

УДК 637.181 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(33\)06](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(33)06)**Юлія МОТУЗКА***E-mail:* y.motuzka@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0003-0400-6445

д. т. н., доцент, професор кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Анна КОШЕЛЬНИК*E-mail:* a.koshelnyk@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0002-0322-9375

аспірант кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Олена РОМАНЕНКО*E-mail:* o.romanenko@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0003-1804-1225

к. т. н., доцент, доцент кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

**ФОРМУВАННЯ КОНСИСТЕНЦІЇ
АНАЛОГА МОЛОКА З НАСІННЯ
ПАЖИТНИКА ГРЕЦЬКОГО**

Проведено дослідження мікроструктури насіння пажитника грецького, що використовується при виготовленні аналога молока рослинного походження. Встановлено, що додавання аскорбінової кислоти сприяє більш рівномірному подрібненню насіння у водному середовищі. Враховуючи отримані дані щодо наявності у продукті фракцій насіння різного розміру, що зумовлює утворення осаду та ускладнює отримання аналога молока з однорідною консистенцією, зроблено висновок про доцільність при виробництві дво- або трикратної фільтрації.

Ключові слова: аналог молока рослинного походження, дисперсний склад, напій, споживні властивості, органолептичні властивості, консистенція, споживач.

Мотузка Ю., Кошельник А., Романенко Е. Формирование консистенции аналога молока из семян пажитника греческого. Проведены исследования микроструктуры семян пажитника греческого, который используется при изготовлении аналога молока растительного происхождения. Установлено, что добавление аскорбиновой кислоты способствует более равномерному измельчению семян в водной среде. Учитывая полученные данные о наличии в продукте фракций семян разных размеров, что обуславливает образование осадка и усложняет получение аналога молока однородной консистенции, сделан вывод о необходимости при производстве двух- или трехкратной фильтрации.

Ключевые слова: аналог молока растительного происхождения, дисперсний состав, напиток, потребительские свойства, органолептические свойства, консистенция, потребитель.

Постановка проблеми. На вибір споживачами харчових продуктів впливає багато чинників, але одним із вирішальних є їхні органолептичні властивості, зокрема консистенція. Особливо це важливо

© Юлія Мотузка, Анна Кошельник, Олена Романенко, 2020

для рідких продуктів, як-от аналоги молока рослинного походження, основу яких становить подрібнена рослинна сировина, змішана з водою. На формуванні органолептичних показників при виробництві аналогів молока рослинного походження позначається розмір частинок вихідної сировини до та після її подрібнення. Занадто великі розміри її фрагментів можуть збільшувати швидкість седиментації, що своєю чергою спричинятиме надмірне утворення осаду та небажані відчуття в ротовій порожнині. Особливо це актуально для нових видів напоїв, які ще масово не виробляються підприємствами харчової промисловості України, наприклад аналог молока з насіння пажитника грецького. Саме тому доцільним вбачається проведення дисперсного аналізу подрібненого насіння пажитника до та після додавання води згідно з рецептурою виготовлення продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання, присвячені дослідженню розподілу частинок порошкоподібної харчової сировини за розмірами, представлено в працях вчених, як-от: Ж. Воронцова, Д. Федорова, Р. Романенко [1–3]. Вплив дисперсного складу продукту на його консистенцію розглядали Н. Ломова, С. Наріжний та О. Сніжко (для йогурту) [4], Ю. Савчук, С. Усатюк і О. Янчик (для напою з волоського горіха) [5], М. Погожих зі співавторами (для овочевого та фруктового напівфабрикату як основної складової частини смузі) [6].

Проте відсутні дані наукових джерел щодо дослідження розміру частинок насіння пажитника грецького та впливу цього чинника на консистенцію аналога молока з нього.

Мета роботи – визначити та проаналізувати дисперсний склад насіння пажитника грецького і його вплив на консистенцію аналога молока рослинного походження.

Матеріали та методи. Дисперсність помелу насіння пажитника грецького в сухому стані та після поєднання з водою визначено мікроскопічним методом. Для фіксації зображення використано цифровий мікроскоп *CL PC camera 4.5* з роздільною здатністю матриці 8 Мп. Калібрування та властивості матриць цифрових камер виконано на ПК з ОС *Windows 10*.

З партії пажитника грецького відібрано чотири точкові проби за загальноприйнятою методикою [7]. Виконано по 5 фотографій мікроструктури з кожної точкової проби зразка з відстані 0.5–1.5 мм за роздільної здатності камери 3264 x 2448 пікселів (8 Мп). Дисперсний аналіз зразків насіння пажитника грецького здійснено методом середнього діаметра, проведено в ПЗ *Cooling Tech 4.5*, результати експортовано до *MS Excel*.

Результати дослідження. Фотографії мікроструктури досліджуваної системи дають змогу визначити розмір, кількість і форму частинок, що своєю чергою допомагає зробити висновок про якість помелу [2; 9]. На *рис. 1* наведено зображення зразків насіння пажитника грецького в сухому стані, після настоювання у воді, а також в напої без та

з додаванням аскорбінової кислоти (фотографії виконано за методом "темного поля", згідно з яким джерело світла розміщено з боку камери мікроскопа).

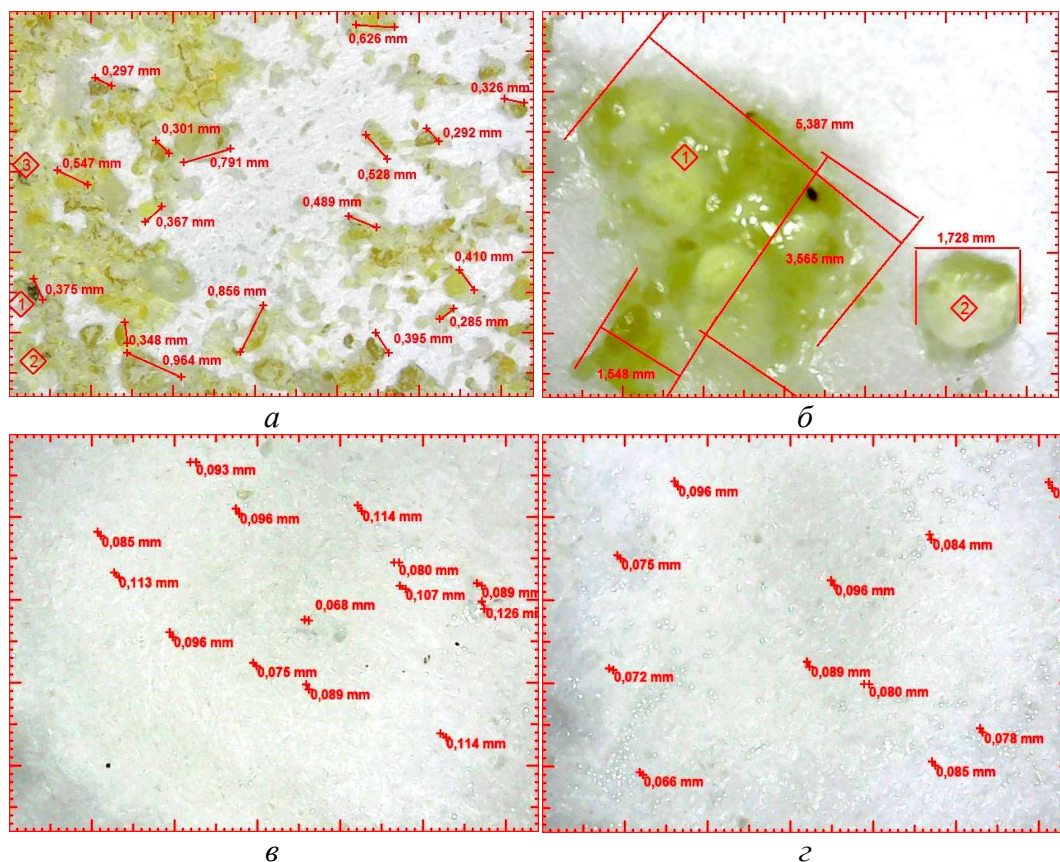


Рис. 1. Фотографії дисперсних частинок пажитника грецького: а – до замочування; б – після замочування; в – невідфільтрована фракція напою; г – невідфільтрована фракція напою з аскорбіновою кислотою

На рис. 1, а видно, що молоте насіння пажитника – це частинки неправильної форми, які складаються з фрагментів двох кольорів, світло-жовтого, майже прозорого, та насиченого темно-жовтого з коричневим відтінком. На нашу думку, частинки темнішого кольору – це оболонка цілого насіння, яку недостатньо добре просіяли. Це може ускладнювати подрібнення сировини у воді під час виробництва напою, а отже, доцільним є повторне просіювання подрібненого насіння. Рис. 1, б демонструє його стан після поєднання з водою та настоювання протягом 15 хв. З наведеного зображення видно, що частинки насіння значно збільшилися в розмірі та з'явилася слизова оболонка. Це пояснюється тим, що в насінні пажитника грецького міститься велика кількість галактомананів, які сприяють виділенню слизових речовин [10; 11]. Варто зазначити, що утворення слизу важливе для виробництва аналога молока рослинного походження, адже це допомагає досягти консистенції традиційного молока. Рис. 1, в демонструє стан насіння пажитника після подрібнення у воді, тобто безпосередньо в напої. Рис. 1, г містить

зображення невідфільтрованої фракції напою з додаванням аскорбінової кислоти згідно з розробленою рецептурою. Порівнюючи представлені рисунки (див. *рис. 1, в і 1, з*), можна зробити висновок, що додавання аскорбінової кислоти сприяє більш рівномірному подрібненню насіння, про що свідчить менший розмір частинок, зафіксований на фотографії.

Для усереднення їхніх розмірів використано метод середньомасового діаметра [4]. З метою спрощення аналізу дисперсності доцільним є не звертати уваги на показник "форма", припустивши, що всі частинки в напої мають однакову сферичну форму, і встановлювати тільки їхній діаметр [2].

Результати визначення діаметру дисперсних частинок насіння пажитника грецького на різних стадіях дослідження наведено на *рис. 2*.

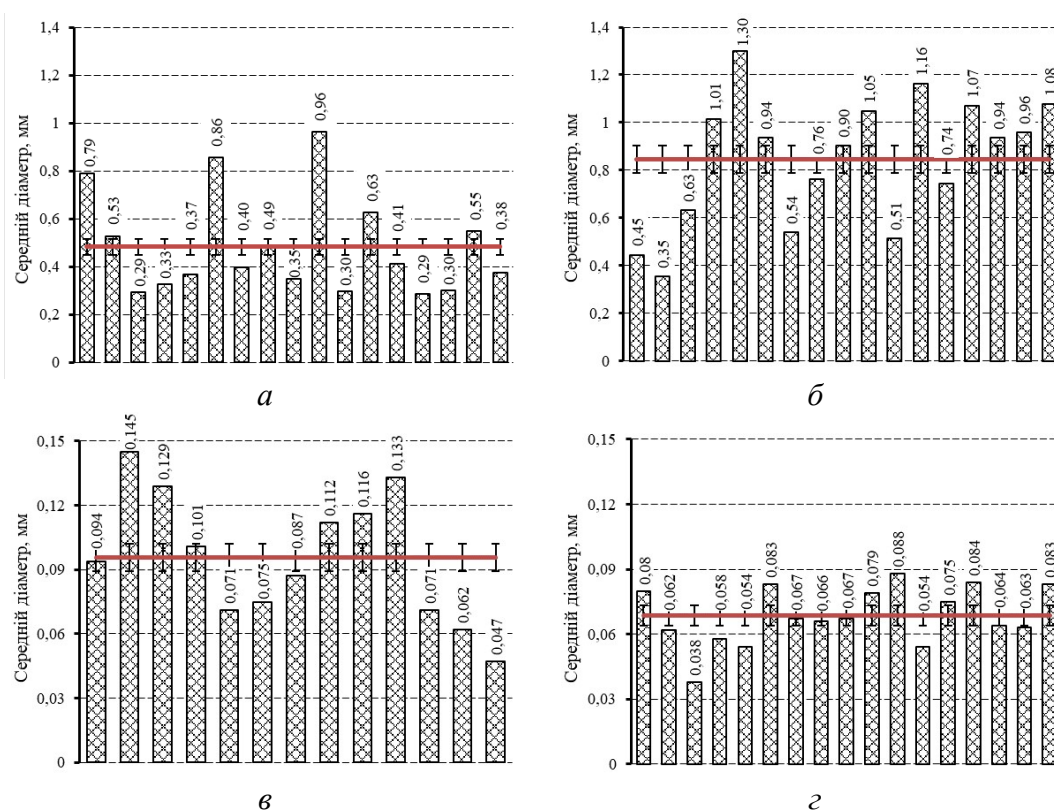


Рис. 2. Визначення розміру частинок насіння пажитника грецького: *а* – до замочування; *б* – після замочування; *в* – невідфільтрована фракція напою; *г* – невідфільтрована фракція напою з аскорбіновою кислотою

Ці графіки свідчать про деяку нерівномірність помелу насіння пажитника грецького, що підтверджує наявність різних за розмірами частинок. На *рис. 2, а* представлено найменші розміри частинок, які коливаються в межах 0.29–0.33 мм, і найбільші – 0.79–0.96 мм. Дані *рис. 2, б* вказують на їх збільшення після поєднання з водою та настоювання в ній протягом 15 хв: найменші розміри частинок становлять 0.35–0.54 мм, найбільші – 1.05–1.30 мм. У складі напою розміри насіння пажитника варіюються між 0.047 і 0.145 мм (*рис. 2, в*). Додавання аскорбінової кислоти сприяє більш рівномірному подрібненню насіння

у водному середовищі: розміри частинок пажитника грецького – в межах 0.038–0.088 мм (рис. 2, з). Такий розрив між розмірами частинок насіння ускладнює виробництво аналога молока з однорідною консистенцією, тому вирішено ввести у технологічний процес дво- або трикратну фільтрацію.

Середні розміри частинок насіння пажитника грецького та їх порівняння залежно від стану представлено на рис. 3.

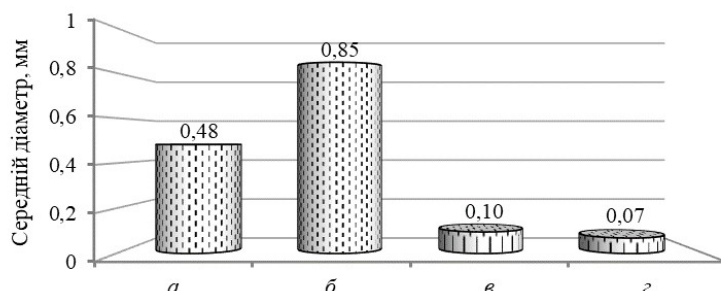


Рис. 3. Порівняння середнього діаметра частинок пажитника грецького: а – до замочування; б – після замочування; в – невідфільтрована фракція у напої; г – невідфільтрована фракція напою з аскорбіновою кислотою

Наведені дані підтверджують попередні висновки щодо здатності насіння пажитника грецького до набухання та сприятливого впливу від введення аскорбінової кислоти на збільшення ступеня подрібнення частинок.

Криві диференціального розподілу мікрочастинок зразків пажитника за розмірами наведено на рис. 4.

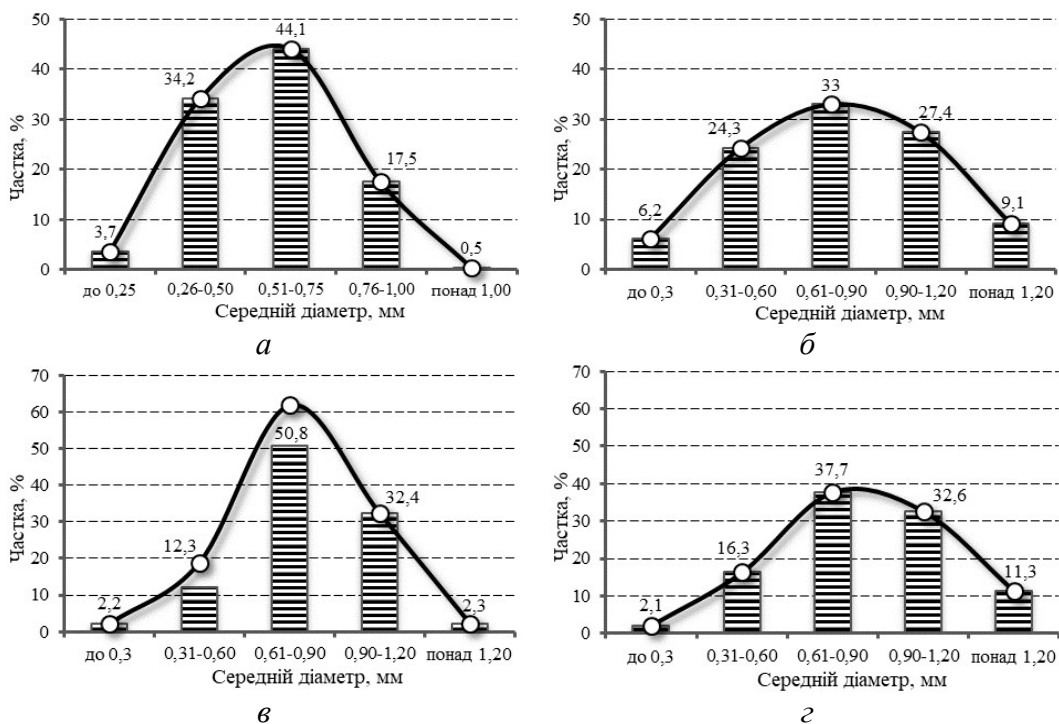


Рис. 4. Криві диференційного розподілу частинок насіння пажитника:

a – до замочування; *b* – після замочування; *в* – невідфільтрована фракція напою;
г – невідфільтрована фракція напою з аскорбіновою кислотою

За результатами проведеного дослідження визначено, що найбільшими за середніми розмірами є частинки фракції від 0.61 до 0.90 мм. Для сухого насіння (рис. 4, *a*) найбільшу частку (44.1 %) становить фракція 0.51–0.75 мм, на другому місці – фракція 0.26–0.50 мм (34.2 %). Фракція 0.76–1.00 мм становить 17.5 % загальної кількості частинок. На рис. 4, *б* видно, що збільшилися діапазони фракцій частинок та частка, яку вони займають, що відповідає збільшенню розмірів насіння у водному середовищі. Можна виділити такі фракції: 0.61–0.90 мм – 33 %; 0.31–0.60 мм – 24.3; 0.90–1.20 мм – 27.4 %, відмічено появу фракції частинок розміром понад 1.20 мм, масова частка яких становить 9.1 %.

Щодо дослідження дисперсного стану напою (рис. 4, *в*; 4, *г*), то в напої з аскорбіновою кислотою спостерігається більш рівномірний розподіл фракцій, попри те, що найбільшу частку займають фракції відносно великого розміру (0.61–0.90 мм – 50.8 %; 0.90–1.20 мм – 32.4 %). Це пояснюється тим, що інші фракції, особливо великі частинки понад 1.20 мм, становлять незначну масову частку, як порівняти з напоєм без вмісту аскорбінової кислоти (2.3 та 11.3 %). Варто зазначити, що саме наявність великих за розміром частинок перешкоджає формуванню необхідної консистенції. Це підтверджує доцільність додавання до аналога молока з насіння пажитника грецького аскорбінової кислоти.

Висновки. З'ясовано, що від розміру частинок насіння пажитника грецького залежить консистенція готового продукту – аналога молока рослинного походження.

Встановлено, що молоте насіння в сухому стані потребує повторного просіювання через наявність частинок оболонки цілого зерна.

Після поєднання з водою частинки насіння збільшуються в розмірі щонайменше в 1.5 раза, проте внаслідок виділення слизових речовин вони легше піддаються подрібненню в водному середовищі під час виробництва напою. Цьому також сприяє і додавання аскорбінової кислоти.

Для досягнення однорідної консистенції та перешкодження розшаруванню продукту з випадінням надмірного осаду є доцільним удосконалити технологічну схему виробництва аналога молока з насіння пажитника грецького, долучивши етап гомогенізації та збільшивши кількість фільтрацій готового напою.

Перспективою подальших досліджень є проведення роботи щодо формування органолептичних властивостей аналога молока рослинного походження, зокрема пошук способів нівелювання гіркого смаку продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воронцова Ж. В., Павлюк І. М. Використання мікроскопічного методу для знаходження розподілу об'єму частинок харчових порошоків за розмірами. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2011. № 5/3 (53). С. 64-66.

2. Федорова Д., Романенко Р., Расулов Р. Визначення дисперсності кави меленої мікроскопічним методом. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2019. № 2 (30). С. 27-40. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(30\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(30)03).
3. Федорова Д., Романенко Р. Кінетика процесу сушіння та якості рибних напівфабрикатів. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2016. № 2 (22). С. 158-177.
4. Ломова Н. М., Наріжний С. А., Сніжко О. О. Первинна підготовка апі-продуктів у біотехнології йогурту "Медовий". URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7717>.
5. Савчук Ю. Ю., Усатюк С. І., Янчик О. П. Дослідження дисперсності напою з волоського горіха. *Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. 2016. № 2 (68). С. 83-85.
6. Погожих М. І., Одарченко Д. М., Соколова Є. Б., Павлюк І. М. Дослідження дисперсного складу овочевого та фруктового напівфабрикату, як основної складової частини для напою смузі. URL: https://www.researchgate.net/publication/317553749_Doslidzenna_dispersnogo_skladu_ovocevogo_ta_fruktoovogo_napivfabrikativ_ak_osnovnoi_skladovoi_castini_dla_napou_smuzi.
7. Гаврилова Н. Н., Назаров В. В., Яровая О. В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов: учеб. пособ. Москва: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. 52 с.
8. Coalescers Pall. Phase Separation Technology. NY: Pall Corporation, 2012. 16 p.
9. Issarani R., Nagori B. P. Effect of different galactomannans on absorption of cholesterol in rabbits. *Journal of Natural Remedies*. 2006. Vol. 6. N 1. P. 83-86.
10. Garti N. Fenugreek galactomannans as food emulsifiers. *Food Science and Technology*. 1997. Vol. 30. P. 305-311.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2020.

Motuzka I., Koshelnyk A., Romanenko O. Forming the consistence of a milk analogue made of the fenugreek seeds.

Background. The organoleptic indicators, including the consistence, in producing plant-based milk analogues are conditional on the size of input particles before and after its grinding. A too large size of its fragments can increase the speed of sedimentation, causing the extreme sediment and undesired feelings in the oral cavity.

The aim of article is to identify and analyze the dispersed composition of fenugreek seeds and its impact on the consistence of the plant-based milk analogue.

Materials and methods. The dispersion of grinding of fenugreek seeds in the dry condition and after mixing with water is defined by the microscopic method. The digital microscope *CL PC camera 4.5* with the resolution capacity of the matrix 8 Mp is used for fixation of the image. Calibration and property of the digital cameras' matrices is performed on PC with OS *Windows 10*. The dispersion analysis of fenugreek samples is performed by the method of medium diameter, conducted in *Cooling Tech 4.5* software.

Results. The investigation of the microstructure shows that the grinded fenugreek seeds in the dry condition need the repeated sifting due to the occurrence of particles of the seed shells. The determined diameter of dispersed particles demonstrates an unevenness of seed sifting, which is confirmed by the occurrence of particles with different size.

The research confirms that the fenugreek seed ability for swelling and the addition of ascorbic acid makes the particles better exposed to grinding.

Conclusion. It is found that the consistence of the finished product, a plant-based milk analogue, is conditional on the size of particles of fenugreek seeds.

Once mixed with water, the seed particles are increased in size by at least 1.5 times, but due to the discharge of slime substances they can be better subjected to grinding in the water environment in time of the drink production. The addition of ascorbic acid has the similar effect.

The homogenous consistence can be achieved and the product's dissection with extreme sediment can be prevented by improving the technological procedure for the production of a milk analogue made of fenugreek, with including the phase of homogenization and increasing the number filtrations of the finished drink.

Keywords: plant-based analogue of milk, dispersed composition, drink, nutritional properties, organoleptic properties, consistence, consumer.

REFERENCES

1. Voroncova, Zh. V., & Pavljuk, I. M. (2011). Vykorystannja mikroskopichnogo metodu dlja znahodzhennja rozpodilu ob'jemu chastynok harchovyh poroshkiv za rozmiramy [Using a microscopic method to find the volume distribution of food powder particles by size]. *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij – East European journal of advanced technology*, 5/3 (53), 64-66 [in Ukrainian].
2. Fedorova, D., Romanenko, R., & Rasulov, R. (2019). Vyznachennja dyspersnosti kavy melenoi' mikroskopichnym metodom [The determination of ground coffee dispersion by microscopic method]. *Mizhnarodnyj naukovopraktychnyj zhurnal "Tovary i rynky" – International scientific and practical journal "Commodities and Markets"*, 2 (30), 27-40. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(30\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(30)03) [in Ukrainian].
3. Fedorova, D., & Romanenko, R. (2016). Kinetyka procesu sushinnja ta jakist' rybnyh napivfabrykativ [Kinetics of the drying process and the quality of fish semi-finished products]. *Mizhnarodnyj naukovopraktychnyj zhurnal "Tovary i rynky" – International scientific and practical journal "Commodities and Markets"*, 2 (22), 158-177 [in Ukrainian].
4. Lomova, N. M., Narizhnyj, S. A., & Snizhko, O. O. *Pervynna pidgotovka apiproduktiv u biotehnologii' jogurtu "Medovyj"* [The primary preparation of apiproduktiv in biotechnology of Yogurt "Honey"]. Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7717> [in Ukrainian].
5. Savchuk, Ju. Ju., Usatjuk, S. I., & Janchyk, O. P. (2016). Doslidzhennja dyspersnosti napoju z volos'kogo goriha [The investigation of the dispersion of drink made from walnut]. *Naukovyj visnyk L'viv's'kogo nacional'nogo universytetu veterinarnoi' medycyny ta biotehnologij imeni S. Z. G'zhyc'kogo – Scientific bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Zhytsky*, 2 (68), 83-85 [in Ukrainian].
6. Pogozhyh, M. I., Odarchenko, D. M., Sokolova, Je. B., & Pavljuk, I. M. *Doslidzhennja dyspersnogo skladu ovochevogo ta fruktovogo napivfabrykatu, jak osnovnoi' skladovoi' chastyny dlja napoju smuzi* [The investigation of the dispersed composition of vegetable and fruit semi-finished products as the main constituent for the smoothie drink]. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317553749_Doslidzhennja_dispersnogo_skladu_ovocevogo_ta_fruktovogo_napivfabrykativ_ak_osnovnoi_skladovoi_castini_dla_napou_smuzi [in Ukrainian].
7. Gavrilova, N. N., Nazarov, V. V., & Jarovaja, O. V. (2012). *Mikroskopicheskie metody opredelenija razmerov chastic dispersnyh materialov* [Microscopic methods for determining the particles size of dispersed materials]. Moscow: RHTU im. D. I. Mendeleeva [in Russian].
8. Coalescers Pall. Phase Separation Technology. (2012). NY: Pall Corporation [in English].
9. Issarani, R., & Nagori, B. P. (2006). Effect of different galactomannans on absorption of cholesterol in rabbits. *Journal of Natural Remedies*. (Vol. 6), 1, 83-86 [in English].
10. Garti, N. Fenugreek galactomannans as food emulsifiers. (1997). *Food Science and Technology*. (Vol. 30), (pp. 305-311) [in English].