

**Тетяна ЛЕБСЬКА,
Ольга КОВАЛЬ,
Світлана КОЗЛОВА**

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РИБНОГО ФАРШУ З КАЛЬМАРОМ

Цінність продуктів харчування визначається не тільки їх здатністю задовольняти потреби людини в енергії та пластичному матеріалі, а й органолептичними властивостями: кольором, запахом, смаком, консистенцією. Саме тому надання харчовим виробам заданої структури та форми є одним із важливих завдань їхніх технологій.

© Тетяна Лебська, Ольга Коваль, Світлана Козлова, 2010

Дослідженнями хімічного складу встановлено, що м'ясо кальмара порівняно із м'ясом ставкової риби достовірно ($P \leq 0.05$) багатше на білок, амінокислотний склад якого майже аналогічний такому людини, містить менше жиру та більше вологи. В їстівній частині кальмара міститься, %: 18.3 ± 1.47 білка; 1.4 ± 0.43 жиру; 1.1 ± 2.17 мінеральних речовин; 79.2 ± 2.17 вологи; у товстолобика: 16.9 ± 0.25 білка; 4.4 ± 0.21 жиру; 1.2 ± 0.01 мінеральних речовин і 76.7 ± 0.68 % вологи. Для кальмара також відмічена краща перетравність на стадії внесення трипсину [1; 2].

Отже, аналіз хімічного складу м'яса їстівної частини кальмара свідчить про можливість і доцільність використання цього гідробіонту в технологіях функціональних харчових продуктів.

При розробці комбінованих продуктів особливу увагу приділяють не тільки регулюванню біологічної цінності, а й формуванню необхідних функціонально-технологічних властивостей складних багатокомпонентних дисперсних систем – структурі та консистенції, які мають відповідати сталим смакам споживачів.

Підвищений вміст у м'язах кальмара сполучної тканини та її розташування у вигляді трьохрозмірної сітки [3] викликають зацікавленість у вивченні процесу формування структури фаршевих виробів при комбінуванні м'яса товстолобика та кальмара.

Структуроутворення в харчових продуктах, багатих на білки, розглядають як процес формування просторової сітки гелю за рахунок утворення різних типів зв'язків: водневих за участю пептидних груп ланцюгів; гідрофобних між вуглеводними радикалами; електростатичних між полярними групами; дисульфідних (S-S, S-H) за наявності сірковмісних амінокислот [4]. У м'ясі кальмара цистину міститься в два рази більше, ніж у м'ясі прісноводної риби [5]. Це свідчить про можливість утворення водневих та дисульфідних зв'язків при формуванні просторової сітки гелю саме завдяки білкам м'яса кальмара.

Мета роботи – дослідження змін структурно-механічних властивостей фаршу з товстолобика при додаванні м'яса кальмара.

Масова частка риби у фарші становила від 100 до 75 % (з інтервалом 5 %) і 0 %, а кальмара відповідно – від 0 до 30 % і 100 %.

Структурно-механічні властивості дослідних зразків визначено гравітаційною пенетрацією, що передбачає занурення індентора масою 4.754 г і діаметром 3 мм з висоти 100 мм у фарш (рис. 1). Повторюваність дослідів – трикратна.

Технологія приготування зразків фаршу мала чотири етапи. Підготування сировини – товстолобик-сирець розбирали на філе знешкуруне; морожені тушки кальмарів розморожували на повітрі при температурі не вище 20°C , після чого знімали шкірний покрив і видаляли хітинові пластинки. Видалення забруднень – філе товстолобика та м'ясо кальмара промивали у воді температурою не вище 20°C при масовому співвідношенні гідробіонтів і води не менше 1 : 3 для видалення залишків крові, нутроців, луски та ін. Подрібнення –

знешкурене філе товстолобика (і окремо м'ясо кальмара) двічі подрібнювали в м'ясорубці з діаметром отворів 4 мм протягом 2 хв. Складання фаршу проведено згідно рецептур.

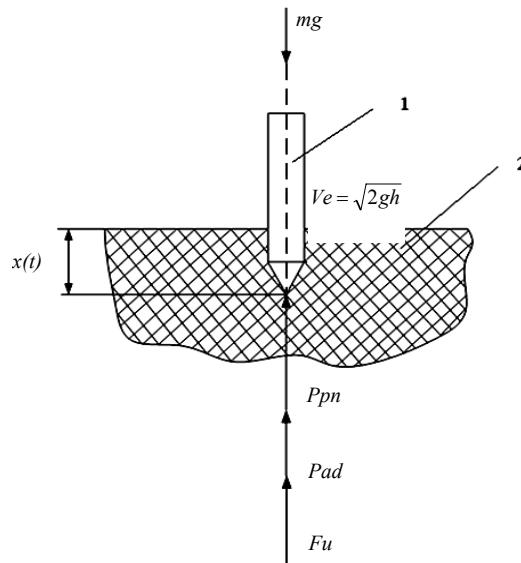


Рис. 1. Схема дії сил на індентор (1) при його зануренні у фарш (2):
 mg – сила тяжіння; P_{ad} – сила адгезії ($P_{ad} = \pi d_0 x(t) F_{ad}$); P_{pn} – сила пенетрації;
 F_u – сила інерції Ньютона

Результати досліджень глибини занурення індентора в зразки фаршу залежно від вмісту кальмара наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Глибина занурення індентора у фарш

| Номер зразка | Масова частка гідробіонтів, % | | Середня глибина занурення індентора, мм |
|--------------|-------------------------------|----------|---|
| | товстолобика | кальмара | |
| 1 | 100 | 0 | 20.0 ± 0.0 |
| 2 | 95 | 5 | 20.0 ± 0.0 |
| 3 | 90 | 10 | 20.0 ± 0.0 |
| 4 | 85 | 15 | 16.7 ± 0.5 |
| 5 | 80 | 20 | 15.3 ± 0.5 |
| 6 | 75 | 25 | 15.0 ± 0.0 |
| 7 | 70 | 30 | 13.3 ± 1.1 |
| 8 | 0 | 100 | 9.7 ± 0.5 |

Консистенцію зразків фаршу визначено за розрахунками сили пенетрації P_{pn} [6]. Диференціальне рівняння руху індентора має вигляд:

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + \pi d_0 x(t) F_{ad} + P_{pn} = mg, \quad (1)$$

де m – маса індентора;
 x – глибина занурення;

t – тривалість занурення;
 d_0 – діаметр індентора;
 F_{ad} – міцність адгезії;

Розв'язання рівняння (1) при умові, коли в момент торкання поверхні зразка індентором його швидкість (V_0) була $t = 0 \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gh}$:

$$x(t) = \frac{\sin \sqrt{\frac{\pi d_0 F_{ad}}{m}} t V_0 \sqrt{m}}{\sqrt{\pi d_0 F_{ad}}} - \frac{\cos \sqrt{\frac{\pi d_0 F_{ad}}{m}} t (mg - P_{pn})}{\pi d_0 F_{ad}} + \frac{mg - P_{pn}}{\pi d_0 F_{ad}}. \quad (2)$$

Виконавши диференціювання рівняння (2), знайдено швидкість занурення індентора:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \cos\left(\sqrt{\frac{\pi d_0 F_{ad}}{m}} t\right) V_0 \frac{mg - P_{pn}}{\pi d_0 F_{ad}} \sin\left(\sqrt{\frac{\pi d_0 F_{ad}}{m}} t\right). \quad (3)$$

Міцність адгезії (F_{ad}) прийнято незалежною від швидкості руху індентора [7].

Використавши рівняння (2) і (3), знайдено дві невідомі величини – тривалість penetрації (t) та силу penetрації (P_{pn}).

Для визначення консистенції фаршу скористаємося відносною величиною сили penetрації (y).

Для отриманих експериментальних даних запишемо:

$$y = \frac{P_{pn1}}{P_{pni}} = f(x), \quad (4)$$

де P_{pni} – сила penetрації i -го зразка (в досліді їх 8);

P_{pn1} – сила penetрації контрольного зразка.

Графік залежності відносної сили penetрації (y) від вмісту кальмара у фарші (x) наведено на рис. 2.

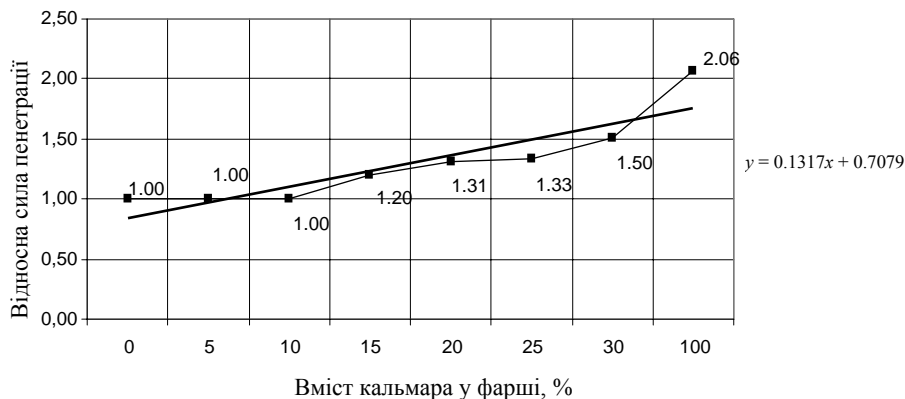


Рис. 2. Залежність відносної сили penetрації від вмісту кальмара у фарші

Аналіз отриманої залежності свідчить, що зі збільшенням відсотка кальмара у фарші консистенція його змінюється – він стає більш пружним. Залежність $y = f(x)$ має вигляд: $y = 0.1317x + 0.7079$.

Фарш, виготовлений із м'яса товстолобика та кальмара, характеризується високим вмістом білка. Збільшення відносної сили penetрації можна пояснити тим, що на стадії змішування фаршу між білками, ймовірно, починається процес формування структури білкових гелів, у якому за певних умов відбувається конформаційний перехід макромолекул. Внаслідок цього утворюються їх агрегати, які є частинками дисперсної ліофільної фази. При збільшенні числа таких частинок завдяки водневим зв'язкам за участю пептидних груп виникають контакти між агрегатами й утворюється об'ємна структура гелю, що забезпечує відповідні механічні властивості (в'язкість, міцність, пружність, еластичність) системі, тобто фаршу [4]. Крім цього, завдяки вмісту в м'ясі кальмара досить великої кількості сірковмісної амінокислоти цистину, структура комбінованого фаршу набуває пружності внаслідок утворення дисульфідних (S-S, S-N) зв'язків між білками кальмара й товстолобика.

Характеристику консистенції фаршу за величиною відносної сили penetрації наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Характеристика консистенції фаршу залежно від відносної сили penetрації

| Характеристика консистенції фаршу | Відносна сила penetрації |
|--|--------------------------|
| М'який, пухкий | 1.0 |
| М'який, слабощільний, в міру пластичний | 1.2 |
| Щільний, але легко деформується, в міру пластичний | 1.5 |
| Пластичний, достатньо щільний, здатний до в'язкого деформування | 2.1 |
| У міру твердий, щільний, здатний до в'язко-пружного деформування | більше 3.0 |

Експериментально доведено вплив білків м'яса кальмара на структурно-механічні властивості комбінованого фаршу з гідробіонтів. Зі збільшенням вмісту м'яса кальмара у фарші з товстолобика сила penetрації досліджуваних зразків зростає, що свідчить про зміну консистенції фаршу, який стає більш щільним і пластичним. Встановлено, що фарш із значеннями відносної сили penetрації 1.2–1.3 і масовою часткою м'яса кальмара 15–20 % характеризується пластичністю та достатньою щільністю для виготовлення з нього напівфабрикатів високої якості порівняно з фаршем без додавання м'яса кальмара.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Использование* кальмаров в производстве функциональных продуктов питания / В. С. Слободяник, Нгуен Тхи Чук Лоан, Е. В. Алтухова, Ю. А. Маслова. — Режим доступа : <http://www.rae.ru/forum2010/29/373>.
2. *Петриченко Л. К.* Обработка растительных рыб / Л. К. Петриченко. — М. : Агропромиздат, 1990. — 92 с.
3. *Квасницкая А. А.* Разработка технологии быстрозамороженных продуктов из кальмара : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.18.04 "Технология мясных, молочных и рыбных продуктов" / А. А. Квасницкая. — М., 1989. — 23 с.
4. *Богданов В. Д.* Структурообразователи в технологии рыбных продуктов / В. Д. Богданов. — Владивосток : изд-во Дальневост. ун-та, 1990. — 104 с.
5. *Нестерин М. Ф.* Химический состав пищевых продуктов / М. Ф. Нестерин, И. М. Скурихин. — М. : Пищевая пром-сть, 1979. — 247 с.
6. *Гуць В. С.* Методика дослідження консистенції харчових дисперсних систем методом пенетрації / В. С. Гуць, О. А. Коваль // Харчова пром-сть. — 2007. — № 5. — С. 16–23.
7. *Коваль О. А.* Адгезія харчових продуктів в процесах пакування / О. А. Коваль // Упаковка. — 2006. — № 2. — С. 21–24.