

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 637'8:641.1

Олена РОМАНЕНКО

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РИБНИХ ПРЕСЕРВІВ

Проаналізовано існуючі методи визначення структурно-механічних властивостей харчових продуктів, розглянуто їх переваги та недоліки. Адаптовано метод визначення консистенції (пенетраційний) та релаксаційного зусилля для оцінки структурно-механічних властивостей пресервів із урахуванням особливостей будови рибної сировини. Досліджено основні реологічні властивості як об'єктивний критерій консистенції готової рибної продукції.

Ключові слова: реологічні властивості, рибні пресерви, пенетрація, релаксаційне зусилля, індентор.

Романенко Е. Метод определения структурно-механических свойств рыбных пресервов. Проанализированы существующие методы определения структурно-механических свойств пищевых продуктов, рассмотрены их преимущества и недостатки. Адаптирован метод определения консистенции (пенетрационный) и релаксационного усилия для оценки структурно-механических свойств пресервов с учетом особенностей строения рыбного сырья. Исследованы основные реологические свойства как объективный критерий консистенции готовой рыбной продукции.

Ключевые слова: реологические свойства, рыбные пресервы, пенетрация, релаксационное усилие, индентор.

Постановка проблеми. Найбільш поширеними методами оцінювання якості харчових продуктів є сенсорні, які ґрунтуються на первинному суб'єктивному сприйнятті запаху, смаку, зоровому відчутті, дотику. Вони мають високу інформативність при оцінці якості харчових продуктів, готових до вживання. Якщо така оцінка проводиться у відповідності з науково-обґрунтованими методиками та використанням комп'ютерних методів статистичного аналізу кваліфікованими дегустаторами, то її результати можна порівнювати з даними хімічного та

© Олена Романенко, 2013

фізичного аналізів. У деяких випадках за точністю вона наближається до інструментальних методів [1–5].

При визначенні фізико-механічних властивостей продукту, до яких відноситься консистенція, доцільним є використання фізичних методів аналізу, особливо коли досліджується сировина, яку неможливо дегустувати, та є необхідність проведення великої кількості дослідів [2].

Інструментальні методи виміру консистенції базуються на використанні різних приладів, які відтворюють аналітичні методики, що описують деформування продукту. Вони широко використовуються при визначенні реологічних характеристик, енергетичних параметрів деформування або руйнування структури продукту [6].

Відомі аналогічні способи визначення консистенції харчових продуктів: зануренням індикатора (метод пенетрації), використанням універсального консистометра, пластометра Ребіндера, приладу Ніколаєва [7–8].

За методом *занурення індикатора* міцність структури оцінюють спеціальним показником – величиною, що характеризує ступінь проникнення наконечника конуса (індентора) всередину дослідного зразка матеріалу під дією постійного навантаження. Цей показник виражається величиною граничного напруження зсуву, який характеризує міцність структури матеріалу при малих швидкостях деформації. Для оцінки структури таких складних систем, як риба, його використання проблематичне і в більшості випадків неможливе.

Метод із використанням *універсального консистометра* дає змогу визначити еластичність, міцність, в'язкість об'єкта, однак недоліком його є відсутність достатнього теоретичного підґрунтя та значна розбіжність результатів.

Пластометр Ребіндера використовують для вимірювання еластичності, еластичної та пластичної міцності. Недоліком цього способу є те, що при значній деформації в продукті утворюється ямка, яка ускладнює встановлення місця дотику наконечника з поверхнею зразка.

Прилад Ніколаєва враховує недоліки стрижневих приладів, однак теж має свої певні вади: проходження диску по поверхні зразка та порушення рівноваги між стрижнем і стрілкою, якщо остання не перебуває в нульовій точці [9].

Інструментальні методи визначення структурно-механічних властивостей рибної продукції мають суттєвий недолік – не враховують особливостей будови риби, зокрема розташування м'язів риби не під прямим кутом до площини нарізання. При намаганні визначити консистенцію риби методом пенетрації, індентор рухатиметься нерівномірно – ривками; значення сили, навіть за сталої швидкості руху також не буде рівномірним – при попаданні на м'язову тканину значення сили підвищуватиметься, а при досягненні певного критичного значення шари м'язової тканини починають рухатися один відносно іншого, і значення сили суттєво знижується. Окрім того, класичний пенетрометер не враховує силу бокової деформації м'язової тканини риби, що вносить значну похибку до результатів вимірювання.

Отже, мета дослідження – модифікувати пенетраційний метод визначення консистенції рибної продукції за допомогою Універсального вимірювального комп'ютерного приладу (УВКП), мінімізувавши вплив зазначених специфічних факторів, і провести його апробацію.

Матеріали та методи. Досліджено консистенцію рибних пре-сервів ТМ: *Flagman* "Оселедець – шматочки в олії" (зразок 1); "Ревага" "Оселедець "Святковий" (зразок 2) і "Балтійський берег" "Оселедець – шматочки в олії з кропом" (зразок 3) на УВКП методом пенетрації.

Як датчик використано високошвидкісний електронний динамометр фірми "ITM" із ціною поділки 1.5 мН та діапазоном вимірювань 0–4.75 Н. Невелика точність датчика пояснюється високою швидкістю роботи (10 000 вимірювань за секунду), яка необхідна при дослідженні швидкоплинних процесів, що відбуваються при пенетрації. Під час визначення релаксаційного зусилля частоту вимірювань понижено до 100 с⁻¹. Необхідність цього полягала в зменшенні масиву даних, який досягав інколи 8192 рядки.

Пенетрацію проведено за допомогою циліндричного індентора діаметром 2.5 мм із швидкістю 0.32 м/с до сили опору 50 кПа. Отримані дані експортовано до програми *MS Excel*, де відбувалася математико-статистична обробка та регресійний аналіз [10].

Результати дослідження. Із метою врахування сили тертя поверхневих шарів, неоднорідності м'язової тканини, а також зменшення впливу випадкових похибок на результати вимірювання структурно-механічних властивостей рибної продукції побудовано візуалізовані моделі сил, що виникають при проникненні індентора в продукт, та сил, що протидіють стискуванню при визначенні релаксаційного зусилля (рис. 1).

Сила опору продукту деформації буде більшою при визначенні релаксаційного зусилля, ніж при деформації.

Виникнення сили бокової деформації пов'язане з розташуванням шарів м'язової тканини під певним кутом α до площини нарізання продукту. Оскільки, згідно результатів обробки графічної моделі визначення релаксаційного зусилля (див. рис. 1, а), вплив сили бокової деформації буде незначний, то у випадку визначення релаксаційного зусилля нею можна знехтувати. При визначенні реологічних властивостей продукту методом пенетрації вплив сили бокової деформації можна компенсувати:

$$F_k = F_{ок} \cos \alpha, \quad (1)$$

де F_k – проекція сили бокової деформації на вісь руху індентора (компенсаційна сила – H); $F_{ок}$ – сила бокової деформації (H); α – кут між площинами нарізання та розшарування м'язової тканини риби, °.

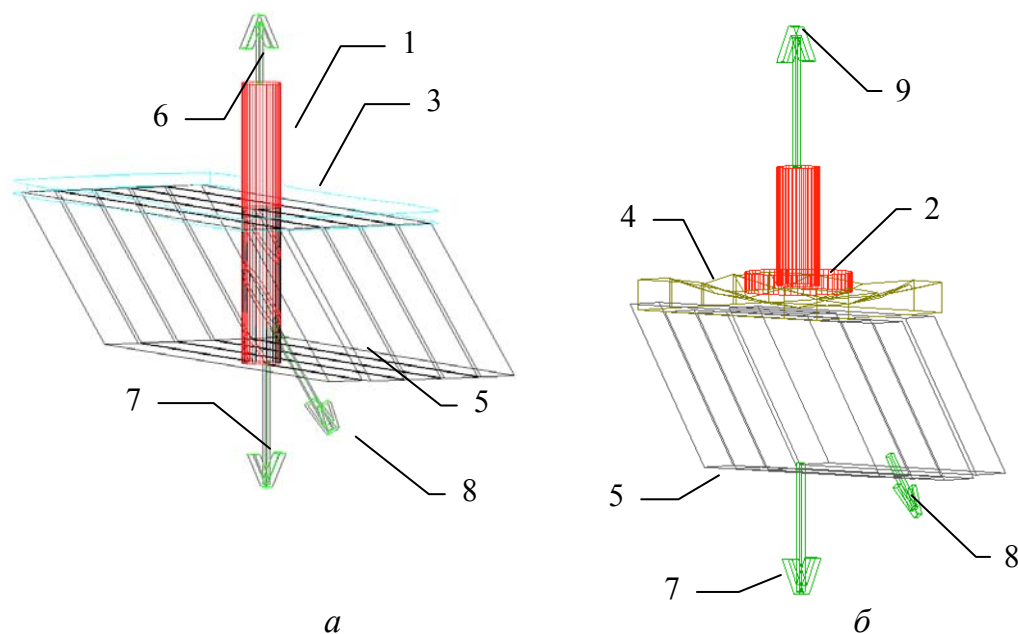


Рис. 1. Моделі сил, що виникають під час визначення структурно-механічних властивостей м'язової тканини риби:

a – сили, що виникають при зануренні індентора в продукт;

б – сили, що протидіють стисканню при визначенні релаксаційного зусилля;

1 – індентор; 2 – диск; 3 – шкірочка продукту; 4 – деформована поверхня продукту;

5 – шари м'язової тканини риби; 6 – сила опору руху індентора (F_{on});

7 – сила натискання на індентор або диск (F_p); 8 – сила бокової

деформації ($F_{ок}$); 9 – релаксаційне зусилля ($F_{релак}$)

Відповідно зусилля penetрації визначено як силу протидії руху індентора за компенсацією сили бічної деформації:

$$P_n = \frac{F_i - F_k}{S_i}, \quad (2)$$

де F_i – сила протидії руху індентора (H);

S_i – площа індентора, m^2 .

Проте однією лише penetрацією складно оцінити структурно-механічні властивості рибної продукції, тому вирішено використати додатковий критерій – релаксаційне зусилля.

Сутність дослідження полягала в стисканні продукту та визначенні сили його протидії деформації. Оскільки під час стискання та утримання продукту під тиском відбувалися безповоротні зміни (зокрема, часткове руйнування структури), то сила протидії деформації з часом зменшується за степеневим рівнянням. Визначивши тенденцію утворення безповоротних змін у продукті та вивівши рівняння релаксаційного зусилля, можна судити про стійкість зразків до тимчасової деформації при розвантажуванні, перевезенні або перевірці структури натисканням на продукт.

Зразки продукту, в яких релаксаційне зусилля має велику крутизну зміни (швидко зменшується), можуть бути запаковані лише в тверду споживчу тару.

Отримання результатів penetрації рибної продукції уможливило визначити максимальне навантаження, яке витримували зразки перед руйнуванням – 42.3 кПа. Ось чому всі зразки піддавали навантаженню в половину цього значення – 21.15 кПа, протягом 60 с, а релаксаційне зусилля визначено як сила тиску продукту на диск діаметром 25 мм. Приклад графіка релаксаційного зусилля, отриманого на УВКП, наведено на *рис. 2*.

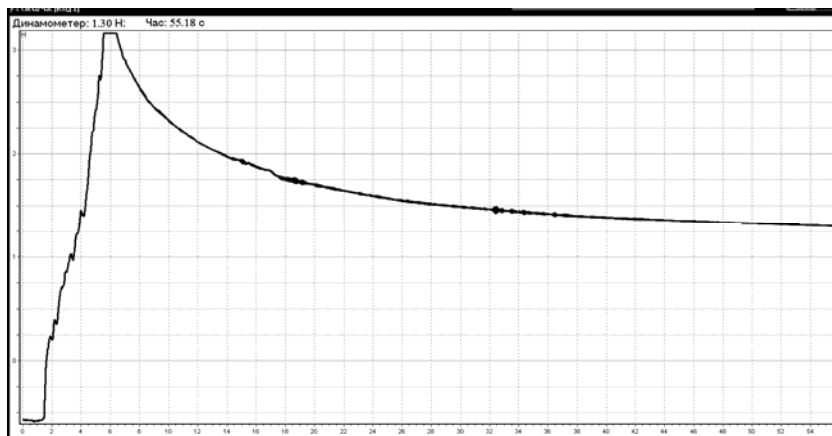


Рис. 2. Вікно програми "Навчальна лабораторія ІТМ" під час визначення релаксаційного зусилля

Отримані дані експортовано до програми *MS Excel*, де проведена математико-статистична обробка, під час якої відкидалися області графіка, що описують збільшення навантаження на динамометрі при стисканні продукту (з 1.4 до 4.8 с), максимальних значень (з 4.8 до 6.2 с) та простою приладу (з 0 до 1.4 с). Результати релаксаційного зусилля та математичні функції, що їх описують, наведено на *рис. 3*.

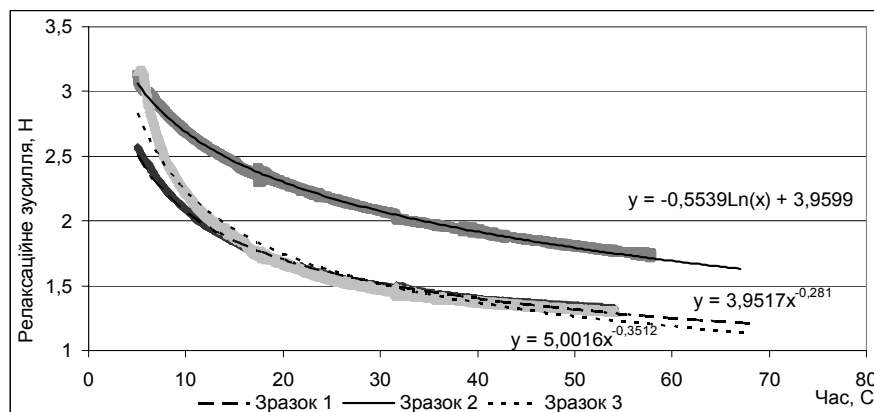


Рис. 3. Графіки релаксації дослідних зразків рибної продукції

Релаксаційне зусилля зразка 2 змінюється за логарифмічним рівнянням, що вказує на відносно невелику крутизну графіка релаксації та відповідно стійкість до коротких деформаційних навантажень. Найгіршу динаміку демонструє зразок 3 – за 16.2 с сила опору деформації зменшується в 2 рази, що вказує на чутливість зразка навіть до тимчасових деформацій та може бути пов'язано із багатозаморожуванням вихідної сировини пресервів.

Провівши дослідження на установці для зняття показників релаксаційного зусилля та пенетрометри, визначено основні реологічні властивості рибної продукції (рис. 4).

Зразки 1 і 3 мають значно ширший діапазон пружних властивостей, отже можуть зберігати товарний вигляд під впливом більших деформаційних навантажень, що створює їхню конкурентну перевагу. Зразок 2 має широку зону пластичності, проте під впливом навантаження від 26.8 до 38.2 кПа продукт безповоротно змінює свою форму, що значно погіршує зовнішній вигляд, і тому потребує використання твердих пакувальних матеріалів.

Висновки. Удосконалений спосіб визначення комплексу структурно-механічних властивостей дає можливість швидко оцінити якість і ступінь готовності рибних пресервів за консистенцією із урахуванням особливостей будови риби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуць В. С. Рибні пресерви. Нова методика визначення консистенції / В. С. Гуць, О. В. Сидоренко, О. В. Тимофєєва // Харчова і переробна пром-сть. — 2006. — № 7. — С. 14—17.
2. Гуць В. С. Структурно-механічні властивості рибо-рослинних продуктів / В. С. Гуць, О. В. Сидоренко, О. В. Тимофєєва // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2006. — № 2. — С. 127—134.
3. Пат. №14496, А, Україна, G01N33/02 Спосіб визначення консистенції харчових продуктів / Гуць В. С., Коваль О. А., Сидоренко О. В., Тимофєєва О. В. ; заявник і патентовласник КНТЕУ — № 200511305 ; заявл. 29.11.2005 ; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.
4. Сафронова Т. М. Органолептические свойства продуктов рыболовства и современные методы их оценки / Т. М. Сафронова. — М. : ВНИРО, 1998. — 240 с.
5. Сафронова Т. М. Справочник дегустатора рыбной продукции / Т. М. Сафронова. — М. : ВНИРО, 1998. — 244 с.

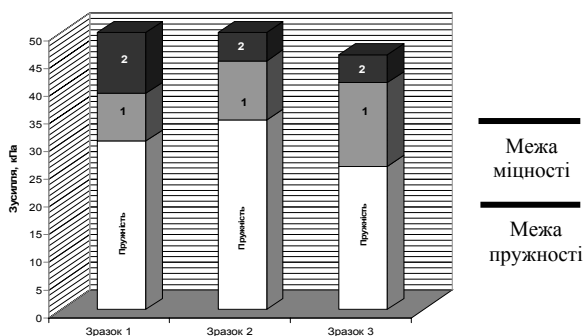


Рис. 4. Діаграма реологічних властивостей дослідних зразків рибної продукції:

- 1 – зона пружності;
2 – зона руйнування

6. Горбатов А. В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов : справочник / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин ; под ред. А. В. Горбатова. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 296 с.
7. Зимон А. Д. Адгезия пищевых масс / А. Д. Зимон. — М. : Агропромиздат, 1985. — 282 с.
8. Кузнецов О. А. Реология пищевых масс / О. А. Кузнецов, Е. В. Волошин, Р. Ф. Сагитов. — Оренбург : ГОУ УГО, 2005. — 106 с.
9. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов [И. А. Рогов, В. Я. Адаменко, С. В. Некрутман и др.]. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1991. — 288 с.
10. Расулов Р. А. Использование универсального измерительного прибора для контроля качества яблок в процессе технологической обработки / Р. А. Расулов, Е. В. Романенко, Н. П. Форостяна // Актуальные вопросы современной техники и технологии : сб. докл. — Липецк : Гравис, 2011. — 274 с.

Стаття надійшла до редакції 08.10.2013.

Romanenko O. Method of identification of the structural-mechanical properties of fish preserves.

Background. The main tool methods of fish products structural-mechanic properties estimation have a significant disadvantage – these methods do not take into account the structural features of the fish, including the location of the fish muscles which are not at right angle to the plane of cutting. This research was aimed to modify penetration method of fish products consistency determination with the help of Universal measuring computer equipment.

Material and methods. Penetration was performed using a cylindrical indenter with a diameter of 2.5 mm at a speed of 0.32 m/s to power resistance 50 kPa. High-speed electronic dynamometer by ITM was used as a sensor, it's point value was 1.5 mN, it's measuring range was 0–4.75 H and it's speed was 10,000 measurements per second. During the indication of relaxational effort power the frequency of measuring was lowered to 100 s⁻¹.

Results. The samples of preserves of "Flagman" and "Baltiiskiy Bereh" brands have much wider range of elastic properties, hence can store presentation despite the influence of large deformation stress. Preserves of trademark "Revaha" have a wide range (zone) of plasticity, but under the influence of load from 26.8–38.2 kPa product irreversibly changes its shape, which significantly affects its appearance and therefore such product requires hard packaging.

Conclusion. Developed method of complex structural and mechanical properties determining allows to quickly estimate the quality and preparedness of fish products including fish structure peculiarities.

Key words: rheological properties, fish products, penetration, relaxation efforts, indenter.

REFERENCES

1. Guts V. S. Ribni preservi. Nova metodika viznachennya konsistentsiyi / V. S. Guts, O. V. Sidorenko, O. V. Timofeeva // Harchova i pererobna prom-st. — 2006. — № 7. — S. 14—17.
2. Guts V. S. Strukturno-mehanichni vlastivosti ribo-roslinnih produktiv / V. S. Guts, O. V. Sidorenko, O. V. Timofeeva // Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovari i rinki". — 2006. — № 2. — S. 127—134.
3. Pat. №14496, A, Ukrayina, G01N33/02 Sposib viznachennya konsistentsiyi harchovih produktiv / Guts V. S., Koval O. A., Sidorenko O. V., Timofeeva O. V. ;

- zayavnik I patentovlasnik KNTEU — № 200511305; zayavl. 29.11.2005; opubl. 15.05.2006, Byul. № 5.
4. *Safronova T. M.* Organolepticheskie svoystva produktov rybolovstva i sovremennyye metody ih otsenki / T. M. Safronova. — M. : VNIRO, 1998. — 240 s.
 5. *Safronova T. M.* Spravochnik degustatora ryibnoy produktsii / T. M. Safronova. — M. : VNIRO, 1998. — 244 s.
 6. *Gorbatov A. V.* Strukturno-mehanicheskie harakteristiki pischevyih produktov : spravochnik / A. V. Gorbatov, A. M. Maslov, Yu. A. Machihin ; pod red. A. V. Gorbatova. — M. : Legkaya i pischevaya prom-st, 1982. — 296 s.
 7. *Zimon A. D.* Adgeziya pischevyih mass / A. D. Zimon. — M. : Agropromizdat, 1985. — 282 s.
 8. *Kuznetsov O. A.* Reologiya pischevyih mass / O. A. Kuznetsov, E. V. Voloshin, R. F. Sagitov. — Orenburg.:GOU UGO, 2005. — 106 s.
 9. *Elektrofizicheskie, opticheskie i akusticheskie harakteristiki pischevyih produktov* [I. A. Rogov, V. Ya. Adamenko, S. V. Nekrutman i dr.]. — M. : Legkaya i pischevaya prom-st, 1991. — 288 s.
 10. *Rasulov R. A.* Ispolzovanie universalnogo izmeritelnogo pribora dlya kontrolya kachestva yablok v protsesse tehnologicheskoy obrabotki / R. A. Rasulov, E. V. Romanenko, N. P. Forostyana // Aktualnyie voprosyi sovremennoy tehniki i tehnologii : sb. dokl. — Lipetsk : Gravis, 2011. — 274 s.