

Технологія отримання суспензії з насіння льону

Янюк Т. І., Шаповаленко О. І., Тракало Т. О., Малюта К. С., Національний університет харчових технологій

Сучасні технології виробництва харчових продуктів, і особливо функціональних, дозволяють виробляти продукти із використанням зернової сировини. Але вони не забезпечують використання в повному об'ємі різноманітного та корисного складу, а також технологічні властивості цієї сировини. Недосконалим є вивчення технологічних процесів, їх вплив на кінцевий продукт, необізнаність з їх хімічним складом та лікувально-профілактичними і технологічними властивостями зернової сировини, нераціональне використання відходів виробництва, відсутність технологій з безвідходної переробки. На сьогоднішній день в Україні широко використовуються імпорتنі стабілізатори і утримувачі води. Але застосування сучасних технологій переробки насіння льону та інших зернових з вмістом рослинних волокон та вуглеводів дозволяють одержувати продукти як лікувально-профілактичного напрямку, так і носіїв технологічних властивостей, а саме: стабілізаторів, емульгаторів, структуроутворювачів.

Зараз в промисловості використовується такі технології, як ТЕКМАШ, апарати з використанням механізмів дискретно імпульсного вводу енергії (ДІВЕ) та інші. Технологія ТЕКМАШ базується на виробництві концентрованих, у вигляді пастоподібних продуктів з зернової сировини, в яких зберігаються усі вітамінні та мінеральні компоненти. Ця технологія передбачає переробку зерна, де відбувається суміщення процесів гідродинамічних, диспергування і теплової обробки без доступу повітря завдяки застосуванню спеціальних спрофільованих насадок за рахунок гідродинамічних дій. Дані технології дозволяють виробляти рідкі і пастоподібні продукти із зернової сировини, але вони не забезпечують неперервність виробництва.

Переробка зернової сировини при виробництві функціональних продуктів харчування належить до складних енергоємних технологічних процесів з підвищеними вимогами до кінцевого продукту, тобто у кожному випадку треба вирішувати проблему збереження нативності сировини та одночасного дотримання критеріїв безпеки, технологічності у подальшому використанні. Цим критерієм відповідає насіння льону.

Розроблено ряд технологій і опрацьовано технологічні режими отримання суспензій різної густини – від рідких до пастоподібних продуктів. Густина продукту обумовлена напрямком його застосування. Для того щоб забезпечити безвідходну переробку сировини, необхідно використовувати всі складові насіння льону. Тому необхідна попередня обробка насіння у вигляді подрібнення до певного розміру частинок. Це забезпечить зміну мікроструктури, капілярно-пористої системи і інші властивості, що, в свою чергу, вплине на якісне проведення процесів гідратації і екстракції при отриманні суспензій.

Ці вимоги надали можливість для впровадження спеціальної технології обробки зернової сировини в два етапи. Суть цієї обробки полягає в тому, що насіння попередньо подрібнюється до певних розмірів, замочується на 20...30 хв. при температурі 20...25°C у 1/3 об'ємі розчинника, а потім проводиться другий етап інтенсивної механічної обробки з додаванням розчинника до норми в апаратах з використанням механізмів ДІВЕ або за допомогою міксера для отримання гомогенної суспензії.

Як видно, основними процесами технології є подрібнення зернової сировини і гомогенізація отриманої суспензії.

Об'єктом дослідження було вивчення впливу на якість суспензій розміру частинок зернової сировини та її капілярно-пористої системи.

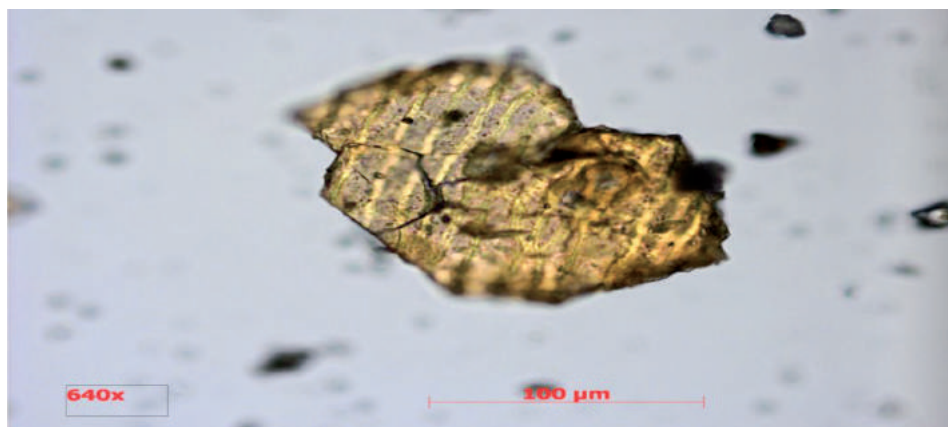


Рис. 1. Мікроструктура частинки льону подрібненого продукту

В роботі вивчені властивості і мікроструктура подрібнених частинок насіння льону різних розмірів, а також властивості отриманих суспензій, до складу яких входять подрібненні частинки насіння льону і розчинник (вода або молочна сироватка). Перший етап обробки передбачає подрібнення насіння льону, тому що прискорення проведення процесу гідратації і екстракції, які є довготривалими при застосуванні традиційних технологій є актуальною проблемою. Тому вивчення впливу розміру частинок подрібненого насіння льону на ці процеси має суттєве значення. На прискорення розчинення поживних речовин в зерновій сировині мають вплив наступні фактори:

- рівномірність обробки середовища;
- зміна швидкості переміщення розчинника залежно від розміру частинок.

Для одержання подрібненого продукту з насіння льону проводили подрібнення за допомогою млина ЛЗМ з числом обертів в хвилину 10000. Насіння льону подрібнювали протягом 1 хв., вологість становила 7%. Після механічного подрібнення насіння льону був отриманий порошокподібний продукт, фракційний склад якого становив від 50 до 150 мкм. Частинки твердої фракції за своєю мікроструктурою відповідають мікроструктурі насіння льону. Мікроструктура твердої фракції зображена на рис. 1.

На мікроструктуру частинок впливає початкова вологість насіння льону. З літератури відомо, що при вологості б...8% зернова сировина втрачає пружно-пластичні властивості і перетворюється у крихке тіло, яке здатне за критичних навантажень ставати крихкими і розсипатися на мілкі частинки. Зниження вологості до 4% збільшує міцність матеріалу, так як видалення вільної вологи приводить до значного виявлення крихких властивостей і виключає можливість злипання при подрібненні і забезпечує отримання порошку з рівномірною структурою [2].

Вивчення отриманих частинок з насіння льону показало, що вони мають об'ємну структуру і майже однакові габаритні розміри, що не перевищують 100 мкм. За формою частинки подібні до багатогранної (рис. 2).

На мікрофотографіях частинок насіння льону не виявлено вільного жиру, який має вплив на зволоження частинок і їх швидкість занурення. Характер розподілення жиру залежить від кількості мікропор і тріщин, по яким кульки жиру мігрують з середини частинки до зовнішньої, при цьому змінюють їх властивості (змочування та занурення), які мають вплив на процес водопоглинання частинками порошку. Крім того було розраховано ступінь руйнування насіння льону за наступним методом: ступінь руйнування клітини визначається відношенням кількості вільних водорозчинних речовин, що знаходяться на поверхні подрібнених частинок насіння і вільно пе-

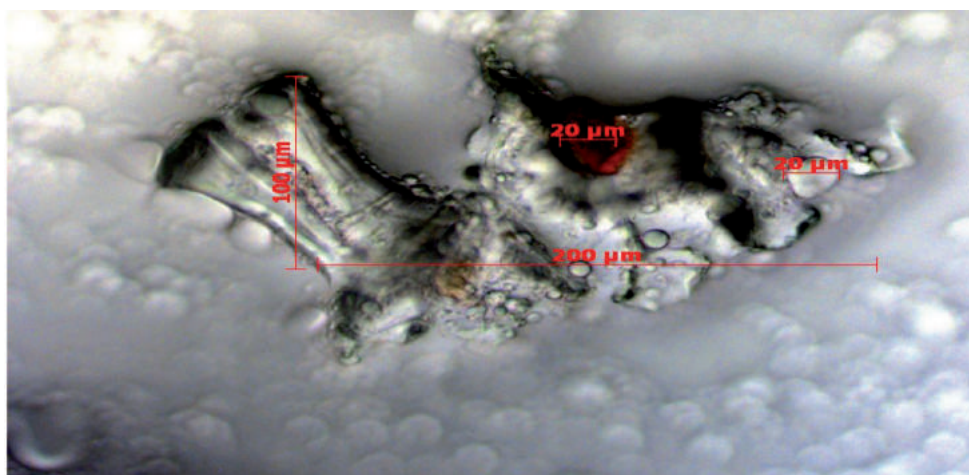


Рис. 2. Мікроструктура частинки льону в світлі, що проходить при збільшенні у 900 разів

рейшли в розчинник при перемішуванні твердої і рідкої фази за 2 хв., до кількості цих речовин, що знаходяться в насінні льону. За цим показником оцінювали якість подрібненої сировини, ступінь розкриття структури.

$$Xp\% = (M/M_1) \cdot 100, \% \quad (1)$$

де, $Xp\%$ – ступінь розкриття клітини, %; M – масова частка речовин після екстракції, %; M_1 – масова частка сухих речовин в насінні льону, %.

Для насіння льону ступінь розкриття клітини становить 25,4%.

За якістю подрібненого насіння можливо оцінити ефективність застосованого обладнання. Зі збільшенням ступеню подрібнення і рівномірного розподілення дисперсної фази в усьому об'ємі суміші зростає інтенсивність проходження теплофізичних і фізико-хімічних процесів при обробці порошку. Тому дуже важливо по ходу технологічного процесу досягти необхідної дисперсності, тобто створити високе значення сумарної міжфазової поверхні, яка є головним критерієм збільшення ефективності подрібнення. Визначення дисперсності є важливою характеристикою якості суміші і проходження подальших процесів, тобто екстракції і гідратації, розчинення усіх розчинених компонентів у зерновій сировині.

Порошкоподібний продукт з насіння льону має неоднорідний дисперсний склад і наступний фракційний розподіл, що зображений на рис. 3.

Кожна фракція продукту має свої фізико-механічні, хімічні властивості і капілярно-пористу систему, а також схильність до утворення агломератів, так як мають різні когезійні властивості. Так, для нефракціонованого подрібненого насіння льону насипна щільність становить $392,7 \text{ г/см}^3$, дійсна щільність – $698,7 \text{ г/см}^3$, стиснення – 43,8 %, когезійність – 1,70 %.

Було вивчено водопоглинальну здатність різних фракцій продукту з насіння льону в залежності від часу витримки при постійній температурі. Повнота водопоглинання характеризується кількістю вологи, яка може бути поглинута певною кількістю сухих частинок. Швидкість процесу водопоглинання залежить від температури,

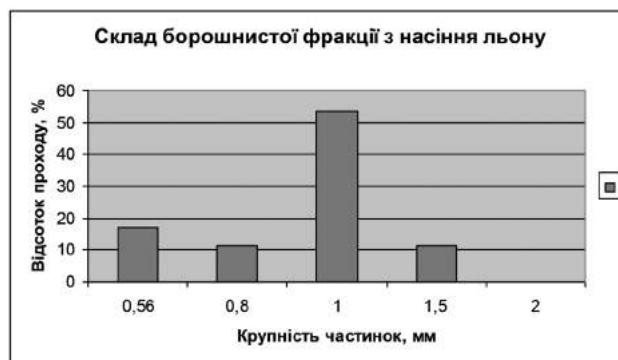


Рис. 3. Склад порошкоподібної фракції з насіння льону

ри, розмірів і мікроструктури частинок насіння і агломератів насіння льону. При взаємодії частинок з водою проходять гідратація і екстракція водорозчинних складових порошку, заповнення пор і каналів з послідуочим набуванням за рахунок заповнення вологою нерозчинених в воді рослинних волокон. На рис. 4 зображено мікроструктуру набухлої частинки льону.

Доведено, що властивості суспензій, які отримані із зернової сировини, в основному формуються способом і ступенем попереднього подрібнення. При подрібненні у результаті складного механічного впливу змінюється мікроструктура частинок, стан капілярно-пористої системи, що впливає на доступ розчинника при проведенні гідратації і екстракції. У дослідях використовували подрібнене насіння льону розміром 0,5...2,0 мм. Насіння льону, що пройшло подрібнення до заданих розмірів, має відповідні структурно-механічні властивості, що впливають на властивості суспензій, а також на технологічні параметри. Тобто формування мікроструктури і капілярно-пористої системи твердої частинки при подрібненні впливають на подальші процеси водопоглинання. Частинки порошкоподібної фракції можуть утворювати агломерати. Агломерати утворюються при зберіганні і транспортуванні за рахунок контакту частинок між собою під дією когезійних сил. Тому при отриманні суспензій треба брати до уваги взаємодію не тільки окремих частинок з розчинником, а і агломератів.

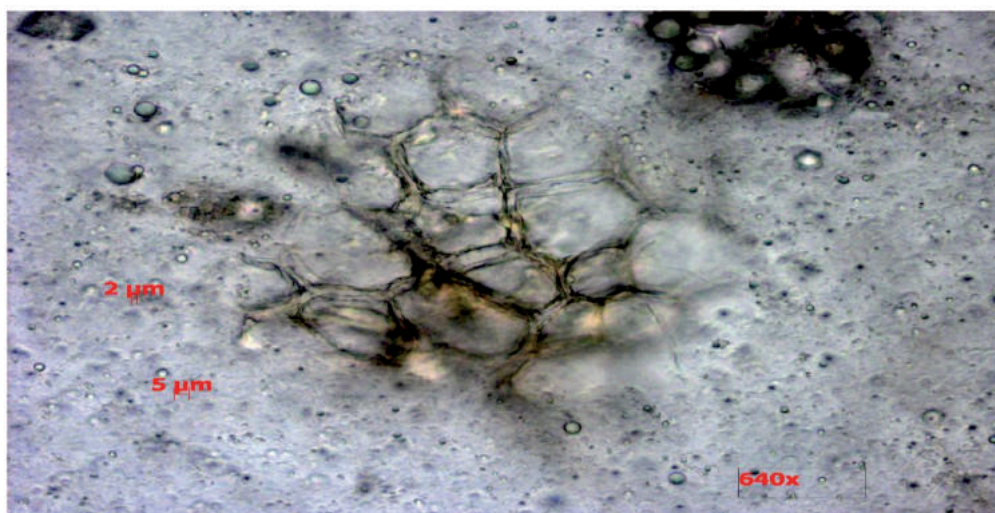


Рис. 4. Мікроструктура набухлої частинки льону

Проведено дослідження процесів гідратації і екстракції при отриманні двох компонентних суспензій при температурі 20°C з різними фракціями насіння льону впродовж 12 годин. Дослідження проводили на лабораторному стенді, до складу якого входили: термостат, скляні циліндри на 250 мл з діаметром 40 мм, термометр та аналітичні ваги.

В 5 циліндрів висипали наважки по 10 г різних фракцій з подрібненого насіння льону, а саме: 0,56 мм, 0,8 мм, 1,0 мм, 1,5 мм, 2,0 мм, додавали воду температурою 20°C, все перемішували протягом однієї хвилини, фіксували початкові показники об'єму і наступні зміни з інтервалом в 60 хв. протягом 12 годин.

В залежності від швидкості утворення шару його щільності і зміни кольору надшарової рідини можна зробити висновки про фізико-хімічний склад рідинної і осадочної частини суспензії. З отриманих результатів видно, що у фракції з дисперсністю 0,5 мм рідинна частина має жовтий колір, при збільшенні розмірів частинок до 2 мм колір змінюється до світло-сірого. Це підтверджує зміну фізико-хімічного складу в залежності від розміру фракції, а саме – розподілення жирової фази і інших складових продукту з насіння льону.

На рис. 5 представлено графік швидкості утворення осаду і рідинного шару при утворенні суспензій з продукту насіння льону різних фракцій і постійній температурі.

Як видно з графіку, при дисперсності твердих частинок 1,0 мм утворилася майже пряма з незначним коливанням протягом 6 годин в сторону ущільнення шару. Частинки з дисперсністю менше 1,0 мм утворювали шар протягом 5...6 годин дуже інтенсивно, а потім повільно змінюється крива до прямої.

Так, при крупності частинок 0,56 мм вихідна точка відсутня, так як створилася суцільна муть, шар не утворився і стабілізація, тобто закінчення утворення шару, наступає через 10 годин. Частинки крупності 0,8 утворюють осад вже в першій точці, і через 5 годин наступає стабілізація з утворенням шару.

Отримані результати підтверджують, що в адсорбційному процесі приймає участь тверда фаза частинок порошку, яка поглинає вологу тільки поверхневим шаром. Адсорбційна поверхня залежить від загальної поверхні, яка залежить від розміру частинок, капілярно-пористої системи і доступу до неї води. Під доступом води до капілярно-пористої системи розуміємо видалення заземленого повітря і відсутність тупикових каналів.

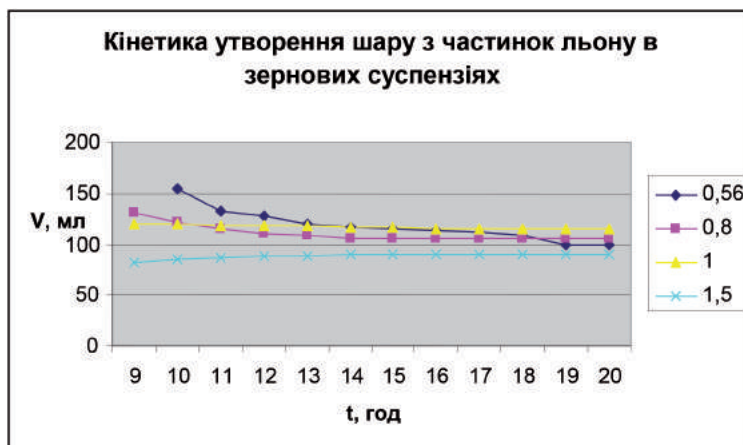


Рис. 5. Кінетика утворення шару з частинок льону в суспензії

Висновки

1. Якість отриманого подрібненого продукту з насіння льону залежить прямо пропорційно від швидкості обертання ротору і часу дії. Встановлено, що лабораторний млин забезпечує подрібнення насіння льону до частинок з розміром: менше 0,56 мм – 5,5%; 0,56 мм – 16,66%; 0,8 мм – 12,25%; 1,0 мм – 39,7%; 1,5 мм – 10,67.

2. Структурно-механічні характеристики подрібненого продукту з насіння льону досліджені вперше. Характеристики різних фракцій визначено за такими показниками, як насипна щільність 392,7 г/см³, дійсна щільність 698,7 г/см³, когезійність 1,70%.

3. Дослідження і визначення хімічного складу порошків показали ефективність безвідходної технології отримання суспензій з зернової сировини, під час якої втрати основних інгредієнтів мінімальні і становлять 5...15%.

5. При отриманні рідких суспензій з максимальним вмістом жиру і білку рекомендовано використовувати наступні фракції з розміром частинок 0,56 і нижче. При отриманні желеподібних продуктів з максимальним вмістом харчових волокон і вуглеводів, продуктів, що призначаються для використання як компоненти і як носії лікувально-профілактичних і технологічних властивостей, рекомендовано використовувати фракції 1,5 мм і більше.

ЛІТЕРАТУРА

1. Басок Б. И. Оборудование для получения и обработки высоковязких дисперсных сред. / Б.И. Басок // Промтехника. – 1996. – Т. 18, – №1. – С. 50–56.
2. Снежкин Ю.Ф. Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых ресурсов. / Ю.Ф. Снежкин Л.А. Боряк, А.А. Хавин. К. О. – К: Наукова думка, 2004. – 217 с.