олійних домішок).

Олійні домішки – це в основному пошкоджене насіння основної олійної культури, насіння зіпсоване самозігріванням, висушуванням, обвуглене, гниле – з явно пошкодженим ядром, бите, поїдене шкідниками, м'яке, проросле, зі зміненим кольором ядра.

Насіння соняшнику не залежно від сфери використання має бути у здоровому стані, без самозігрівання та теплового пошкодження під час сушіння; мати властивий здоровому насінню запах (без затхлого, пліснявого, інших сторонніх запахів); мати нормальний колір відповідно до певних сортових ознак. Якщо вміст домішок інших типів рослин переважає встановлену норму,

насіння визначають як суміш типів із зазначенням кількості основного та інших типів. Насіння олійних культур, пошкоджене шкідниками хлібних злаків (крім кліща), не може бути використано для переробки на харчові продукти [7].

Фізико-механічні властивості насіння соняшнику змінюються та залежать від багатьох факторів: виду та сорту культури, кліматичних умов регіону вирощування, ґрунту та його обробки, вологості насіння та інших факторів.

До фізико-механічних властивостей насіння соняшнику відносяться: геометрична форма і лінійні розміри, абсолютна маса, щільність, аеродинамічні та інші властивості.

Вони важливі при вирішенні багатьох питань післязбиральної обробки, зберігання і особливо технологічної переробки насіння. До основних відмітних особливостей соняшнику відносяться: висока олійність, низька механічна міцність оболонки, щільність, натура, парусність, швидкість вітання і підвищена шпаруватість, геометрична форма і лінійні розміри. Від геометричної форми і лінійних розмірів насіння залежить тип сховища, розміри робочих органів технологічних машин, а так само спосіб зберігання і переробки насіння.

Оцінку якості насіння як посівного матеріалу здійснюють згідно з [13].

На підставі наведених даних можна зробити висновок, що насіння соняшнику як об'єкт післязбиральної обробки мають яскраво виражені специфічні особливості та фізико-механічні властивості, що необхідно враховувати в якості передумов для вдосконалення технологічних процесів післязбиральної обробки насіння соняшнику

Відомі наступні значення фізико-механічних і аеродинамічних властивостей насіння соняшнику [13]:

- вологість насіння, % (4,3 ... 9,2);
- відносна щільність насіння, г / см<sup>3</sup> (0,651 ... 0,827);
- насипна щільність, (натура) г/дм<sup>3</sup>; (330...470);
- абсолютна маса 1000 насінин, г

- (40,0 ... 98,1);
- шпаруватість, % (42 ... +60);
- критична швидкість, м/с (3,2 ... 8,9);
- коефіцієнт парусності, м<sup>-1</sup> (0,24 ... 0,29);
- кут природного укоосу: сухого насіння (27...+35); вологих насіння (30...+42).

Виходячи з цього на перший план впливає попереднє очищення. Післязбиральна обробка насіння соняшнику надає йому стійкості під час подальшого зберігання, попереджує зниження виходу і якості олії та інших продуктів, що отримують у результаті промислової переробки насіння на заводах. Визначено, що за останні 20-30 років у зв'язку з вирощуванням нових сортів соняшнику, змінною термінів збирання, використання сучасної збиральної техніки вітчизняного та іноземного виробництва фізико-механічні та аеродинамічні властивості олійної сировини соняшнику змінилися, що потребує подальшого її дослідження.

### 1.2.1. Результати лабораторних досліджень з визначення критичної швидкості та коефіцієнту парусності складових олійної сировини соняшнику

Представлені результати та аналіз аеродинамічних властивостей насіння соняшнику та його складових, що надходять на зерноочисні комплекси та олійноекстракційні заводи півдня України. [9, 11].

Критична швидкість вітання повноцінного насіння (рис. 1.2)  $V_{кр.нп.}$  знаходиться в широкому діапазоні. Так, його мінімальне математичне очікування склало  $V_{кр.нп.(ср)}^{min}=4,124\text{мс}^{-1}$  при  $V_{кр.нп.(min)}^{min}=3,186\text{мс}^{-1}$ ,  $V_{кр.нп.(max)}^{min}=5,108\text{мс}^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{нп}^{min} = 0,44\%$  і коефіцієнті варіації  $v_{нп}^{min}=10,63\%$ . Діапазон мінімальної критичної швидкості повноцінного насіння склав  $2\text{ мс}^{-1}$ , при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Максимальне математичне очікування склало  $V_{кр.нп.(ср)}^{max} = 6,659\text{ мс}^{-1}$  при  $V_{кр.нп.(min)}^{max} = 5,385\text{мс}^{-1}$ ,  $V_{кр.нп.(max)}^{max} = 7,71\text{мс}^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{нп}^{max} = 0,60\%$  і коефіцієнті варіації  $v_{нп}^{max} = 9,03\%$ . Діапазон

максимальної критичної швидкості повноцінного насіння склав більше  $2 \text{ мс}^{-1}$ , при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Діапазон критичної швидкості витання повноцінного насіння склав від  $V_{\text{кр.нп.}(min)}^{min} = 3,186 \text{ мс}^{-1}$  до  $V_{\text{кр.нп.}(max)}^{max} = 7,71 \text{ мс}^{-1}$ .

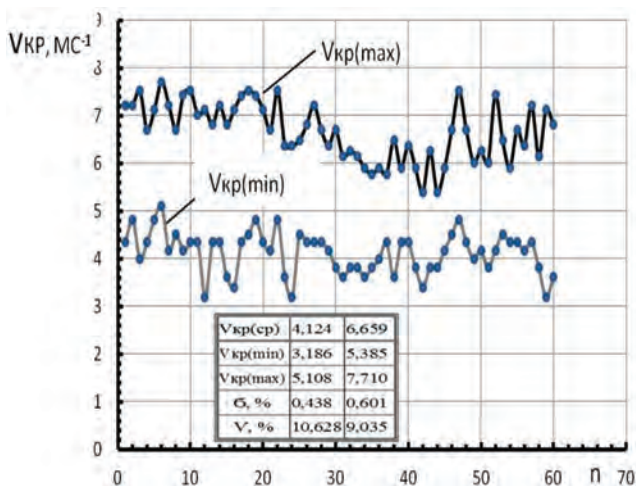


Рисунок 1.2 – Статистичні характеристики критичних швидкостей витання повноцінного насіння.

Олійна домішка включає в себе щуплі (рис. 1.3), подрібнені (рис. 1.4) та пошкоджені насіння (рис. 1.5).

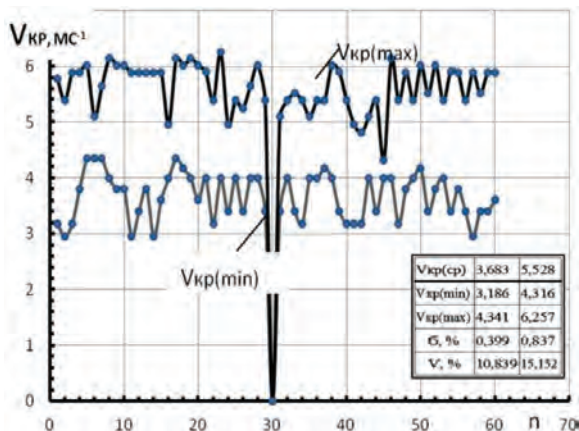


Рисунок 1.3 – Статистичні характеристики критичних швидкостей витання щуплого насіння.

Мінімальне математичне очікування щуплого насіння складо

$V_{кр.ниц.(ср)}^{min} = 3,674 мс^{-1}$  при  $V_{кр.ниц.(min)}^{min} = 3,186 мс^{-1}$ ,  $V_{кр.ниц.(max)}^{min} = 4,341 мс^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{ниц}^{min} = 0,401\%$  і коефіцієнти варіації  $v_{ниц}^{min} = 10,914\%$ .

Максимальне математичне очікування склало  $V_{кр.ниц.(ср)}^{max} = 5,628 мс^{-1}$  при  $V_{кр.ниц.(max)}^{max} = 6,257 мс^{-1}$ ,  $V_{кр.ниц.(ср)}^{max} = 5,628 мс^{-1}$ , середньоквадратичне відхилення  $\sigma_{ниц}^{max} = 0,837 мс^{-1}$  і коефіцієнти варіації  $v_{ниц}^{max} = 7,258\%$ .

Мінімальне математичне очікування подрібненого насіння склало  $V_{кр.нд.(ср)}^{min} = 4,079 мс^{-1}$  при  $V_{кр.нд.(min)}^{min} = 2,085 мс^{-1}$ ,  $V_{кр.нд.(max)}^{min} = 5,648 мс^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{нд}^{min} = 0,766\%$  і коефіцієнти варіації  $v_{нд}^{min} = 18,79\%$ .

Максимальне математичне очікування склало  $V_{кр.нд.(ср)}^{max} = 5,956 мс^{-1}$  при  $V_{кр.нд.(min)}^{max} = 3,186 мс^{-1}$ ,  $V_{кр.нд.(max)}^{max} = 7,123 мс^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{нд}^{max} = 0,885\%$ ,  $v_{нд}^{max} = 14,86\%$ .

Мінімальне математичне очікування пошкодженого насіння склало  $V_{кр.нз.(ср)}^{min} = 4,21 мс^{-1}$  при  $V_{кр.нз.(min)}^{min} = 3,406 мс^{-1}$ ,  $V_{кр.нз.(max)}^{min} = 5,108 мс^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{нз}^{min} = 0,432\%$  та коефіцієнти варіації  $v_{нз}^{min} = 10,268\%$ .

Максимальне математичне очікування склало  $V_{кр.нз.(ср)}^{max} = 6,182 мс^{-1}$  при  $V_{кр.нз.(max)}^{max} = 7,422 мс^{-1}$ ,  $V_{кр.нз.(min)}^{max} = 5,385 мс^{-1}$ , середньоквадратичному відхиленні  $\sigma_{нз}^{max} = 0,616\%$  і коефіцієнти варіації  $v_{нз}^{max} = 9,971\%$ .

Аналіз отриманих значень показує, що олійна домішка, до якої відносять щуплі, подрібнені та пошкоджені насіння, по своєму діапазону критичних швидкостей практично входить до складу повноцінного насіння соняшнику, за винятком частини подрібнених, які разом з легкими домішками підуть у відходи