

РЕЗУЛЬТАТИ ОБРУШУВАННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ ЗАЛЕЖНО ВІД РОЗМІРУ ТА ВОЛОГОСТІ НАСІННЯ

Петраченко Дмитро Олександрович

кандидат технічних наук

ORCID: 0000-0002-1347-9562

ІНСТИТУТ ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР НААН

Одним з актуальних напрямів переробки насіння промислових конопель є одержання обрушеного насіння, яке має високі поживні якості та є джерелом біологічно активних речовин для організму людини. В Інституті луб'яних культур для обрушування насіння промислових конопель розроблено відцентровий обрушувач, який показує позитивні результати в роботі. Оскільки процес обрушування насіння конопель мало вивчений, то логічним постає необхідність в його дослідженні. Відомо, що на процес обрушування насіння вплив мають властивості насінини (розмір, ступень стиглості, вологість) та технологічні параметри роботи обрушувача. Тому, в процесі досліджень змінними факторами виступали фракція насіння за шириною (менше 2,5 мм, від 2,5 до 3,0 мм, більше 3,0 мм), вологість насіння (8,8 та 21,6%), частота обертання робочого колеса механізму для обрушування (1500 хв.⁻¹, 2000 хв.⁻¹, 2500 хв.⁻¹). Встановлено, що зі зміною кожного досліджуваного параметра істотно змінюється результат обрушування, а саме кількісний склад фракцій «ядро» (обрушене насіння), «недоруш» (недорушене насіння), «відходи» (лушпиння та розмелене насіння). Гірше серед трьох фракцій обрушуванню піддається дрібна фракція насіння, яка дозволяє одержати від 6,82 до 17,61 % обрушеного ядра. Обрушування середньої фракції насіння дозволяє одержати від 7,37 до 22,01 % обрушеного ядра. Крупна фракція насіння в процесі обрушування дозволяє отримати 10,95-23,33 % обрушеного ядра. Зі збільшенням вологості кількість обрушеного ядра збільшується. При обробці насіння більшої вологості для кожної з трьох фракцій одержуємо вихід ядра на 1,0-3,0 % більше в порівнянні з обробкою насіння меншої вологості. Частота обертання робочого колеса неоднозначно впливає на кількість обрушеного ядра. Збільшення частоти обертання підвищує кількість обрушеного ядра, але до певного моменту, після якого наступає його зменшення. Кращі результати для всіх трьох фракцій насіння одержали при вологості 21,6 % та частоті обертання робочого колеса 2000 хв.⁻¹.

Ключові слова: коноплі, насіння, обрушування, механізм, обрушене насіння.

Постановка проблеми. Одним з актуальних напрямів переробки насіння промислових конопель є одержання обрушеного насіння –

звільненого від неїстівної оболонки ядра. Даний продукт характеризується високими поживними якостями та є унікальним джерелом харчових та біологічно активних речовин, що позитивно впливають на організм людини [1-3].

Основною проблемою одержання продукту у вигляді обрушеного насіння є відсутність вітчизняного технологічного обладнання, що виступає стримуючим фактором розвитку напряму переробки конопляного насіння. З метою вирішення даного питання в Інституті луб'яних культур розроблено відцентровий обрушувач з конструкцією робочого колеса закритого секторального типу, в якому реалізовано принцип однократного орієнтовного удару [4-5]. Результати випробувань показують, що даний механізм дозволяє переробляти насіння конопель на обрушене. Оскільки розроблений механізм новий, а процес обрушування насіння конопель мало вивчений, то логічним постає необхідність в дослідженні як конструктивних та технологічних параметрів обрушувача, так і фізико-механічних властивостей насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною технологічною операцією по отриманню обрушеного насіння є процес механічного відділення оболонки від ядра. Головна вимога до процесу обрушування насіння є отримання рушанки з максимальним вмістом вільного ядра. Проте процес відділення оболонки від ядра через ряд причин дуже складний. Наприклад, для насіння соняшнику нормована кількість звільненого від оболонки ядра в рушанці становить 60% [6-7].

На процес відділення насінневої оболонки від ядра значний вплив мають фізико-механічні властивості насінини та її складових: міцність, пружність, пластичність [8-9]. Ефективність процесу обрушування значною мірою залежить від ступеня стиглості насіння: зі збільшенням ступеня досягання зростає величина сили, необхідної для руйнування насінневої оболонки, яка також змінюється в залежності від напрямку її дії [8].

Істотний вплив на процес відділення насінневої оболонки від ядра чинить вологість насіння. Чим більша вологість насіння, тим менше міцність насінневої оболонки і, відповідно, величина сили, що необхідна для її руйнування, знижується. Вологість складових насіння впливає на сили, що виникають в процесі удару. Встановлення оптимального значення вологості насінини обумовлюється декількома факторами, які пов'язані як з фізико-механічними властивостями самої насінини, так і процесом розділення її складових. Перший з них – це визначення оптимального співвідношення між пружними та пластичними деформаціями в оболонці і ядрі задля забезпечення максимальної різниці в їх швидкостях після відриву від відбивної деки, що, в свою чергу, скоротить до мінімуму руйнування насінневого ядра. Другий – надання насінневій оболонці максимальної крихкості, що забезпечить повне її руйнування [8].

Мета досліджень. Дослідити процес обрушування насіння промислових конопель в залежності від фізико-механічних властивостей насіння (розмір, вологість) та конструктивних параметрів обрушуючого механізму (частота обертання робочого колеса).

Результати досліджень. Насіння конопель, як і насіння інших олійних культур, з точки зору технологій їх переробки, складається з насінневого ядра вкритого плівкою та захисної оболонки (лушпиння), між якими знаходиться повітряний прошарок [7-8]. Особливістю, що безпосередньо ускладнює процес обрушування, є форма насіння конопель. Форма насінини наближена до еліптичної, округло-яйцевидна, злегка стиснута з боків [10]. Звідси і розмір насінини визначається за трьома параметрами, які істотно змінюються навіть в межах одного сорту: довжиною (2,0 – 5,4 мм), шириною (2,0 – 4,1 мм), товщиною (2,0 – 3,5 мм).

Для поділу насіння на більш однорідні групи було проведено розділення його на фракції. Проаналізувавши геометричні розміри окремих насінин в якості основного параметра, за яким здійснювалось фракціонування, було обрано більш сталий розмір – ширину насіння. Використовуючи лабораторні решета з отворами довгастої форми розміром 3,0 x 20 мм та 2,5 x 20 мм відповідно отримали три фракції насіння: ширина більше 3,0 мм, менше 3,0 – більше 2,5 мм, менше 2,5 мм. Результати аналізу насіння по фракціях представлені в табл. 1.

*Таблиця 1 – Характеристика насіння конопель по фракціях**

№ з/п	Фракція насіння за шириною, мм	Вага 10 насінин, гр.	Складові насіння, %	
			Ядро	Оболонка
1	Більше 3,0	0,24±0,007	58,3±0,4	41,7±0,3
2	Від 3,0 до 2,5	0,18±0,008	55,6±0,3	44,4±0,4
3	Менше 2,5	0,13±0,004	53,9±0,5	46,1±0,4

* за вологості 8,8%

Як видно з табл. 1 розмір фракції виступає визначальним фактором, який впливає як на вагу насіння, так і на вагу ядра. Для всіх трьох фракцій більше половини ваги насінини припадає на ядро. Зі зменшенням фракції насінини, зменшується і частка ваги ядра. У крупніших насінин відповідно крупніше насіннєве ядро.

Відсотковий вміст кожної фракції в загальній масі насіння представлено на рис. 1.

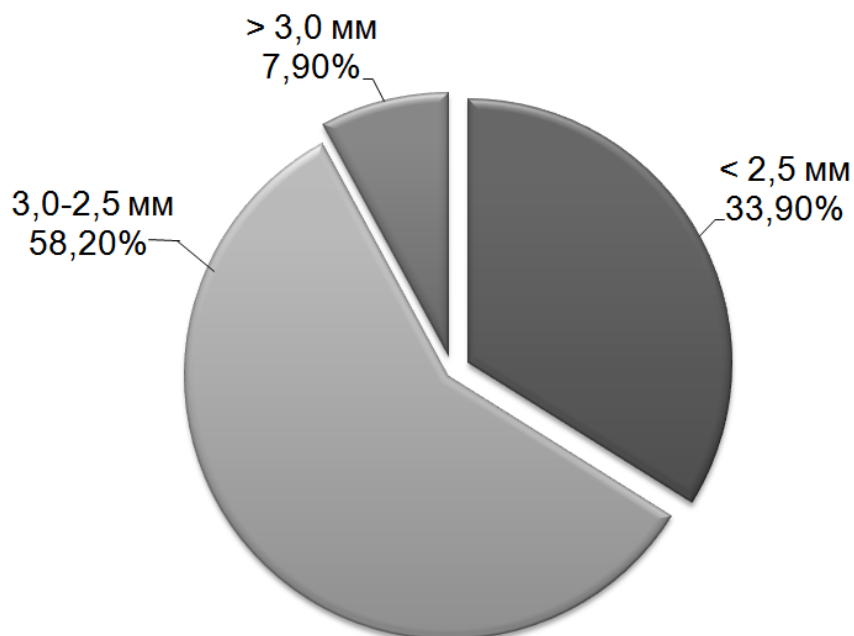


Рис. 1 – Співвідношення фракцій в насінні конопель

З рисунку 1 ми бачимо, що найменше в насінній масі крупного насіння: фракція розміром більше 3 мм складає всього 7,9 %. Третину насінньої маси складає дрібне насіння: фракція розміром менше 2,5 мм становить 33,9%. Більше половини насінньої маси (58,2%) складає середня фракція – насіння розміром від 3 до 2,5 мм.

Під час досліджень кожен з трьох фракцій насіння окремо піддавали обрушуванню. При цьому, паралельно досліджували вплив на ефективність процесу обрушування вологості насіння та частоти обертання робочого колеса (табл. 2).

Таблиця 2 – Досліджувані параметри

№ з/п	Параметри	Змінні значення		
		Більше 3,0	Від 3,0 до 2,5	Менше 2,5
1	Фракція насіння, мм	Більше 3,0	Від 3,0 до 2,5	Менше 2,5
2	Вологість насіння, %	8,8		21,6
3	Частота обертання робочого колеса, хв. ⁻¹	1500	2000	2500

Отримані в процесі досліджень результати представлені на рис. 2.

Аналіз представлених на рис. 2 даних показує, що кожен з досліджуваних параметрів (фракція насіння, вологість насіння, кількість обертів робочого колеса) впливає на фракційний склад рушанки, яку одержуємо. Зі зміною кожного досліджуваного параметра істотно змінюється і результат обрушування, а саме кількісний склад фракцій «ядро» (обрушене насіння), «недоруш» (недорушене насіння), «відходи» (лушпиння та розмелене насіння).

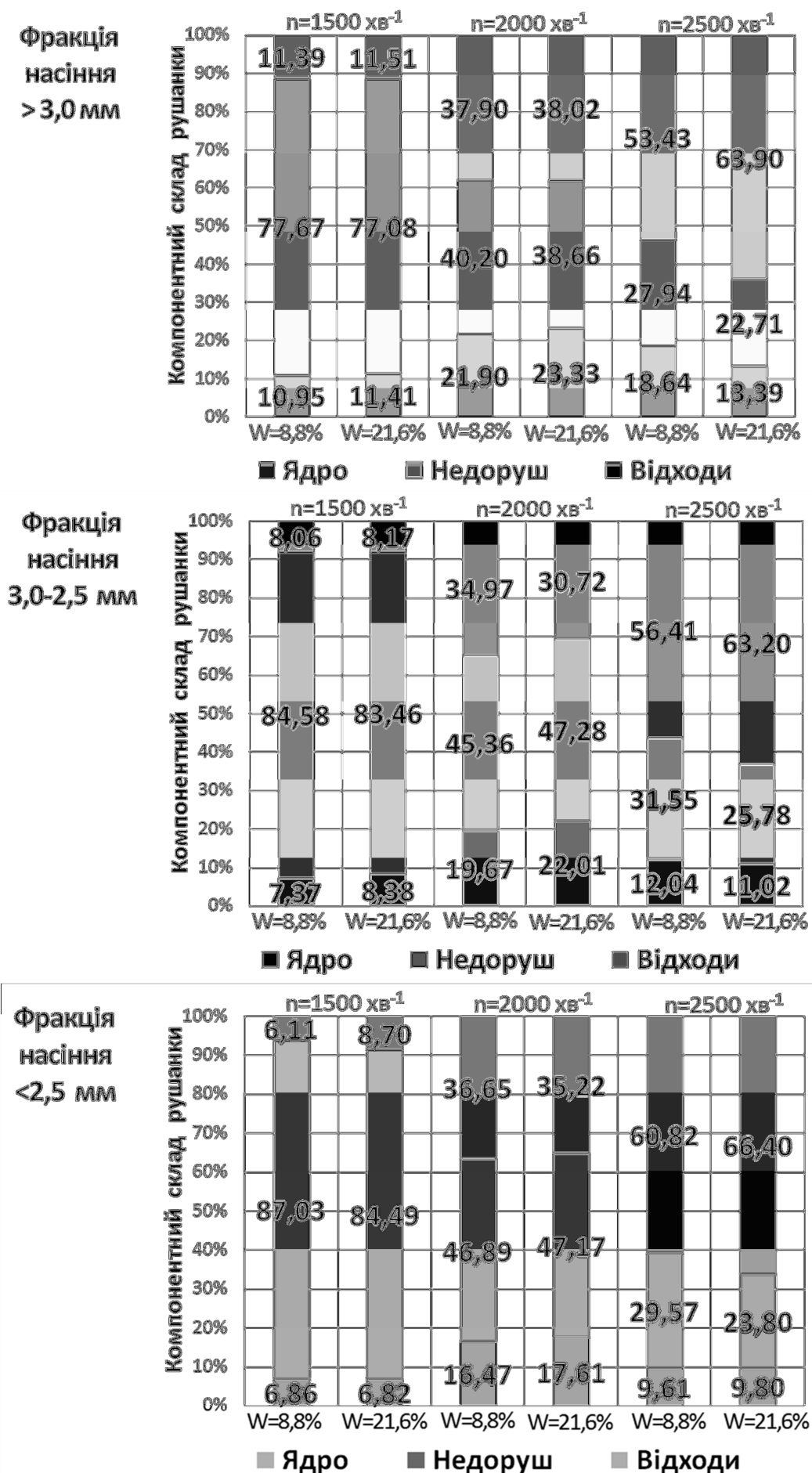


Рис. 2 – Фракційний склад рушанки

Якщо говорити за розмір насіння, то гірше серед трьох фракцій процесу обрушування піддається дрібна фракція насіння, яка за шириною менша 2,5 мм. Обрушування даної фракції дозволяє одержати від 6,82 до 17,61 % обрушеного ядра. Крупніші фракції насіння обрушуються краще. Обрушування середньої фракції насіння розміром 3,0 – 2,5 мм дозволяє одержати від 7,37 до 22,01 % обрушеного ядра. Найкраще обрушуванню піддається крупна фракція насіння розміром більше 3,0 мм. В результаті обробки отримали 10,95 – 23,33 % обрушеного ядра.

Аналізуючи вплив вологості насіння на ефективність обрушування можна сказати, що зі збільшенням вологості кількість обрушеного ядра збільшується. При обробці насіння більшої вологості для кожної з трьох фракцій одержуємо вихід ядра на 1,0 – 3,0 % більше в порівнянні з обробкою насіння меншої вологості.

Збільшення вологості оброблюваного насіння істотно впливає на кінцевий стан одержаної рушеної маси. За вологості насіння 8,8 % одержуємо насінневу масу, в якій всі складові частини насінини (оболонка, плівка, ядро) знаходяться у вільному один від одного стані та легко розділяються. При підвищенні вологості до 21,6 % процес відділення плівки від насінневого ядра ускладнюється, відділене від оболонки ядро вкрите плівкою. Отримана після обрушування рушанка не має вільної сипучості, а знаходиться грудками: насінневе ядро з зовні обліплене частинками розрушеного ядра, оболонки та плівки. Це призводить до ускладнення подальшої сепарації рушанки та впливає на її чистоту. Ще одним з негативних факторів підвищеної вологості насіння є те, що при збільшенні обертів робочого колеса до 2500 хв.⁻¹ спостерігається налипання складових рушанки (розрушеного ядра, пилу) на відбивну деку обрушувача, що призводить до замазлювання деталей останнього.

Говорячи за частоти обертання робочого колеса, то збільшення даного параметра неоднозначно впливає на кількість обрушеного ядра. Збільшення частоти обертання підвищує кількість обрушеного ядра, але до певного моменту, після якого настає його зменшення. При частоті обертання робочого колеса 1500 хв.⁻¹ для кожної із трьох фракцій за досліджуваних вологостей 8,8 та 21,6 % отримали рушанку з високим вмістом необрушеного насіння (77,08 – 87,03 %). Зі зменшенням розміру фракції збільшується кількість необрушеного насіння. При цьому кількість обрушеного ядра знаходиться в межах 6,82 – 11,41 %.

При збільшенні частоти обертання до 2000 хв.⁻¹ за досліджуваних вологостей 8,8 та 21,6 % кількість необрушеного насіння зменшується до 38,66 – 47,28 % і суттєво зростає кількість обрушеного ядра – до 16,47 – 23,33 %. В порівнянні з частотою обертання 1500 хв.⁻¹, суттєво збільшується частка відходів – з 6,11 – 11,51 % до 30,72 – 38,02 %.

Збільшення частоти обертання робочого колеса до 2500 хв.⁻¹ для всіх трьох фракцій за досліджуваних вологостей 8,8 та 21,6 % істотно підвищує відсоток відходів (53,43 – 66,40 %). Одночасно зменшується як кількість необрушеного насіння (22,71 – 31,55 %) так і кількість обрушеного насінневого ядра (9,61 – 18,64 %).

Висновок. Більша частина насінневої маси (66,1 %) в своєму складі має насіння за шириною від 2,5 мм та більше, яке задовільно піддається обрушуванню.

Зміна будь-якого з параметрів (фракція насіння, вологість насіння, частота обертання робочого колеса) істотно змінюють як сам процес обрушування, так і кількісний склад обрушеної маси.

Найбільшу кількість обрушеного ядра одержали для всіх трьох фракцій насіння при вологості 21,6 % та частоті обертання робочого колеса 2000 хв.⁻¹.

Список використаної літератури

1. Коноплярство: наукові здобутки та перспективи: монографія / за ред. І.О. Маринченка, Guo Chunjing. Суми: ФОП Щербина І.В., 2018. 158с.
2. Сова Н. А. Дослідження технологічних властивостей обрушеного насіння промислових конопель / Н. А. Сова, М. В. Луценко, Т. В. Терещенко. *Аграрна наука та освіта в ХХІ столітті: проблеми, перспективи та інновації* : збірник наук. праць (м. Ніжин, 17 – 18 трав. 2018 р). 2018. №9. С. 248 – 253.
3. Сова Н. А., Луценко М. В. Обрушене насіння ненаркотичних конопель – інноваційний інгредієнт зернових батончиків. *Сучасні тенденції розвитку науки* : матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (м. Ужгород, 23 – 24 лют. 2018 р.). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2018. Ч. 2. 160 с.
4. Петраченко Д.О., Коропченко С.П. Результати дослідження дієвого методу обрушування насіння промислових конопель. *Луб'яні та технічні культури* : збірник наук. праць. Суми: Видавничий будинок «Еллада», 2018. №6(11). С. 124-130.
5. Петраченко Д.О., Коропченко С.П. Дослідження конструкції механізму для обрушування насіння промислових конопель. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. 2019. №2, Ч.2. С. 167-171
6. Акаева Т.К., Петрова С.Н. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел. г. Иваново : ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2007. 124 с.
7. В.Г. Щербаков Технология получения растительных масел. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 1992. 207 с. ил.
8. Механико-технологические свойства семян сельскохозяйственных культур. URL: <http://mehanik-ua.ru/lektsii-po-mtsskhm/178>
9. Грачев А.В. Совершенствование процесса селективной дезинтеграции семян масличных культур : дис. ... канд. техн наук : 05.18.12 ". Кемерово, 2014. 169 с.
10. Мигаль М.Д. Біологія формування насінневої продуктивності конопель: монографія. Суми : Видавничий будинок “Еллада”, 2015. 233 с

RESULTS OF CRUSHING OF INDUSTRIAL HEMP SEEDS DEPENDING ON SEED SIZE AND MOISTURE

Dmytro Petrachenko

INSTITUTE OF BAST CROPS NAAS

One of the current areas of processing of industrial hemp seeds is to obtain crushed seeds, which have high nutritional value and are a source of biologically active substances for the human body. The Institute of Bast Crops has developed a centrifugal crusher for crushing industrial hemp seeds, which shows positive results. Since the process of crushing of hemp seeds

is little studied, it is logical to study it. It is known that the process of seed crushing is influenced by the properties of the seed (size, degree of ripeness, humidity) and technological parameters of the crusher. Therefore, in the process of research, the variable factors were the fraction of seeds in width (less than 2,5 mm, from 2,5 to 3,0 mm, more than 3,0 mm), seed moisture (8.8 and 21.6%), frequency rotation of the impeller of the crushing mechanism (1500 min.⁻¹, 2000 min.⁻¹, 2500 min.⁻¹). It is established that with the change of each investigated parameter the result of crushing significantly changes, namely the quantitative composition of fractions "core" (crushed seeds), "nedorush" (not completely crushed seeds), "waste" (husk and ground seeds). Among the three fractions, the fine fraction of seeds is less susceptible to crushing, which allows to obtain from 6,82 to 17,61 % of the crushed seeds. The crushing of the middle fraction of seeds allows to obtain from 7,37 to 22,01 % of the crushed seeds. A large fraction of seeds in the process of crushing allows to obtain 10,95 – 23,33 % of the crushed seeds. With increasing humidity, the number of crushed seeds increases. When processing seeds of higher moisture for each of the three fractions, we obtain an yield of crushed seeds of 1,0 – 3,0 % more compared to the treatment of seeds with lower humidity. The speed of the impeller has an ambiguous effect on the number of crushed seeds. Increasing the speed increases the number of crushed seeds, but until a certain point, after which there is a decrease. The best results for all three seed fractions were obtained at a humidity of 21,6 % and an impeller speed of 2000 min.⁻¹.

Key words: hemp, seeds, crushing, mechanism, crushed seeds.

REFERENCES

1. *Konopljarstvo: naukovі zdobutky ta perspektyvy [Hemp growing: scientific achievements and prospects]: monografija / za red.I.O. Marynchenka, Guo Chunjing. Sumy: FOP Shherbyna I.V., 2018. 158.*
2. Sova N. A., Lucenko M. V. & Tereshhenko T. V. (2018) Doslidzhennja tehnologichnyh vlastyvostej obrushenogo nasinnja promyslovyh konopel' [Research of technological properties of crushed seeds of industrial hemp]. *Zbirnyk naukovykh prac' «Agrarna nauka ta osvita v HHI stolitti: problemy, perspektyvy ta innovacii». 17 – 18 travnja 2018 roku, m. Nizhyn». №9. 248 – 253.*
3. Sova N. A. & Lucenko M. V. (2018) Obrushene nasinnja nenarkotychnykh konopel' – innovacijnyj ingredijent zernovyh batonchykiv [Crushed non-narcotic hemp seeds - an innovative ingredient in cereal bars]. *Materialy II mizhnarodnoi' naukovy-praktychnoi' konferencii' «Suchasni tendencii' rozvytku nauky», (Uzhgorod, 23 – 24 ljutogo 2018 r.). Herson : Vydavnyctvo «Molodyj vchenyj», Ch. 2.160.*
4. Petrachenko D.O. & Koropchenko S.P. (2018) Rezul'taty doslidzhennja dijevogo metodu obrushuvannja nasinnja promyslovyh konopel' [The results of a study of an effective method of crushing of the industrial hemp seeds]. *Lub'jani ta tehnicni kul'tury. Zbirnyk naukovykh prac'. Sumy: Vydavnychyj budynok «Ellada», №6(11). 124-130.*
5. Petrachenko D.O. & Koropchenko S.P. (2019) Doslidzhennja konstrukcii' mehanizmu dlja obrushuvannja nasinnja promyslovyh konopel' [Research of the design of the mechanism for crushing of industrial hemp seeds]. *Vcheni zapysky Tavrijs'kogo nacional'nogo universytetu imeni V.I. Vernads'kogo. Serija: Tehnicni nauky. №2, Ch.2. 167-171*
6. Akaeva T.K. & Petrova S.N. (2007) *Osnovy hymy y tehnologyu poluchenija y pererabotky zhyrov [Fundamentals of chemistry and technology for the production and processing of fats]. Ch.1. Tehnologija poluchenija rastytel'nyh masel. GOUVPO Yvan. gos. hym.-tehnol. un-t, Yvanovo, 124.*
7. Shherbakov V.G. (1992) *Tehnologija poluchenija rastytel'nyh masel [Vegetable oil production technology]. 3-e yzd., pererab. y dop. M.: Kolos, 207. yl.*
8. *Mehanyko-tehnologicheskiye svojstva semjan sel'skohozjajstvennykh kul'tur [Mechanical and technological properties of agricultural seeds]. Retrieved from <http://mehanic-ua.ru/lektcii-po-mtsskhm/178>*
9. Grachev A.V. *Sovershenstvovanye processa selektyvnoj dezintegracyu semjan maslychnykh kul'tur [Improving the process of selective disintegration of oilseeds]: dys. na soysk. uch. stepeny kand. tehn nauk: spec. 05.18.12 "Processy y apparaty pyshhevnyh proyzvodstv" / Grachev Aleksej Valer'yvyh. Kemerovo, 2014. 169.*
10. Mygal' M.D. (2015) *Biologija formuvannja nasinnjevoi' produktyvnosti konopel' [Biology of hemp seed productivity formation]: monografija. Sumy : Vydavnychyj budynok "Ellada", 233.*