

3. Muratov I.K., Mamedov R.G., Aliev T.C. System for measuring geometric parameters of objects in noisy conditions. "Bulletin of the higher technical educational institutions of Azerbaijan" No. 3 (61), ASOA, Baku, 2009, p. 48-51.

4. Mamedov R.G. Ensuring invariance of image recognition to linear displacements and scales in adaptive robots [Text] / R.G. Mamedov, T.C. Aliev//Optoelectronic information and energy technologies. 2009. No. 1 (17). P. 26–31.

5. Increasing the reliability of object recognition by technical vision systems in automated production

[Text]: Proceedings of the 1st international symposium, September 14, 2010 Nepryakhino, Chelyabinsk region. Editorial board: N.P. Ershov (editor-in-chief). Moscow: RAS, 2010. 202 p.

6. Recognition of aircraft made using the "Stealth" technology [Text]: Materials of the 4th All-Ukrainian scientific-practical conference of young scientists and students (April 2011) / editor-in-chief. S.V. Dotsenko. –Sevastopol: SevNTU, 2011. 165 p.

7. Alexandrov, A.V. Strength of materials. [Text] /A.V. Alexandrov - M.: Vyssh. shk., 2003. 560p.

УДК 631.362:665.335.5

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PRESSING THE MALE OF CASTOR SEEDS IN THE SCREW PRESS

Nadikto V.

doctor of technical sciences, professor of Department of Machine Usage in Agriculture, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

Zhuravel D.

doctor of technical sciences, professor of Department of Technical Systems and Technology in Livestock, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

Chebanov A.

candidate of technical sciences, senior lecturer of Department of Electric Power Engineering and Automation, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

Verechaga O.

postgraduate of Department of Technical Systems and Technology in Livestock, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРЕСУВАННЯ МЕЗГИ НАСІННЯ РИЦИНИ У ШНЕКОВОМУ ПРЕСІ

Надикто В.Т.

Доктор технічних наук, професор кафедри машиновикористання в землеробстві Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Журавель Д.П.

Доктор технічних наук, професор кафедри технічного сервісу та систем в АПК Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Чебанов А.Б.

Кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електроенергетики і автоматизації Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Верещага О.Л.

Аспірант кафедри технічного сервісу та систем в АПК Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Abstract

In the article it is offered to carry out calculation of constructive parameters of screw presses of different productivity at pressing of pulp of castor seeds through experimentally established law of its compression. This law provides for the calculation of free volumes between specific numbers of pressing turns. The efficiency of pressing the castor seed pulp of each pressing turn was established, due to which the required number of pressing turns of the press was substantiated.

Анотація

У статті запропоновано виконувати розрахунок конструктивних параметрів шнекових пресів різної продуктивності при пресуванні мезги насіння рицини через експериментально встановлений закон її стиснення. Такий закон забезпечує розрахунок вільних об'ємів між конкретними номерами пресувальних витків. Встановлено ефективність пресування мезги насіння рицини кожного пресувального витка, за рахунок чого обґрунтовано потрібну кількість пресувальних витків пресу.

Keywords: castor seeds, kernel, pressing, auger shaft, expanded channel, extruder, relative mass of oil, compression ratio.

Ключевые слова: насіння рицини, мезга, пресування, шнековий вал, розгорнутий канал, пресуючий виток, відносна маса олії, ступінь стиснення.

Постановка проблеми. Попереднє пресування олійних культур (форпресування) дозволяє за допомогою попередньо проведеної волого-теплової обробки їх м'якки та невеликого тиску при пресуванні отримати з мезги до 85% олії без застосування спеціального розчинника [1]. Продуктом переробки рицини є рицинова олія, яка застосовується у військовій, хімічній, електротехнічній, медичній, косметичній, лакофарбовій промисловості [2-4], а також в сільському господарстві при виготовленні біопалива [5-8]. Рицина за своїми фізико-механічними властивостями відрізняється від інших олійних культур [9], із-за цього застосування існуючих нині пресів для віджиму рицинової олії є неефективним. Створення ж якогось спеціального пресу для віджимання рицинової олії не зможе задовольнити всіх виробників продукції, так як кожний із них орієнтується на певну продуктивність цього обладнання.

Тому, виникає проблема установалення закону стиснення насіння рицини, використання якого дозволить розрахувати конструктивні параметри пресу і забезпечити збільшення виходу рицинової олії.

Аналіз останніх досліджень. В роботах [10-11] викладено методіку експериментальних досліджень окремо для кожного пресувального витка шнекового пресу та проведено обробку результатів досліджень за методикою багатofакторного експерименту. При проведенні таких експериментальних досліджень використовували метод розгорнутого каналу. Функцією відгуку установлено відносну масу рицинової олії. Найвпливовішими факторами, що впливали на процес пресування мезги насіння рицини, прийнято наступні: а) ступінь стиснення мезги ε , відносних одиниць (в.о.), що визначається відношенням першопочаткового об'єму мезги, яку завантажували до розгорнутого каналу, до кінцевого об'єму матеріалу, що обумовлений визначеним тиском при стисненні; б) температура мезги всередині каналу t , °C; в) зазор у зерних пластинах розгорнутого каналу δ , мм.

Обробку експериментальних досліджень виконували згідно з відомими методиками [12-13].

В результаті проведених досліджень отримано наступне: на першому пресувальному витку ступінь стиснення складає $\varepsilon = 1,42$; на другому – $\varepsilon = 1,79$, на третьому – $\varepsilon = 2,09$; на четвертому – $\varepsilon = 4,67$; на п'ятому – $\varepsilon = 5,35$; на шостому – $\varepsilon = 6,21$; на сьомому – $\varepsilon = 7,29$; на восьмому – $\varepsilon = 9,29$ (рис. 1); зазор у зерних пластинах з першого по четвертий пресувальний виток $\delta = 1,5$ мм, з п'ятого по восьмий – $\delta = 1,0$ мм; температура мезги під час пресування $t = 105$ °C.

В якості показника ефективності μ , в.о., при віджиманні мезги насіння рицини приймали відносну масу олії, яка не залежала від продуктивності [10]:

$$\mu = \frac{m_o}{m_{зад}} \rightarrow \max; \quad (2)$$

де m_o – маса олії після пресування мезги у розгорненому каналі, г.; $m_{зад}$ – маса мезги перед пресуванням, г.

Після проведення експериментальних досліджень та оптимізації даних отримано критерій оптимізації на рівні: на першому пресувальному витку відносна маса олії складає $\mu = 0,0812$; на другому – $\mu = 0,272$; на третьому – $\mu = 0,368$; на четвертому – $\mu = 0,409$; на п'ятому – $\mu = 0,454$; на шостому – $\mu = 0,47$; на сьомому – $\mu = 0,489$; на восьмому – $\mu = 0,496$ (рис. 1)

Формулювання цілей статті – підвищення ефективності процесу віджимання олії із насіння рицини шляхом визначення оптимальних конструктивних параметрів пресу з урахуванням його продуктивності.

Основні результати досліджень. Враховуючи дослідження [10-11], побудуємо загальну залежність номеру витку шнекового пресу n від оптимізованого ступеню стиснення ε , що отримано на конкретному пресувальному витку (рис. 1).

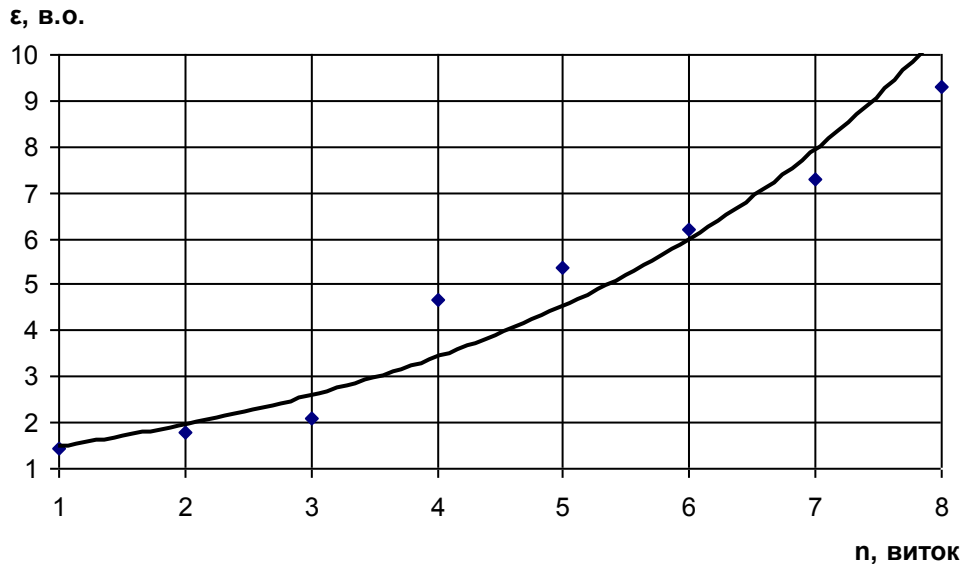


Рисунок 1 – Залежність ступеня стиснення від номера пресувального витка

Застосувавши обробку залежності (рис. 1) в EXCEL, отримали закономірність впливу номера пресувального витка (n) на ступінь стиснення мезги рицини:

$$\varepsilon = 1,109e^{0,281 \cdot n} \quad (2)$$

Якщо врахувати те, що ступінь стиснення мезги окремо на кожному пресувальному витку витку шнекового пресу – це відношення її об'єму на першому витку до об'єму у кожному наступному витку відповідно, вільні об'єми між пресувальними витками можна визначити за формулою:

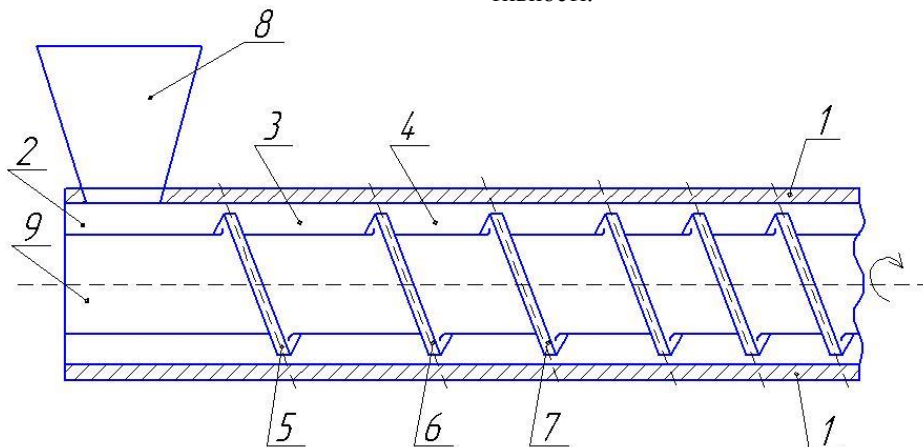
$$V_n = \frac{V_1}{1,109e^{0,281 \cdot n}} \quad (3)$$

де V_1 - об'єм мезги, що завантажується у перший пресувальний виток шнекового пресу, м³; V_n - об'єм мезги, що може знаходитися у n -ному пресувальному витку шнекового пресу, м³.

Конструктивно змінити вільний об'єм пресувальних витків за довжиною шнекового вала можна за допомогою відповідного конструктивного вико-

нання робочих органів (зеєрного циліндру та шнекового вала з пресувальними витками). Конструктивні зміни у цих робочих органах можна здійснити наступним чином: змінити відстань (крок гвинта) між пресувальними витками; змінити діаметр робочої камери; змінити висоту пресувальних витків; змінити діаметр робочої камери та змінити крок гвинта [14].

Проведемо обґрунтування застосування отриманого закону стиснення (2) при початковому розрахунку конструктивних параметрів пресу у варіанті зі змінними кроком гвинта (рис. 2). Вільний об'єм (поз. 2 рис. 2) мезги першого пресувального витка (поз. 5, рис. 2) визначає подальшу продуктивність шнекового пресу, необхідну для задоволення потреб виробника продукції. Знаючи такий об'єм (поз. 5, рис. 2) і номер пресувального витка, можна визначити всі інші вільні об'єми (поз. 3, 4, і т.д. рис. 2) між іншими пресувальними витками (поз. 6, 7, і т.д. рис. 2). Далі, не змінюючи встановлені вільні об'єми між пресувальними витками, розрахувати всі інші конструктивні параметри такого шнекового пресу з урахуванням його відповідної продуктивності.



1 – зеєрний циліндр; 2 – вільний об'єм першого пресувального витка; 3, 4 - вільні об'єми інших пресувальних витків; 5 – перший пресувальний виток; 6, 7 – інші пресувальні витки; 8 – завантажувальний бункер; 9 – шнековий вал

Рисунок 2 – Конструктивне виконання шнекового пресу у варіанті зі змінними кроком гвинта

Наприклад, виробник бажає отримати продуктивність шнекового пресу за рициною 15 тон на добу. За восьмичасового робочого дня, така продуктивність буде становити $15 \div 8 = 1,875$ т/год або 1875 кг/год. При середньому часі перебування мезги у шнекових пресах близько 1,5 хвилини (0,025 години), вільний об'єм першого пресувального витка повинен бути таким, щоб помістити 47 кг ($1875 \cdot 0,025 \approx 47$ кг) мезги насіння рицини. Після встановлення конструктивних параметрів вільного об'єму першого пресувального витка, всі інші – розраховуються за рівнянням (3).

При встановленому ступені стиснення кожного пресувального витка, визначено відносну кількість олії, що отримується на n -му пресувальному витку для заданної маси мезги m_0 (рис. 3). Як бачимо, найбільший вихід олії відбувається на другому витку. На восьмому пресувальному витку вихід олії практично знижується до нуля. Звідси випливає, що збільшення кількості витків більше восьми призведе лише до зростання тиску в шнековому пресі та збільшення витрат потужності на пресування. Саме тому при пресуванні мезги насіння рицини достатня кількість пресувальних витків не повинна перевищувати 8.

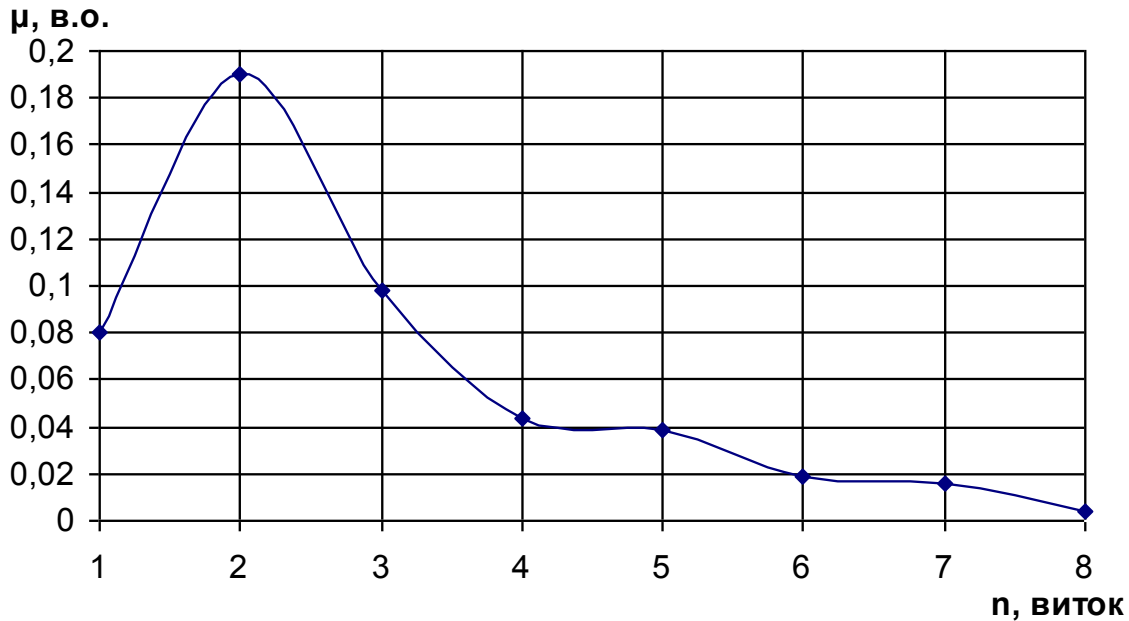


Рисунок 3 – Залежність відносної маси олії від номеру витка

Якщо використати залежність ступеня стиснення мезги від номеру пресувального витка (рис. 1), отримаємо залежність відносної маси олії, що отримується на кожному ступені стиснення шнекових пресів (рис. 4). Із її аналізу випливає, що максимальний вихід рицинової олії має місце за ступеню стиснення мезги на рівні 1,42. За подальшого збіль-

шення цього показника, ефективність віджиму рицинової олії різко зменшується. За позначки $\varepsilon = 9,4$ цей процес практично припиняється. З огляду на це, виготовлення витків пресу із параметрами, які забезпечують умови $\varepsilon > 9,4$, є недоцільним

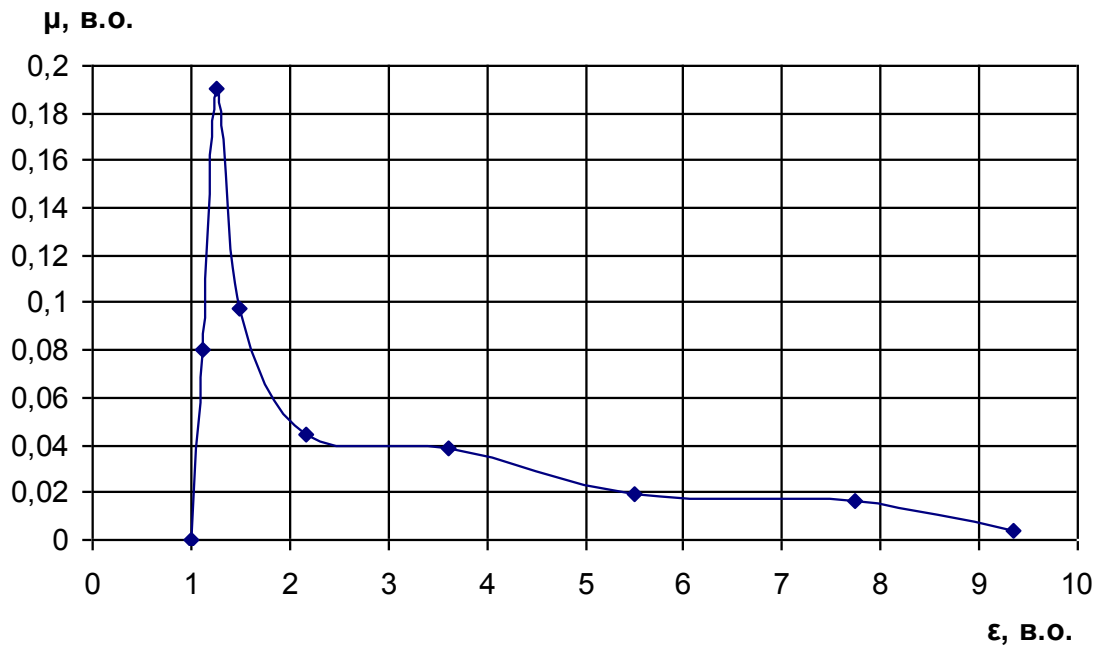


Рисунок 4 – Залежність відносної маси олії від ступеня стиснення мезги

З урахуванням даних рис. 3 та рис. 4, загальна відносна маса олії що отримана після пресування на восьми витках шнекового пресу, складає $\mu = 0,496$. Так як максимальна ж олійність насіння ріцини складає 55% [15] або можна записати як $\mu_{\max} = 0,55$. Відповідно, кількість олії після пресування, що залишилася у матеріалі буде визначено як:

$$\Delta\mu = \mu_{\max} - \mu = 0,55 - 0,496 = 0,054.$$

Якщо це значення помножити на 100 %, то отримаємо остаточну олійність макухи, яка складає 5,4%. У відповідності з [16], після першого пресування, остаточна олійність макухи ріцини повинна становити 8,5%. А це означає, що завдяки оптимізації конструктивних параметрів – вільних об'ємів між пресувальними витками шнекових пресів, показник олійності макухи ріцини вдалося зменшити додатково на $8,5 - 5,4 = 3,1\%$

Також потрібно зазначити, що на ефективність пресування, окрім встановлених вільних об'ємів між пресувальними витками шнекових пресів буде впливати і вибір відповідного конструктивного виконання їх робочих органів (крок гвинта; діаметр робочої камери, висота пресувальних витків та їх поєднання), що є предметом подальших досліджень.

Висновки. Установлено закон стиснення мезги ріцини для шнекових пресів, за допомогою якого для кожного порядкового номера пресувального витка шнекового пресу визначаються вільні об'єми при різній продуктивності по насінню ріцини із забезпеченням максимальної ефективності процесу. Розрахунок всіх інших конструктивних параметрів шнекового пресу може бути здійсненим із дотриманням розрахункових значень згідно цього закону стиснення. Достатня кількість пресувальних витків складає вісім. Шляхом оптимізації

конструктивно-технологічних параметрів шнекових пресів, показник олійності макухи додатково знижується на 3,1%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудзенко М. М. Різновиди конструкцій пресів для віджимання олії // Пропозиція. 2013. № 3. С. 146-149.
2. Barnes, D. J., Baldwin, B. S., & Braasch, D. A. (2009). Degradation of ricin in castor seed meal by temperature and chemical treatment. *Industrial Crops and Products*, 29(2-3), 509-515.
3. Mutlu, H., & Meier, M. A. (2010). Castor oil as a renewable resource for the chemical industry. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(1), 10-30.
4. Malajowicz, J., & Kusmirek, S. (2016). Characteristics and possibilities of industrial use of castor oil. *Przemysl Chemiczny*, 95(9), 1756-1760.
5. Deb, A., Ferdous, J., Ferdous, K., Uddin, M. R., Khan, M. R., & Rahman, M. W. (2017). Prospect of castor oil biodiesel in Bangladesh: Process development and optimization study. *International Journal of Green Energy*, 14(12), 1063-1072.
6. Zhu, Q. L., Gu, H., & Ke, Z. (2018). Congeneration biodiesel, ricinine and nontoxic meal from castor seed. *Renewable Energy*, 120, 51-59.
7. Hadiyanto, H., Yuliandaru, I., & Hapsari, R. (2018). Production of Biodiesel from Mixed Waste Cooking and Castor Oil. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 156, p. 03056). EDP Sciences.
8. Conejero, M. A., César, A. D. S., & Batista, A. P. (2017). The organizational arrangement of castor bean family farmers promoted by the Brazilian Biodiesel Program: A competitiveness analysis. *Energy Policy*, 110, 461-470.
9. Дідур В. А. Зубкова К. В. Аналіз дослідження фізико-механічних властивостей

насіння рицини // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2004. Вип. 19. С. 22-28.

10. Дідур В. В., Чебанов А. Б., Дідур В. А., Назарова О. П., Верещага О. Л. Оптимізація конструктивно-технологічних параметрів шнекового преса для віджимання мезги насіння рицини (на прикладі одного витка шнекового вала) // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2019. Вип. 2(33). С. 34-43.

11. Дідур В.В., Чебанов А.Б., Дідур В.А., Назарова О.П., Верещага О.Л. Оптимізація конструктивно-технологічних параметрів шнекового преса для віджимання мезги насіння рицини Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. Вип. 19. Том 4. С. 21-32.

12. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – 2-е изд. Л.,1980. 168 с.

13. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Кіровоград, 2016. 204 с.

14. Журавель Д. П., Чебанов А. Б., Верещага О. Л. Аналіз способів отримання олійних матеріалів із насіння рицини. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 02-27 лист. 2020р. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 1-6.

15. Клещевина / под ред. В. А. Мошкина. М. : Колос, 1980. 352 с.

16. Гавриленко И. В. Оборудование для производства растительных масел. М. : Пищевая промышленность, 1959. 370 с.