

УДК 637.65:665.2

Пешук Л.В., д-р с.-г. наук, проф. (НУХТ, Київ),

Будник Н.В., Холодний Л.П., канд. техн. наук, доц. (ПУЕТ, Полтава)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ТА ОСНОВНИХ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛІПІДІВ КІСТКОВОЇ ХАРЧОВОЇ ПАСТИ

Досліджено жирнокислотний склад кісткової пасты, яка є потенційним джерелом органічного кальцію в технології виробництва варених ковбасних виробів. Встановлено зміну кислотного та пероксидного чисел у процесі зберігання пасты за різних температурних режимів. За результатами досліджень доведено можливість використання кісткової пасты в харчових технологіях.

Ключові слова: кісткова паста, жирнокислотний склад, пероксидне та кислотне числа.

Фундаментальною основою харчування здорової людини є біологічний закон збалансованості нутрієнтів у раціоні. Для підвищення ефективності використання харчових компонентів і адекватності процесів дисиміляції ТА асиміляції важливе значення має дотримання вимог щодо оптимального співвідношення різних нутрієнтів. Особливо гостро стоїть питання можливих наслідків надмірного надходження фосфору в організм людини. із цим питанням тісно пов'язана проблема оптимального співвідношення кальцію і фосфору в раціоні.

Аналіз останніх досліджень і наукових публікацій показав, що українськими та закордонними вченими [1] доведено негативні наслідки розбалансованості вищезазначених макроелементів. Відповідно до рекомендацій дієтологів, співвідношення Са : Р має наближатися до 1:1, але в такому співвідношенні ці макроелементи знаходяться лише в молоці і молочних продуктах, у більшості продуктів фосфор переважає над кальцієм, у м'ясі це співвідношення становить від 1: 10 до 1: 20 [1; 2].

Використання харчових добавок призвело до зміни раціону харчування сучасної людини. Значно збільшилася їхня кількість і в м'ясній промисловості. У ковбасному виробництві вагоме місце посідають фосфати. Максимально їх додають під час виготовлення варених ковбас, що порушує фосфорно-кальцієвий баланс готових виробів. У зв'язку із цим виникає нагальна потреба пошуку додаткових джерел органічного кальцію.

На особливу увагу заслуговують харчові кістки, як природне джерело біоорганічного кальцію. Продукти переробки харчових кісток можуть бути не лише джерелом органічного кальцію, а й білковими добавками (в кістках міститься до 20% протеїну), джерелом ненасичених жирних кислот (НЖК).

Співвідношення жирних кислот – один із показників біологічної і відповідно харчової цінності жирів. Мононенасичені жирні кислоти (МНЗК) належать до родини ω -9. Найважливішою є олеїнова кислота C_{18:1}, яка знижує рівень небажаного холестеролу LDL. Олеїнова кислота не є есенціальною, вона може утворюватися в організмі із стеаринової шляхом десатурації під дією ферменту дельта-9-десатурази.

Увага до поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) зросла після встановлення їхньої цінності для організму людини. Зокрема, лінолевої, ліноленової, що не синтезуються в організмі людини, та арахідонової, яка синтезується з ліноленовою кислотою.

Ці кислоти входять до складу клітинних мембран та структурних елементів тканин, забезпечують еластичність судин, нормальний обмін речовин, ріст та розвиток організму. Особливості метаболізму та біологічного впливу лінолевої і ліноленової жирних кислот стали основою для виділення двох родин есенціальних жирних кислот: родини лінолевої кислоти – омега 6 (лінолева, арахідонова, γ -ліноленова) і ліноленової кислоти – омега 3 (α -ліноленова, ейкозапентаєнова, докозагексаєнова).

Насичені жирні кислоти використовуються організмом переважно як енергетичний матеріал. Для оцінки якості ліпідної складової раціону здорового харчування запропоновано коефіцієнт біологічної ефективності, який, за ствердженням авторів [2], вказує на ступінь засвоєння ліпідів і відповідність їхнього фракційного складу потребам здорового організму. Єдиної думки серед науковців, які займалися дослідженням співвідношення жирнокислотних фракцій НЖК:ПНЖК:МНЖК в «еталонному» ліпіді, не існує. У роботах [2-4] співвідношення жирнокислотних фракцій вказано як 3:1:6. Важливим показником є співвідношення ω -3: ω -6. Науково доведено, що на есенціальні жирні кислоти має припадати 4-6% енергетичної цінності харчового раціону дорослої людини і співвідношення ω -3: ω -6 ПНЖК має становити 1:10, а у випадку порушення ліпідного обміну – 1:5 і навіть 1:3, хоча для тваринних жирів воно становить 1:(6...14) [2].

В Інституті харчування РАМН під науковим керівництвом М.Н. Волгарьова досліджено вплив співвідношення поліненасичених жирних кислот груп ω -3 і ω -6 на стан імунної системи організму [3]. Раціональним співвідношенням визнано 1:6. Японські та американські вчені притримуються думки, що збільшення відсотка ω -3 жирних кислот запобігає виникненню ракових та профілактиці серцево-судинних захворювань і тому вважають, що співвідношення ω -3 і ω -6 має наближатися до 1:4, 1:3 [6].

Професор В.І. Смоляр [7], посилаючись на експертів ВООЗ, стверджує, що жирова складова щоденного раціону має забезпечувати не більше 30 % потреби в енергії, у т.ч. в рівних співвідношеннях НЖК, ПНЖК, МНЖК – 1 : 1 : 1, а співвідношення окремих груп ПНЖК ω -3, ω -6 вказує як 1:10.

У наукових працях І.А. Рогова, А.І. Жаринова «Принципы формирования качества мясopодуkтов» [8] доведено, що вміст і співвідношення жирних кислот в «еталонному» ліпіді має становити – для дорослих людей та школярів:

$$\begin{aligned} \text{НЖК} : \text{ПНЖК}_{\omega-3} : \text{ПНЖК}_{\omega-6} : \text{МНЖК} &= 30,0 : 2,5 : 7,5 : 60,0 \\ \text{НЖК} : \text{ПНЖК}_{\omega-3} : \text{ПНЖК}_{\omega-6} : \text{МНЖК} &= 33,0 : 2,2 : 8,4 : 56,0. \end{aligned}$$

Автори зазначають, що фракційний склад жирних кислот різних видів тваринних жирів суттєво різниться, а вплив більшості технологічних факторів, особливо високих температур призводить до змін жирнокислотного складу навіть в межах одного виду жиру.

Технологія переробки кісток на харчові цілі передбачає вплив високих температур на вихідну сировину, що, з одного боку, знижує міцність кісток, з другого – обмежує термін зберігання кісткового напівфабрикату, в зв'язку з прискоренням гідролітичного розпаду тригліцеридів та підвищенням швидкості окислювальних процесів. При цьому в кістковому жирі з'являються перекиси, оксисполуки, гідроперикиси, кетони, утворення яких призводить до зростання пероксидного і кислотного чисел. Під дією високих температур зазнає змін і жирнокислотний склад ліпідної частини кісткової пасти.

З урахуванням вищевикладеного, метою наших досліджень було вивчення фракційного складу жирних кислот кісткової пасти, зміни її основних якісних показників у процесі зберігання з метою подальшого використання кісткового напівфабрикату у виробництві варених ковбасних виробів.

Об'єктом досліджень була кісткова паста, отримана за технологією, розробленою в Полтавському університеті економіки і торгівлі згідно патента 26136 Україна, МПК А 23L 1/31 Спосіб виробництва кісткової харчової пасти [9], який передбачає отримання свинячих та курячих кісток після обвалювання, їхнього подрібнювання, гідротермічний гідроліз в автоклаві з наступним диспергуванням до пастоподібної консистенції в обертальному електромагнітному полі, подальше використання або зберігання.

На першому етапі досліджень було визначено жирнокислотний склад кісткової пасти.

Ліпідний екстракт отримували за допомогою суміші «хлороформ : метанол» 1 : 2 за методом Блая і Даєра [10]. Метиллові ефіри жирних кислот готували згідно ДСТУ ISO 5509-2002 «Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот (ISO 5509:2000, IDT)». Одержані розчини використовували для хроматографії згідно ДСТУ ISO 5508-2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналіз методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот (ISO 5508:1990, IDT)». Детекцію жирних кислот здійснювали на газовому хроматографі виробництва Hewlett-Packard HP 6890 із полум'яно-іонізаційним детектором, інжектор S/S з виділенням потоків, колонка Sp 2380. Умови хроматографування: температура інжектора 280°C, виділення потоку 100:1, температура детектора 290°C. Колонка працює в режимі постійного потоку зі швидкістю 1,2 мл/хв, газ-носії – гелій. Температурний градієнт термостату колонок становить від 140 до 250°C.

Результати досліджень згідно поданої методики наведено в таблиці 1.

Одержані дані свідчать, що свиняча і куряча кісткові пасти містять наближену до «еталонної» кількість насичених жирних кислот – 37,5% і 26,9%. Дещо менша кількість насичених жирних кислот у курячій пасті обумовлена нижчою температурою плавлення курячого кісткового жиру 33°C ± 0,5, в порівнянні з свинячим – 37°C ± 0,5. Кісткові пасти характеризуються високим вмістом фосфоліпідів у порівнянні з іншими тваринними жирами, це пов'язано з наявністю в пасті кісткового мозку.

Лецитин є одним із основних фосфоліпідів, який бере участь у холестериновому обміні, сприяє виведенню холестерину високої щільності з організму. Кістковий жир має найвищий ступінь (близько 97%) засвоєння організмом лю-

дини у порівнянні з іншими тваринними жирами (свинячий – 90...96%, яловичий – 73...83%) [11].

Таблиця 1 – Ліпідний і жирнокислотний склад кісткової пасти ($p \geq 0,95$; $n = 3$)

Ліпіди	Кількість			
	Свиняча кісткова паста		Куряча кісткова паста	
	г/100 г продукту	%	г/100 г продукту	%
Сума ліпідів	13,73	100	8,11	100
Фосфоліпіди	0,29±0,03	2,11	0,20±0,03	2,46
Жирні кислоти (сума), в т.ч.	13,39±0,08	97,5	7,85±0,07	96,8
<i>Насичені</i>	<i>5,02±0,06</i>	<i>37,5</i>	<i>2,11±0,07</i>	<i>26,9</i>
Бутанова (C _{4:0})	0,280	2,09	0,159	2,02
Капронова (C _{6:0})	0,013	0,10	0,007	0,09
Каприлова (C _{8:0})	0,007	0,52	0,002	0,02
Пеларгонова (C _{9:0})	0,010	0,07	0,002	0,03
Капринова (C _{10:0})	0,189	1,42	0,008	0,1
Ізолауринова	0,032	0,24	0,01	0,13
Лауринова (C _{12:0})	0,146	1,10	0,02	0,3
Міристинова (C _{14:0})	0,274	2,05	0,12	1,58
Пентадеканова (C _{15:0})	0,090	0,67	0,10	1,1
Ізопальмітинова	0,013	0,10	0,005	0,07
Пальмітинова (C _{16:0})	2,128	15,9	1,15	14,6
Маргарінова (C _{17:0})	0,064	0,48	0,06	0,8
Стеаринова (C _{18:0})	1,190	8,50	0,22	2,80
Арахінова (C _{20:0})	0,035	0,26	0,2	2,4
Генейкозанова (C _{21:0})	0,070	0,53	0,004	0,05
Бегенова (C _{22:0})	0,347	2,59	0,05	0,62
Тетрадекадієнова	0,031	0,24	0,01	0,12
Гондова (20:1)ω9	0,099	0,74	0,005	0,07
<i>Мононенасичені</i>	<i>6,72±0,03</i>	<i>50,2</i>	<i>4,13±0,02</i>	<i>52,6</i>
Міристолеїнова (C _{14:1})	0,007	0,06	0,03	0,36
Олеїнова (C _{18:1})	5,907	44,12	3,54	45,14
Лауролеїнова	0,315	2,35	0,16	1,91
Пальмітолеїнова (C _{16:1})	0,429	3,2	0,36	4,61
Гептадеценова (C _{17:1})	0,063	0,47	0,04	0,58
<i>Поліненасичені</i>	<i>1,65±0,05</i>	<i>12,3</i>	<i>1,61±0,05</i>	<i>20,5</i>
Лінолева (C _{18:2})	1,174	8,30	1,19	15,2
Ліноленова (C _{18:3})	0,074	0,6	0,07	0,9
Арахідонова (C _{20:4})	0,380	2,84	0,20	2,25
Докозатетраєнова (22:2)ω3	0,007	0,05	0,05	0,6
Докозагексаєнова (C _{22:6}) ω3	0,009	0,47	0,09	1,15
Докозатетраєнова (C _{22:4}) ω3	0,006	0,04	0,03	0,4

Куряча кісткова паста має більш наближене до науково обґрунтованих норм співвідношення жирних кислот НЖК, ПНЖК, МНЖК – 1,3 : 1 : 2,6, у порівнянні з свинячою – НЖК, ПНЖК, МНЖК = 3,1 : 1 : 4,1. Співвідношення поліненасичених жирних кислот груп ω -3: ω -6, вказує на зворотню наближеність – для курячої пасти воно становить 1:5,8, для свинячої – 1:11,3, за рекомендованого – 1:10.

Про харчову цінність курячої кісткової пасти свідчить високий вміст у ній 20,5% есенціальних поліненасичених жирних кислот: лінолевої $C_{18:2}$ (15,2%), ліноленової $C_{18:3}$ (0,9%), арахідонової $C_{20:4}$ (2,25%), докозагексаєнової $C_{22:6}$ (1,15%) на частку інших кислот припадає 1%.

Водночас високий вміст цих кислот призводить до зменшення терміну зберігання пасти, так як ненасичені жирні кислоти легко піддаються окисненню.

Серед (МНЖК) в кісткових пастах переважає олеїнова 44,12%.

Таким чином, аналіз жирнокислотного складу показав, що кісткові пасти за вмістом мононенасичених жирних кислот наближаються до еталонного ліпиду, серед насичених жирних кислот лише пальмітинова $C_{16:0}$ (14,6-15,9%), стеаринова $C_{18:0}$ (8,5%), бутанова $C_{4:0}$ (2,02-2,09%) та бегенова $C_{22:0}$ (0,6-2,59%) містяться в кількостях, близьких до еталонних.

У зв'язку із цим виникла потреба щодо можливості використання різних комбінацій курячої та свинячої пасти.

Підбір оптимальних співвідношень проводили розрахунковим шляхом з використанням програми BIO2. BAS, розробленої на кафедрі технології м'яса, м'ясних і олієжирових продуктів Національного університету харчових технологій, враховуючи жирнокислотний, амінокислотний та мінеральний склад кісткових паст.

За результатами розрахунків було встановлено, що найбільш оптимальним є співвідношення свинячої та курячої кісткових паст 90:10.

Одним із важливих показників кісткової пасти є термін її зберігання в охолодженому та замороженому вигляді, який визначали за комплексом мікробіологічних, органолептичних та фізико-хімічних показників.

Глибину гідролітичних змін під час зберігання визначали за зміною кислотного числа, ступінь окиснення за пероксидним числом. Результати досліджень наведено на рисунках 1, 2.

Відомо, що для кісткового жиру згідно ДСТУ ISO3960-2001, призначеного для зберігання та використання, значення пероксидного числа не повинно перевищувати 10 ммоль $\frac{1}{2}$ O/kg, а кислотного числа – 1,2 мг КОН/г для жиру вищого сорту і 2,2 мг КОН/г для жиру першого сорту (ГОСТ 8285-91).

Згідно отриманих нами даних, можна зробити висновок, що за величиною кислотного та пероксидного чисел паста в охолодженому стані може зберігатися до 3..5 діб, а в замороженому до 30 діб, що відповідає вимогам щодо вищого сорту для кісткового жиру згідно ГОСТ 8285-91.

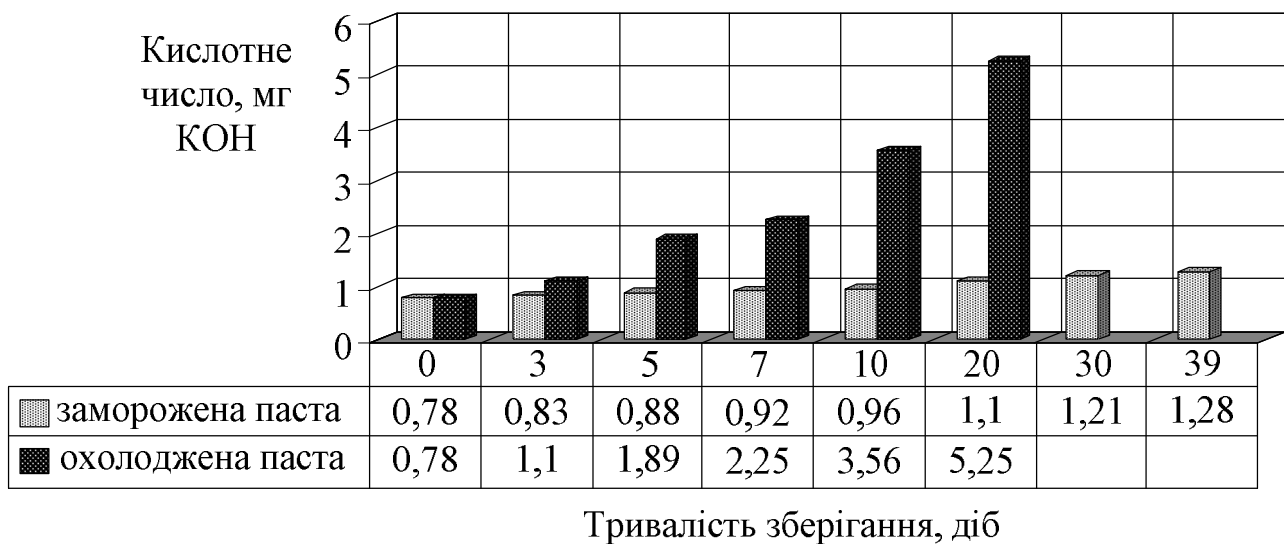


Рисунок 1 – Ступінь гідролітичних змін кісткового жиру в процесі зберігання паст

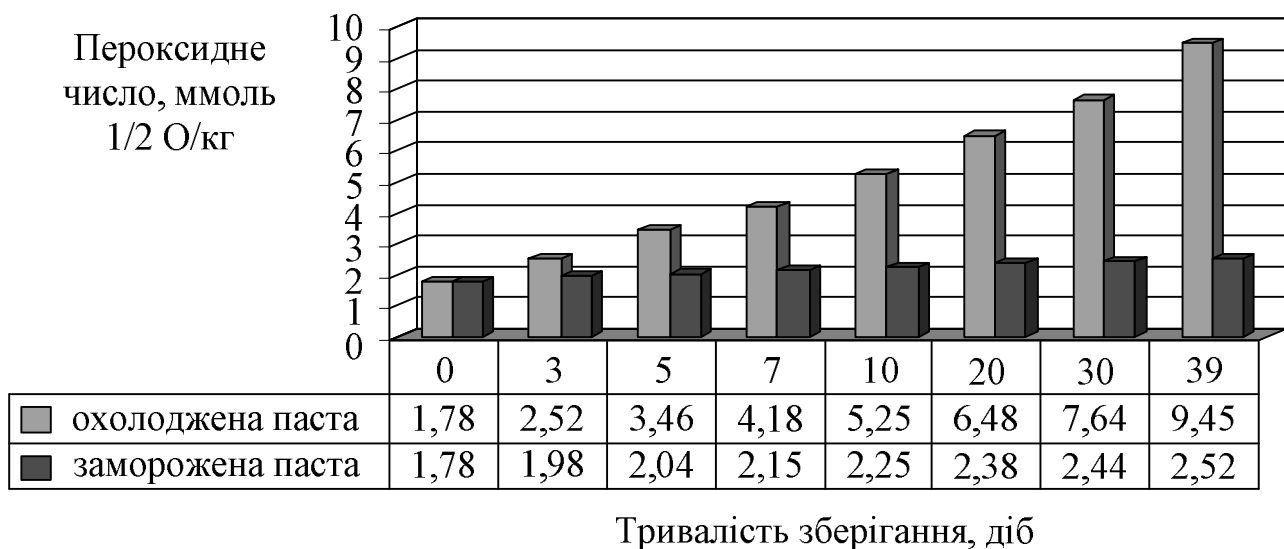


Рисунок 2 – Ступінь окиснення кісткового жиру в процесі зберігання паст

Згідно проведених досліджень можна зробити такі **висновки**:

1. Установлено, що співвідношення жирних кислот в кісткових пастах є наступним: в курячій – НЖК, ПНЖК, МНЖК= 1,3 : 1 : 2,6, у свинячій – НЖК, ПНЖК, МНЖК = 3,1 : 1 : 4,1, тобто більш наближеним до рекомендованого експертами ВООЗ (НЖК, ПНЖК, МНЖК = 1 : 1 : 1) є співвідношення в курячій пасті.

2. За результатами розрахунків встановлено, що співвідношення свинячої та курячої кісткових паст 90:10 дозволить наблизити жирнокислотний склад кісткового напівфабрикату до рекомендованого для «еталонного» ліпиду.

3. За величиною кислотного та пероксидного чисел суміш кісткових паст в охолоджену стані може зберігатися 3..5 діб, в заморожену до 30 діб.

Отже, всі перераховані результати досліджень підтверджують можливість використання кісткової паст в технології варених ковбасних виробів.

Література

1. Черевко О.І. Функціональні продукти, збагачені біоорганічними сполуками кальцію, дають змогу розв'язати ряд соціальних та народногосподарських проблем / О.І. Черевко, М. Головка // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 6. – С. 18-19.
2. Рогов И.А. Проектирование жирнокислотного состава новых продуктов питания на основе комплексного использования различных видов сырья / И.А. Рогов [и др.] // Вопросы питания. – 1988. – № 3. – С. 52-56.
3. Мустафина О.К. Экспериментальное обоснование соотношения полиненасыщенных жирных кислот семейств омега 6 и омега 3 в рационе: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Мустафина О.К.; НИИ питания РАМН. – М., 1998. – 23 с.
4. Макарчук Т.Л. Проблемы качества и безопасности новых масложировых продуктов / Т.Л. Макарчук, А.Е. Подрушняк // Проблеми харчування. – 2003. – № 1. – С. 44.
5. Левицкий А.П. Идеальная формула жирового питания / А.П. Левицкий. – О.: Одесская биотехнология, 2002. – 61 с.
6. Иванкин А.Н. Жиры в составе современных мясных продуктов / А.Н. Иванкин // Мясная индустрия. – 2007. – № 6. – С. 8-13.
7. Смоляр В.І. Рецензія на книгу А.П. Левицького «Идеальная формула жирового питания» // Проблеми харчування. – 2004. – № 1 (2). – С. 76-77.
8. Рогов И.А. Химия пищи. Принципы формирования качества мясopодуктов / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, М.П. Воякин. – СПб.: РАПП, 2008. – 340 с.
9. Пат. 26136 Україна, МПК А 23L 1/31 Спосіб виробництва кісткової харчової пасти / М.М. Клименко, Н.В. Будник, В.М. Оберемок (Україна). – № 200702744; Заявл. 15.03.2007; Опубл. 10.09.2007; Бюл. № 4. – 4 с.
10. Bligh E.G. Can. j. biochem. Physiol / E.G. Bligh, W.I. Dyer. – 1979. – № 37. – P. 911-917.
11. Пешук Л.В. Біохімія та технологія олієжирової сировини: навч. посіб. / Л.П. Пешук, Т.Т. Носенко. – К.: Центр навч. л-ри, 2011. – 295 с.
12. Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. / ред. О.О. Шубін. – 2008. – Вип.18. – 393 с.