



DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-17

УДК 637.54'65 : 636.52/.58.

В. О. Сукманов, д.т.н.

ORCID: 0000-0003-1248-4068

І. С. Мулько

ORCID: 0000-0002-5309-7702

Полтавський державний аграрний університет

e-mail: sukmanovvaleri@gmail.com, тел.: 050-368-03-06

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ТА ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУРЯЧИХ НАГЕТСІВ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ХЛОРИДУ НАТРІЮ ТА ДОДАВАННЯМ ЯБЛУКА

Анотація. В статті представлені результати досліджень реологічних та органолептичних властивостей курячих нагетсів, виготовлених з частковою заміною солі на суміш її замінників, суміш спецій та додаванням перетертого яблука. Дослідження реологічних властивостей на аналізаторі текстури TA-XТ plus констатували позитивні зміни зразків у порівнянні з контролем. Додавання м'якоті яблука призводить до збільшення світлості зразків та посилення їх жовтого кольору. Загальна зміна кольору зразків нагетсів поступово зростає в залежності від кількості доданої м'якоті яблука. Оцінювання загального вигляду, смаку, текстури, солоності, соковитості, загального прийняття та за середнім балом показало деякі відмінності зразків у порівнянні з контролем, але в цілому розроблений продукт відповідає вимогам споживачів та може бути віднесеним до продукту, що забезпечують здорове харчування.

Ключові слова: курячі нагетси, хлорид натрію, замінники солі, м'якоть яблука, реологія, органолептика.

Постановка проблеми. Споживання надлишку солі корелює з частотою ішемічних хвороб серця, гіпертонусу, раку, високого рівня холестерину в крові та ожиріння. Всесвітня асамблея охорони здоров'я офіційно прийняла «зниження споживання солі на 30% до 2025 року» як одне з дев'яти глобальних завдань із профілактики неінфекційних захворювань та боротьби з ними. В даний час майже половина країн світу ввели в дію національні керівні принципи або дії зі скорочення солі, а також розробили власні керівні принципи щодо скорочення кількості використаної солі в харчовій промисловості. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) запропонувала норму споживання солі для дорослих у кількості до 5 г/день. На сьогодні середнедобове споживання солі перевищує дану норму вдвічі. Слід



зазначити, що 20-30% від загального споживання солі споживачі отримують з м'ясом та м'ясними продуктами [1]. На сьогодні, у споживачів, що піклуються про своє здоров'я, зростає попит на м'ясні продукти з низьким вмістом солі [2].

Аналіз останніх досліджень. Сучасні дослідження, спрямовані на розробку інноваційних технологій м'ясних продуктів зі зменшеним вмістом хлориду натрію розвиваються як в напрямку використання нових фізичних методів обробки продуктів, так і шляхом створення нових рецептурних композицій, в яких хлорид натрію замінюють іншими інгредієнтами.

Хлорид натрію відіграє важливу роль у формуванні якості м'ясних гелевих продуктах. По-перше, іони натрію та іони хлору можуть стимулювати смак. По-друге, міофібрилярний білок може бути вилучений для полегшення розчинення та набухання, що підвищує водо- та маслоутримуючі властивості гелю та покращує вихід готових продуктів, їх текстуру та підвищує термін зберігання [3–8]. Функція розчинення та вилучення міофібрил була названа технологічним ефектом хлориду натрію, який був ключем до формування якості гелевих м'ясних продуктів.

На жаль, просте зниження кількості солі, що використовується в технологіях м'ясопродуктів призводить до зниження деяких показників їх якості. В першу чергу, це показники технологічні, реологічні показники фаршу напівфабрикатів та готових виробів, органолептичні показники.

На сьогодні для вирішення проблеми зниження вмісту солі в м'ясопродуктах використовуються різноманітні підходи, такі як використання заміників солі, додавання ізолята соєвого білку, обробка напівфабрикатів високим тиском та ін. [9-11].

Доведено [31], що іони натрію можуть утворювати електронні хмари навколо міофібрилярних молекул та сприяти розчиненню міофібрилярного білка. Фактично, хлорид натрію від 1% до 1,5% може задовольнити потребу більшості споживачів у солоному смаку, проте для задоволення вимог обробки м'ясні гелеві продукти зазвичай додають від 2% до 4% хлориду натрію [12].

На сьогодні вже досліджено технології свинячих котлет з низьким вмістом жиру та солі [13] та котлет з інших видів сировини [14, 15]. М'ясо має відносно низьку концентрацію натрію, що становить лише 50–90 мг натрію на 100 г продукту [16]. Просте зменшення повареної солі негативно впливає на кислоту [17], вміст води, а також здатність до зв'язування жиру, остаточну текстуру гелю при варінні [18] та термін зберігання продукту [19]. Значна частка досліджень спрямована на зменшення вмісту солі в м'ясних продуктах, таких як ковбаси типу Болонья [20]; котлети з м'ясного фаршу [21] та свинячі ковбаси [22].



Основним способом зниження вмісту натрію в гелевих м'ясних продуктах є зменшення кількості хлориду натрію, що додається, і заміна його іншою сіллю, але лише деякі з них можуть бути використані для успішної часткової або повної заміни хлориду натрію у технологіях м'ясних продуктів [23, 24]. Знаходить поширення використання глутамін трансамінази [25, 26]. У більшості досліджень натрію хлорид заміняли іншими хлоридними солями, оскільки технологічний ефект хлориду натрію в основному досягається за рахунок зв'язування іонів хлориду з білками. В даний час найбільш успішною альтернативною сіллю в дослідженні є хлорид калію, який може замінити близько 35-40% хлориду натрію у формулі гелевих м'ясних продуктів, але надлишок хлориду калію викликає гіркий та інші неприємні запахи [27]. Поліфосфат може підвищувати рН м'ясних продуктів, викликати набухання м'язових волокон, сприяти дисоціації актоміозину, при цьому може частково замінювати хлорид натрію. Зменшення розміру кристалів хлориду натрію і зміна їх форми може зменшити кількість хлориду натрію, що додається, не впливаючи на харчову солоність. Однак гелеві м'ясні продукти містять багато води, а хлорид натрію розчиняється у воді, тому ефект зниження вмісту хлориду натрію в гелевих м'ясних продуктах, таким чином, був обмежений [28].

Інший спосіб – використовувати підсилювачів смаку. Підсилювачі смаку збільшили солоність та смак м'ясних продуктів зі зниженим вмістом солі, вони зменшили використання хлориду натрію без зменшення солоності та смаку м'ясних продуктів: дріжджовий екстракт, лактат, глутамат натрію та нуклеотид. Підсилювачі смаку можуть стимулювати смак і знижувати стимуляцію впливу натрію хлориду на смаковий нерв, допомагаючи зменшити кількість використовуюваного хлориду натрію. Атори роботи [29] використовували суміш хлориду калію і нуклеотидів для зниження вмісту натрію хлориду в свинячих ковбасах на 75%. Будь-яка кількість глутамату в цих свинячих ковбасах у поєднанні з хлоридом калію може бути замінено 50%-ною сіллю [29]. Автори роботи [30] виявили, що додавання глутамату натрію або суміші нуклеотидів до сосисок бонієвого типу може покращити їх смак, були відсутні значні змін після 17 днів зберігання, і ковбаса з додаванням глутамату натрію або суміші нуклеотидів мала кращу загальну прийнятність, в той час як ковбаса додаванням підсилювача смаку мала гарні їстівні якості [30]. Іншим підсилювачем смаку є суміш лізину та янтарної кислоти. Цей вид комплексу має смак солі, а також має антибактеріальні та антиоксидантні властивості, може замінювати 75% солі та має гарні перспективи впровадження [31].

Включення дієтичних волокон з різних джерел у м'ясні продукти



також допоможе підвищити їхній поживний склад та бажаність. Традиційні фрукти, особлива яблука, мають багато корисних для здоров'я джерел дієтичних волокон [32], але про використання м'якоти яблука, як джерела дієтичних волокон, у м'ясних продуктах поки що не повідомлялося.

Введення у склад м'ясних посічених продуктів фруктів та овочів підвищує їх харчову цінність, збагачує харчовими волокнами і біологічно активними речовинами, такими, як поліфеноли, вітаміни та мінерали [33, 34]. Доведено, що яблучні поліфеноли мають антиоксидантну та протизапальну дію, пригнічують проліферацію ракових клітин і знижують ліпіди окислення та рівень холестерину. Яблуко є одним з найпоширеніших фруктів в усьому світі та має потужний вплив на здоров'я споживачів, і, враховуючи його фізико-хімічний склад, органолептичні властивості та структуру м'якоти мають певні переваги у порівнянні з іншими рослинними плодами.

Проведені дослідження підтвердили перспективність використання яблука та яблучних вичавок як функціонального інгредієнта у різних продуктах харчування з метою підвищення водоутримуючої здатності, як замітник жиру та наповнювач тощо [35, 36]. Враховуючи функціональні властивості яблука та яблучних вичавок, їх використовували в технологіях різних м'ясних продуктів, таких, як ковбаси з курятини [37, 38], свинина [39] і баранини [40].

Таким чином, зменшення вмісту солі у складі м'ясних продуктів є одним з перспективних напрямів підвищення їх функціональності та спрямованості до використання у здоровому харчуванні. Іншим перспективним напрямом вдосконалення м'ясопродуктів є їх збагачення харчовими волокнами рослинного походження, що також буде сприяти їх споживанню при здоровому харчуванні.

Включення дієтичних волокон у м'ясні продукти допоможе підвищити їхній поживний склад та збільшити попит на ринку продуктів здорового харчування.

Формулювання мети статті. Мета роботи – дослідження реологічних та органолептичних властивостей курячих нагетсів з заміною частки натрію хлориду та додаванням м'якоти яблука. *Об'єкт досліджень* – технологія нагетсів із заміною частки натрію хлориду та додаванням м'якоти яблука. *Предмет дослідження*: реологічні та органолептичні властивості курячих нагетсів.

Основна частина. Априорі відомо, що зменшення вмісту солі та додавання яблука призведе до змін всіх властивостей даного продукту, тому на першому етапі досліджень було оцінено органолептичні властивості та текстуру нового продукту.

Дослідження текстури (реологічних властивостей) та органолептичних властивостей було проведено як з використанням

інструментальних методів та і методами експертного оцінювання.

Аналіз реологічних властивостей зразків оцінювали на аналізаторі профілю текстури згідно з інструкцією на даний прилад [41-42], використовуючи аналізатор текстури TA-XТ plus (Stable Micro Systems Ltd., Великобританія) з алюмінієвим циліндричним зондом Р/36R (циліндричної форми з діаметром 20 мм і висотою 20 мм) за температури навколишнього середовища (20 – 25 °С).

Циліндричні зразки були аксіально стиснуті до 40 % від їх початкової висоти за допомогою випробування циклу подвійного стиснення. Сила спуску, використана для випробування, становила 5 г, швидкість перед випробуванням 2 мм/с, швидкість випробування 2 мм/с, швидкість після випробування 2 мм/с. Між двома циклами стиснення дозволений інтервал 5с. Дані були згенеровані за допомогою програмного забезпечення Exponent (стабільна мікросистема Exponent, версія 5.1.2.0, Stable Microsystems Ltd., Великобританія), що постачається разом із приладом (рис. 1). Кожне вимірювання було повторено 5 разів.

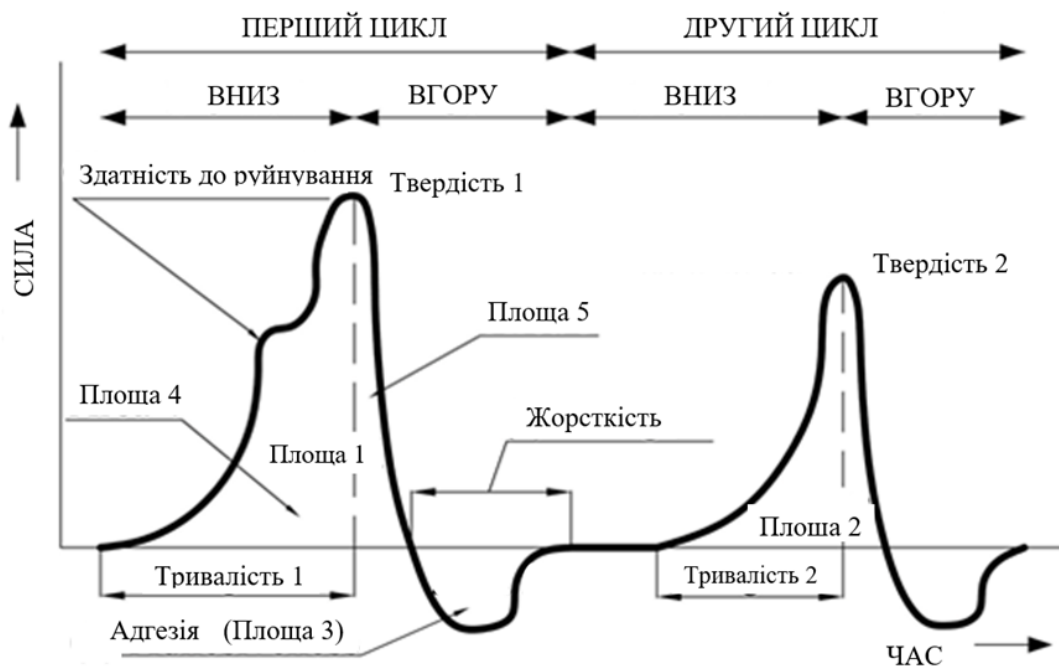


Рисунок 1. Інтерпретація визначення реологічних параметрів аналітичним методом аналізу реологічної кривої [16]

Визначали такі властивості (рис. 1):

- 1). Твердість - найбільший пік при першому стисненні.
- 2). Здатність до руйнування. Коли руйнування відбувається в процесі першого стиснення, на кривій з'являється очевидний пік, який визначається як крихкість, або здатність до руйнування. Якщо в спектрі при першому стисненні є два піки, перший пік визначається як



крихкість, а другий пік визначається як твердість. Якщо є лише одне пікове значення, воно визначається як значення твердості без крихкості.

3). Жорсткість - тривалість знаходження зразка між декомпресією та початком наступного циклу навантаження.

4). Адгезія - негативна площа кривої (площа 3 на графіку) між другою та першою кривими стиснення; виражається як загальна робота, необхідна для подолання поверхневого притягання в контакті між зондом і зразком.

5). Еластичність - частка або відношення об'єму стиснутого деформованого зразка до попередньо деформованого стану після усунення деформуючої сили: . Еластичність виражається відношенням (тривалість 2/ тривалість 1).

6). Когезія - відносний опір досліджуваного зразка другому стисненню після першої деформації стиснення; показано на кривій як відношення позитивної роботи (площа 2/площа 1) двох стиснень; це значення представляє загальну роботу, необхідну для подолання тяжіння між двома поверхнями, коли зонд вступає в контакт із зразком.

7). Пружність - стійкість зразка в першому циклі стиснення; це відношення пружної енергії, вивільненої зразком у першому циклі стиснення, до енергії, розсіяної зондом у процесі стиснення (площа 5/площа 4); використовується для представлення стійкості на кривій та вимірює ступінь відновлення деформованого зразка за тієї ж швидкості та тиску, що й деформування зразка.

8). Липкість - енергія, необхідну для пережовування напівтвердої їжі, поки вона не буде готова до ковтання, виражено чисельно через добуток твердості та когезії (твердість \times когезію).

9). Жувальна здатність - використовується лише для опису зразка в твердому стані, вказуючи на енергію, необхідну для пережовування твердого зразка до стабільного стану під час ковтання. Числове значення виражається добутком липкості та еластичності (липкість \times еластичність).

Колір зразків визначали спектроколориметром MiniScan XE Plus відкаліброваним за білим та чорним стандартами у трьох різних місцях на поверхні зразків. Спектральну криву визначали в діапазоні 400-700 нм та значеннях згідно [43].

Відповідно до стандарту, колір виміряли у системі тримірних прямокутних координат X, Y, Z, де: L^* - це значення світлості, a^* - протиположність червоного та зеленого кольорів, b^* - протиположність синього та жовтого кольорів.

Значення за осі L (світло) ідуть від чорного до білого або за шкалою значень від 0 до 100, де 0 (чорний), а 100 (білий) - зверху. Позитивні значення параметра a визначають червоні кольори, відмовні



- зелені. Так, 50 позначає червоний, а - 50 - зелений. Позитивні значення b це жовті кольори, негативні - сині. Значення по осі b від -50 (синій) до 50 (жовтий).

Параметри були відкалібровані в стандартному білому фарфорі з площею вимірювання діаметром 8 мм, кутом спостереження 10° і джерелом світла D65 з включеним дзеркальним компонентом. Для аналізу зразки відтавали 12 годин при $6 \pm 2^\circ\text{C}$. Для визначення кольору з обох сторін продукту був знятий поверхневий шар. Аналіз проводився на п'яти зразках.

Повна зміна кольору (ΔE) було розраховано за наведеною нижче формулою (ISO 11664-2:2007):

$$\Delta E^* = [(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}] \quad (1)$$

Органолептичне оцінювання проводили з використанням 8-бальної описової шкали [44], де 8 - відмінно; 1 - погано. Сенсорна панель складалася з викладачів кафедри та здобувачів вищої освіти магістр за освітньою програмою Харчові технології. Тризначні закодовані зразки були подані учасникам дискусії в довільному порядку.

Для сенсорної оцінки була навчена група з 12 учасників. Було проведено навчання (2 години) з метою формування однозначного тлумачення характеристик, обраних для оцінювання, тренування та вдосконалення таких атрибут, як сенсорна чутливість, поріг чутливості, поріг розпізнавання, поріг різниці та сенсорна пам'ять [44]. Перед оцінюванням зразки нагрівали за допомогою мікрохвильової печі протягом 1 хв.

Рецептурний склад контрольного та дослідних зразків нагетсів наведено у табл. 1.

Суміш заміників солі складалася з хлориду калію (0,2 г/100 г), лимонної кислоти (0,03 г/100 г), винної кислоти (0,03 г/100 г) та сахарози (1,0 г/100 г).

У дослідженні були використані яблука помологічного сорту Антонівка звичайна: вода - 85,9%; загальний цукор - 12,10%; кислотність 1,37%; пектинових речовини - 0,87%; дубильні речовини - 0,104%; вітамін С - 10,7 мг%; залізо - 6,94 мг/ 100 г.

М'якоть свіжого яблука (рН-4,65, волога-85,9 г/100 г, жир-0,003 г/100 г, білок-0,25 г/100 г), використана в дослідженні, промивали охолодженою дистильованою водою протягом 10 хв, щоб видалити її солодкість, а потім перетирали до консистенції пасти.

Технологія досліджуваних зразків нагетсів передбачає зменшення вмісту солі з 2,0 до 1,2 г/100 гр (40%), що було компенсовано додаванням суміші заміників солі, що складалася з хлориду калію (0,2



г/100 г), лимонної кислоти (0,03 г/100 г), винної кислоти (0,03 г/100 г) та сахарози (1,0 г/100 г) та суміші спецій (кмин (*Zeera*), коріандр (*Dhania*), анісове насіння (*Soanf*), чорний перець (*Kalimirch*), тмин (*Ajwain*), перець стручковий (*Mirch powder*), кардамон (*badi Elaichi*), Імбир сушений (*Saundh*), кориця (*Dalchini*), гвоздика (*Laung*), лавровий лист (*Tej pat*), мускатний горіх (*Jaifal*), мейс (*Javitri*)) (1,5 г/100г), склад якої було запропоновано фахівцями ТМ «Торчин» (ПРАТ «Волиньхолдинг»).

Таблиця 1

Рецептурний склад контрольного та дослідних зразків нагетсів

Інгредієнти	Контроль	Зразок I	Зразок II	Зразок III
Нежирне м'ясо (г/100 г)	75.14	66.68	64.68	62.68
Хлорид натрію (г/100 г)	2.00	1.20	1.20	1.20
Гексаметафосфат натрія (г/100 г)	0.50	0.50	0.50	0.50
Нітрит натрію (мг/кг)	150	150	150	150
Суміш замітника солі (г/100 г)	–	1.26	1.26	1.26
Пластівці льоду (г/100 г)	6.50	6.50	6.50	6.50
Яєчний білок (г/100 г)	1.50	1.50	1.50	1.50
Олія соняшникова рафінована (г/100 г)	7.00	7.00	7.00	7.00
Суміш приправ (г/100 г)	3.00	3.00	3.00	3.00
Каррагінан (г/100 г)	0.75	0.75	0.75	0.75
Альгінат натрію (г/100 г)	0.10	0.10	0.10	0.10
М'якоть яблука (г/100 г)	–	8.00	10.00	12.00
Суміш спецій (г/100 г)	1.50	1.50	1.50	1.50
Борошно пшеничне рафіноване (г/100 г)	2.00	2.00	2.00	2.00

Перетерте яблуко (м'якоть яблука) було додано у кількості 8 г/100 г. (зразок I); 10 г/100 г. (зразок II) та 12 г/100 г. (зразок III).

Зразки нагетсів готували за загальноприйнятою технологією при жарінні протягом 5-6 хв при 18°C.

За результатами аналізу експериментальних даних доведено, що досліджувані зразки за такими показниками, як РН емульсії, РН продукту, стабільність емульсії, не гірші, ніж контрольний зразок. Збільшилася водоутримуюча здатність, незначно підвищився вихід при варінні та зменшився вміст білку на 9,6 – 16,7%. Суттєво підвищився вміст харчових волокон з 0,87 г/100 г до 1.79 (зразок I), 2.11г/100 г



(зразок II) та 2, 45г/100 г (зразок III). Активність води збільшилася з 0,81 до 0,84 (зразок I), 0,89 (зразок II) та 0,93 (зразок III).

Аналіз текстурного профілю (табл. 2 та рис. 2) виявив суттєві відмінності між контрольним та розробленими зразками за такими показниками як стабільність форми, крихкість, твердість, липкість та зусилля жування. За показниками адгезія, еластичність та когезія зміни були менш суттєвими.

Таблиця 2

Реологічні показники досліджуваних зразків нагетсів

Показники	Контроль	I	II	III
Стабільність форми	13,01 ± 0,64	16,36 ± 0,54	19,45 ± 1,1	24,28 ± 0,65
Здатність до руйнування, жорсткість	142,6 ± 0,82	175,48 ± 0,97	209,85 ± 1,02	256,76 ± 1,45
Твердість, Н/см ²	63,04 ± 2,61	43,73 ± 1,79	38,36 ± 1,75	33,34 ± 0,61
Адгезія, Нс	- 0,06 ± 0,02	- 0,07 ± 0,02	- 0,02 ± 0,03	- 0,04 ± 0,03
Еластичність	0,80 ± 0,02	0,82 ± 0,01	0,82 ± 0,01	0,84 ± 0,01
Когезія	0,42 ± 0,01	0,36 ± 0,01	0,36 ± 0,004	0,38 ± 0,01
Липкість, Н/см ²	26,39 ± 1,16	15,81 ± 0,92	13,13 ± 0,93	12,78 ± 0,42
Зусилля жування, Н/см	20,93 ± 0,54	12,92 ± 0,78	11,14 ± 0,82	10,71 ± 0,26

Аналіз текстурних властивостей свідчить про їх позитивні зміни у дослідних зразків у порівнянні з контролем: покращилася стабільність форми та збільшилася майже у двічі (з 13,01 у контрольного зразка) до 24,28 (у зразку III); зменшилася твердість зразків, з 63,04 Н/см² (контроль) до 43, 73 Н/см² (зразок I), 38,36 Н/см² (зразок II) та 33,34 Н/см² (зразок III); зменшення частки солі та додавання яблука збільшило значення показника крихкості з 142,6 (контроль) до 175,48 (зразок I), 209,85 (зразок II) та 256, 76 (зразок III), підвищилася еластичність зразків на 4,3 – 4,7%; не суттєво зменшилася когезія та суттєво (на 41 – 51%) зменшилася липкість зразків та зусилля жування (на 38,3 – 48,8%).

Наведені зміни можуть бути пояснені зниженим вмістом загальної солі в рецептурі дослідних зразків, а також присутність м'якої текстура м'якоті яблука. Слід зазначити, що зміни описаних властивостей корелюють з кількістю доданої м'якоті яблука.

Отримані результати узгоджуються з результатами інших аналогічних досліджень, автори яких повідомляли про збільшення твердості продукту із збільшенням вміст солі та жиру [45, 46]. Так, зниження величина твердості сосисок з низьким вмістом жиру та харчових волокон спостерігалась із збільшенням концентрації

харчових волокон персика суспензія [47]. Подібні результати також були отримані авторами роботи [48] при дослідженні сухих ферментованих ковбас та котлет по-китайськи з низьким вмістом жиру.

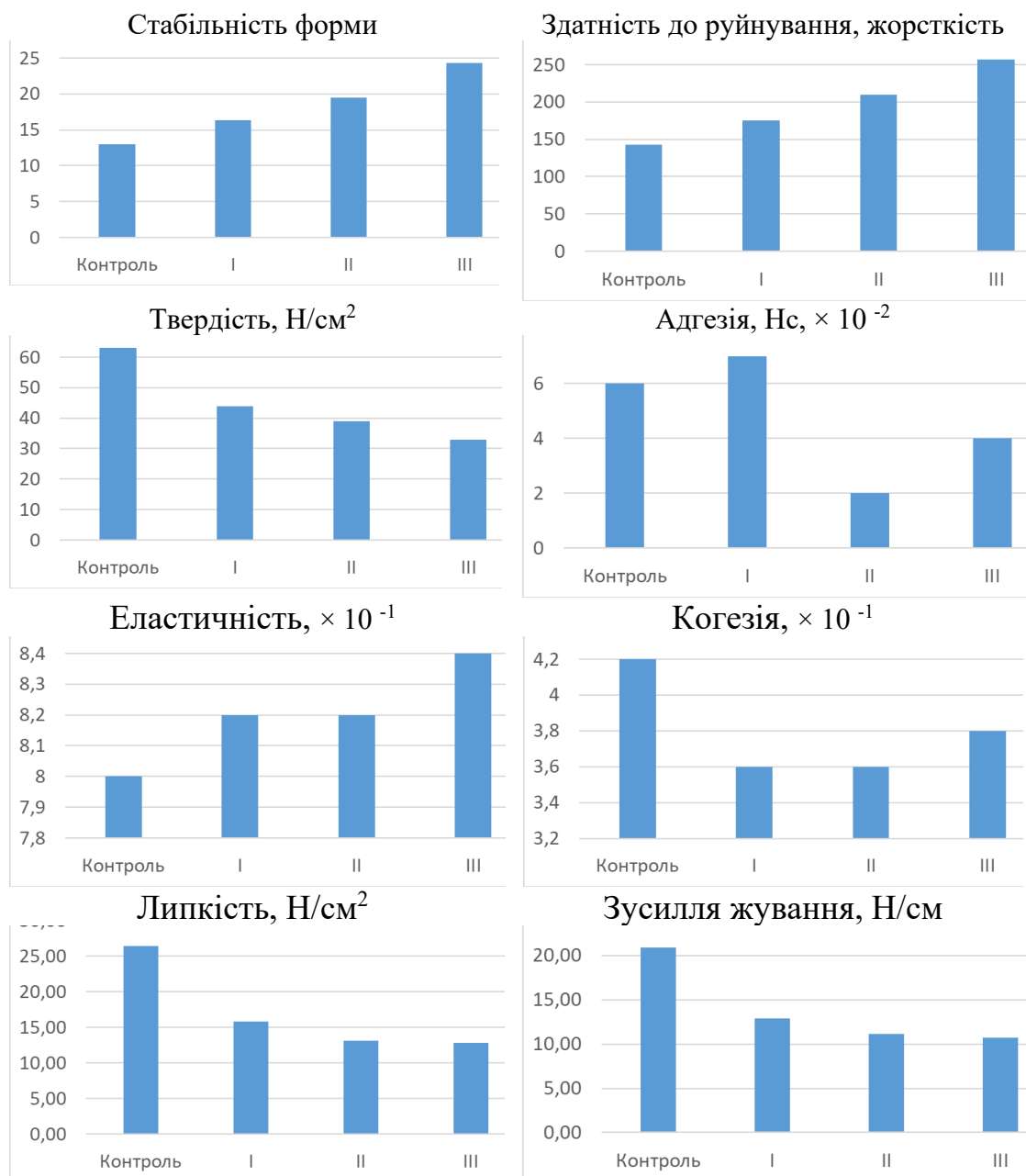


Рисунок 2. Реологічні показники досліджуваних зразків нагетсів

Аналіз результатів дослідження адгезії у контрольному та дослідних зразках нагетсів не дозволив встановити статистично значимі залежності між досліджуваними факторами. Це відповідає висновкам, зробленим у роботі [49] при дослідженні властивостей емульгованих свинячих котлет з рисовими висівками. Значення еластичності у зразку III було вищим, ніж контрольному зразку. Однак відмінності в значення еластичності у контролі та зразках I, II та III



були незначний. Про вищі значення величини пружності у сухих ферментованих ковбасах з низьким вмістом жиру, що містять волокна фруктів викладено у дослідженні [50]. Досліджувані зразки зразках I, II та III мали значно нижче значення когезії порівняно з контролем. Аналогічно, як повідомлялося у дослідженні [49], значення когезії котлет по-китайськи зменшувалося при включенні у рецептурний склад бактеріальної целюлози. Значення липкості та зусилля жування для контролю були значно вищими порівняно з досліджуваними зразками. Серед зразків найвищі значення липкості і зусилля жування спостерігали у зразку I. Отримані результати співпадають з результатами, описаними у роботі [49] про зниження жувальності у котлетах по-китайськи, що містять бактеріальну целюлозу (Ната). У дослідженні [51] також спостерігалася тенденція до зменшення показників липкості та зусилля жування нежирних сухих ферментованих ковбас, що містять інулін як замітник жиру та джерело розчинних дістичних волокон.

Результати досліджень кольору зразків курячих нагетсів наведені у табл. 3. Аналіз наведених результатів дозволяє констатувати, що введення м'якоті яблука призводить до зменшення значення показника L^* (світло-темрява) на 8,0 - 8,4% тобто до збільшення світлості зразків.

Таблиця 3

Результати приборного вимірювання кольору курячих нагетсів з низьким вмістом солі та додаванням м'якоті яблука; (n = 6)

Зразки	L^*	a^*	b^*
Контроль	33.64±0.91	13.61±0.07	14.24±0.25
I	28.77±0.69	14.52±0.62	13.70±0.20
II	28.17±0.83	16.02±0.25	13.21±0.16
III	27.19±0.78	16.39±1.08	12.43±0.23
Повна зміна кольору (ΔE)			
Зразок I у порівнянні з Контролем	5.24±1.51		
Зразок II у порівнянні з Контролем	6.22±1.70		
Зразок III у порівнянні з Контролем	7.30±1.05		

Збільшення коефіцієнту a^* (зелено-червоний) в 1,3 рази свідчить про посилення червоного кольору, що може бути пояснене присутністю шкірки червоного кольору у перетертому яблуці. Зменшення значення коефіцієнту b^* (жовто-синій) на 8,7% свідчить про посилення жовтого кольору у зразках нагетсів, що теж може бути пояснене присутністю м'якоті яблука, яка мала біло-жовтий колір.

Слід зазначити, що описані зміни мають постійну тенденцію змін



показників, яка залежить від кількості доданої м'якоті яблука.

Загальні зміни кольору (ΔE) була розраховані за рівнянням (1) та отримані шляхом порівняння контрольного зразку з усіма досліджуваними зразками (табл. 3). Загальна зміна кольору досліджуваних зразків нагетсів поступово зростала (5,24 – 6,22 – 7,30) в залежності від кількості доданої м'якоті яблука, що демонструє позитивний вплив даного інгредієнта на колір нагетсів. Отримані результати узгоджуються з результатами інших аналогічних досліджень, які зафіксували значне збільшення почервоніння ковбасних виробів (болонської ковбаси) при додаванні вареного лимону при нормі внесення 10 г/100 г вареного лимона альбеда [52].

Враховуючи, що рецептурний склад нагетсів було змінено (зменшена норма солі та введена м'якоть яблука, які можуть суттєво вплинути на всі органолептичні властивості), було проведено органолептичні дослідження за баловою системою з включенням додаткових показників органолептичних властивостей (табл. 4).

Таблиця 4

Результати органолептичного оцінювання властивостей курячих нагетсів з низьким вмістом солі та додаванням м'якоті яблука

Параметри	Контроль	Зразок I	Зразок II	Зразок III
Загальний вигляд	7.35 ± 0.07	7.36 ± 0.07	7.35 ± 0.08	7.37 ± 0.07
Смак	7.38 ± 0.07	7.22 ± 0.07	7.16 ± 0.08	7.03 ± 0.06
Текстура	7.38 ± 0.04	7.28 ± 0.06	7.07 ± 0.05	7.07 ± 0.06
Солоність	7.10 ± 0.07	7.10 ± 0.06	7.05 ± 0.05	6.99 ± 0.07
Соковитість	7.12 ± 0.04	7.06 ± 0.04	7.08 ± 0.05	7.12 ± 0.05
Загальна прийнятність	7.43 ± 0.07	7.25 ± 0.07	7.21 ± 0.05	7.37 ± 0.07
Середній бал	7,29	7,21	7,15	7,15

Середні оцінюваних властивостей (табл. 4) виявили незначні відмінності в показниках смаку, текстури та загальної прийнятності між контрольним та розробленими зразками нагетсів. Результати порівняння показників зовнішності та соковитості між контролем та розробленими зразками можна пояснити привабливим рожевим кольором та підвищеною вологістю вміст у м'якоті яблука відповідно.

Заміна звичайної солі сумішшю замінника солі давала оцінку солоності, подібну до контрольної. Оцінка смаку у контролі була вищою, оскільки порівняно зі зразками II та III. Однак, загальна оцінка органолептичних показників за середнім балом свідчить про незначну різницю контрольного та досліджуваних зразків. Зафіксована різниця: 0,08 бали для зразка I та 0,14 бали для зразків II та III знаходиться на



межі похибки визначення даних показників.

Серед розроблених зразків нагетсів показники смаку зменшилися зі збільшенням вмісту яблучної м'якоті. Нижчі показники смаку у зразків, які спостерігалися в цьому дослідженні, могли бути пов'язані із заміною звичайної солі та м'яким солодким фруктовим смаком, присутнім у яблучній м'якоті. Інтенсивність характерного смаку зменшується при зменшенні вмісту солі, що співпадає з результатами досліджень, наведених у роботі [53].

Оцінки текстури та загальна прийнятність у контрольному зразку є вищою у порівнянні з розробленими зразками нагетсів. Однак у розроблених зразках I, II і III відмінності в цих показниках були незначними. М'яка текстура м'якоті яблука могла сприяти зниженню показника текстури для цих зразків.

Порівняння наведених результатів досліджень свідчить, про незначне зниження сенсорних властивостей розроблених нагетсів, але, з урахуванням рецептурного складу можна стверджувати, що розроблена продукція є джерелом життєво важливих нутрієнтів, таких як: білки, збалансовані за амінокислотним складом (основним джерелом є м'ясо птиці); харчові волокна (клітковина яблука); вітаміни та мінеральні речовини. Розроблені зразки нагетсів відповідають вимогам, встановленим відповідними НТД.

Висновки. Доведено, що зменшення вмісту солі у курячих нагетсах з 2,0 до 1,2 г/100 гр (40%) шляхом додавання суміші заміників солі, що складалася з хлориду калію (0,2 г/100 г), лимонної кислоти (0,03 г/100 г), винної кислоти (0,03 г/100 г) та сахарози (1,0 г/100 г), суміші спецій та перетертого яблука у кількості 8 г/100 г. (зразок I); 10 г/100 г. (зразок II) та 12 г/100 г. (зразок III) та подальший аналіз їх текстурних а органолептичних властивостей свідчить про їх позитивні зміни дослідних зразків у порівнянні з контролем: покращилася стабільність форми; зменшилася твердість зразків, з 63,04 Н/см² (контроль) до 43,73 Н/см² (зразок I), 38,36 Н/см² (зразок II) та 33,34 Н/см² (зразок III); підвищилася еластичність зразків на 4,3 – 4,7%; несуттєво зменшилася когезія та суттєво (на 41 – 51%) зменшилася липкість зразків та зусилля жування (на 38,3 – 48,8%).

Аналіз результатів досліджень кольору зразків дозволяє констатувати, що введення м'якоті яблука призводить до збільшення світлості зразків та посилення жовтого кольору у зразках нагетсів. Описані зміни мають постійну тенденцію змін показників, яка залежить від кількості доданої м'якоті яблука.

Загальна зміна кольору досліджуваних зразків нагетсів поступово зростає в залежності від кількості доданої м'якоті яблука, що демонструє позитивний вплив даного інгредієнта на колір нагетсів.

Органолептичне оцінювання розроблених зразків курячих нагетів



за такими показниками, як загальний вигляд, смак, текстура, солоність, соковитість та загальна прийнятність показало деякі відмінності досліджуваних зразків у порівнянні з контролем. Деякі показники хоча і були наближеними до контролю, були нижчими.

Слід зазначити, що заміна частки солі сумішшю її замінників практично не вплинула на оцінку експертів за показником «солоність»: зменшення даного показника склало не більше 0,4% що відповідає розміру похибки визначення органолептичних показників.

Розроблені курячі нагетси з низьким вмістом солі та високим вмістом клітковини мали хорошим загальний сенсорним рейтинг: загальний середній бал склав 7,21 та 7,15 у порівнянні з 7,29 (контроль).

В цілому розроблений продукт – курячі нагетси з низьким вмістом солі та додаванням яблука – відповідає сучасним вимогам споживачів та може бути віднесеним до продукту що забезпечують здорове харчування.

Список використаних джерел

1. Wirth, F. Reducing the fat and sodium content of meat products. What possibilities are here? *Fleischwirtschaft*. 1991. 71, P. 294–297.
2. World Health Organization, “Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases,” Report of WHO Study Group, Technical Report Series No. 797, Geneva, 2002.
3. Kang Z. L., Zou Y. F., Xu X. L., Zhu C. Z., Wang P., Zhou G. H. Effect of a beating process, as a means of reducing salt content in chinese-style meatballs (kung-wan): a physico-chemical and textural study. *Meat Science*. 2014. 96(2), P. 669–674.
4. Alvarez, D., Castillo, M., Payne, F.A., Garrido, M.D., Banón, S., & Xiong, Y.L. Prediction of meat emulsion stability using reflection photometry. *Journal of Food Engineering*. 2007. 82, P. 310–315.
5. Yao, J., Zhou, Y., Chen, X., Ma, F., Li, P., & Chen, C. Effect of sodium alginate with three molecular weight forms on the water holding capacity of chicken breast myosin gel. *Food Chemistry*. 2017. 239, P. 1134–1142.
6. Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. Salt reduction strategies in processed meat products - A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. 59, P. 70–78.
7. Kang, Z. L., Hu, S. J., Zhu, D. Y., & Ma, H. J. Effect of sodium chloride and processing methods on protein aggregation, physical-chemical and rheological properties of pork batters. *International Journal of Food Engineer*. 2018. 14, P. 5–6.
8. Lu, F., Kang, Z. L., Wei, L. P., & Li, Y. P. Effect of sodium bicarbonate on gel properties and protein conformation of phosphorus-free chicken meat batters. *Arabian Journal of Chemistry*. 2021. 14(2), 102969.



9. Wang, S., Lin, R., Cheng, S., Wang, Z., & Tan, M. Assessment of water mobility in surf clam and soy protein system during gelation using lf-nmr technique. *Foods*. 2020. 9(2), 213.
10. Li, Y., Kang, Z., Sukmanov, V., & Ma, H. Effects of soy protein isolate on gel properties and water holding capacity of reduced-salt pork myofibrillar protein under high pressure processing. *Meat science* 2021. 176, 108471.
11. Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., & Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*. 2001. 59, P. 5–13.
12. Hand, L. W., Terrell, R. N., Zhou, G, H., & Smith, G. C. Effects of chloride salts on physical, chemical and sensory properties of frankfurters. *Journal of Food Science*. 1982. 47 (6), P. 1800–1802.
13. Kumar, M., & Sharma, B. D. Quality and storage stability of low fat pork patties containing barley flour as fat substitute. *Journal of Food Science and Technology*. 2004. 41, P. 496–502.
14. Serdaroglu, M., Yildiz-Turp, G., & Abrodimov, K. Quality of low fat meatballs containing legume flours as extenders. *Meat Science*. 2005. 70, P. 99–105.
15. Yilmaz, I. Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. *Meat Science*. 2004. 67, P. 245–249.
16. Romans, J. R., Costello, W. J., Carlson, C. W., Greaser, M. L., & Jones, K. W. The meat we eat. Danville, IL: Interstate Publisher, Inc. 1994.
17. Gillette, M. Flavour effect of sodium chloride. *Food Technology*. 1985. 39, 47–52, 57.
18. Terrell, R. N. Reducing the sodium content of processed meat. *Food Technology*. 1983. 37, P. 66–71.
19. Sofos, J. N., & Busta, F. F. Alternatives to the use of nitrite as an antitibotulinal agent. *Food Technology*. 1980. 34, 244.
20. Ruusunen, M., Sarkka-Tirkkonen, M., & Puolanne, E. The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked bologna type sausages. *Journal of Sensory Studies*. 1999. 14, P. 263–270.
21. Ruusunen, M., Vainionppa, J., Lyly, M., Lahteenmaki, L., Niemisto, M., Ahvenainen, R., et al. Reducing the sodium content in meat products: the effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*. 2005. 69, P. 53–60.
22. Khate, K. Development of designer pork sausages with low salt and fat. Ph.D. thesis, submitted to Deemed University. IVRI, Izatnagar, UP, India. 2007.
23. Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. Salt reduction strategies in processed meat products - A review. *Trends*



in *Food Science & Technology*. 2017. 59, P. 70–78.

24. Mariutti, L. R., & Bragagnolo, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: a review. *Food Research International*. 2017. 94, P. 90–100.

25. Colmenero, F. J., Ayo, M. J., & Carballo, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, kcl and dietary fibre as salt replacers. *Meat science*. 2005. 69(4), P. 781–788.

26. Kang, Z., Li, B., Ma, H., & Chen, F. Effect of different processing methods and salt content on the physicochemical and rheological properties of meat batters. *International Journal of Food Properties*. 2016. 19(7), P. 1604–1615.

27. Zhang, Y., Wu, J., Jamali, M. A., Guo, X., & Peng, Z. Heat-induced gel properties of porcine myosin in a sodium chloride solution containing L-lysine and L-histidine. *LWT - Food Science and Technology*. 2017. 85, P. 16–21.

28. Angus, F., Phelps, T., Clegg, S., Narain, C., Den Ridder, C., and Kilcast, D. Salt in Processed Foods: Collaborative Research Project. Leatherhead Food International. 2006.

29. Pasin, G., O'Mahony, G., York, B., Weitzel, B., Gabriel, L., & Zeidler, G. Replacement of sodium chloride by modified potassium chloride (co-crystallised disodium-50-inosinate and disodium-50-guanylate with potassium chloride) in fresh pork sausages. *Journal of Food Science*. 1989 54(3), P. 553–555.

30. Rospolski, V., Koutchma, T., Xue, J., Defelice, C., & Balamurugan, S. Effects of high hydrostatic pressure processing parameters and NaCl concentration on the physical properties, texture and quality of white chicken meat. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2015. 30, P. 31–42.

31. Triki, M., Khemakhem, I., Trigui, I., Ben Salah, R., Jaballi, S., Ruiz-Capillas, C., Ayadi, M. A., Attia, H., & Besbes, S. Free-sodium salts mixture and AlgySalt® use as NaCl substitutes in fresh and cooked meat products intended for the hypertensive population. *Meat Science*. 2017. 133, P. 194–203.

32. González, I., Torre, M., & Saura-Calixto, F. Determination of dietary fibre in cider wastes. Comparison of methods. *Food Chemistry*. 1989. 33, P. 151–159.

33. Gorinstein, S., Z. Zachwieja, M. Folta, H. Barton, J. Piotrowicz, M. Zemser, M. Weisz, S. Trakhtenberg and O. Martín-Belloso. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *J. Agr. Food Chem*. 2001. 49: P. 952–957.

34. Wijngaard, H.H., C. Rößle and N. Brunton. A survey of Irish fruit and vegetable waste and by-products as a source of polyphenolic



antioxidants. *Food Chem.* 2009. 116: P. 202–207.

35. O'Shea, N., E.K. Arendt and E. Gallagher. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable byproducts and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 2012. 16: P. 1–10.

36. Rosell, C.M., E. Santos and C. Collar. 2009. Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: A comparative approach. *Food Res. Int.* 2009. 42: P. 176–184.

37. Verma, A.K., B.D. Sharma and R. Banerjee. Effect of sodium chloride replacement and apple pulp inclusion on the physicochemical, textural and sensory properties of low fat chicken nuggets. *LWT-Food Sci. Technol.* 2010. 43: P. 715–719.

38. Yadav, S., A. Malik, A. Pathera, R.U. Islam and D. Sharma. Development of dietary fibre enriched chicken sausages by incorporating corn bran, dried apple pomace and dried tomato pomace. *Nutr. Food Sci.* 2016. 46(1): P. 16–29.

39. Lantto, R., P. Plathin, M. Niemistö, J. Buchert and K. Autio. Effects of transglutaminase, tyrosinase and freeze-dried apple pomace powder on gel forming and structure of pork meat. *LWT-Food Sci. Technol.* 2006. 39: P. 1117–1124.

40. Huda, A.B., S. Parveen, S.A. Rather, R. Akhter and M. Hassan. Effect of incorporation of apple pomace on the physico-chemical, sensory and textural properties of mutton nuggets. *International Journal of Advanced Research.* 2014. 2: P. 974–983.

41. Operating instructions texture analyzer TA-XT plus (Stable Micro Systems Ltd., UK). 82.

42. Trespalacios, P., & Pla, R. Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels. *Food Chemistry.* 2007. 100(1), P. 264–272.

43. Froehlich, D. A., Gullet, E. A., & Usborne, W. R. Effect of nitrite and salt on the colour, flavour and overall acceptability of ham. *Journal of Food Science.* 1983. 48, P. 152–154.

44. Chai, S.C., S. Hooshmand, R.L. Saadat, M.E. Payton, K. Brummel-Smith and B.H. Arjmandi. Daily apple versus dried plum: Impact on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *J. Acad. Nutr. Diet.* 2012. 112: P. 1158–1168.

45. Carballo, J., Fernandez, P., Barreto, G., Solas, M. T., & Jimenez-Colmenero, F. Morphology and texture of bologna sausages as related to content of fat, starch and egg white. *Journal of Food Science.* 1996. 61, P. 652–655.

46. Matulis, R. J., Mckeith, F. K., Sutherland, J. W., & Brewer, M. S. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. *Journal of Food Science.* 1995. 60, P. 42–47.



47. Nuria Grigelmo-Miguel, Shela Gorinstein, Olga MartõAn-Belloso. Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*. 1999. 65 P. 175–181.
48. Ruusunen, M., & Puolanne, E. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*. 2005. 70, P. 531–541.
49. Lin, K. W., & Lin, H. Y. Quality characteristics of Chinese-style meatball containing bacterial cellulose (Nata). *Journal of Food Science*. 2004. 69, P. 107–111.
50. Garcia, M. L., Dominguez, R., Galvez, M. D., Casas, C., & Selgas, M. D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*. 2022. 60, P. 227–236.
51. O'Shea, N., E.K. Arendt and E. Gallagher. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable byproducts and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2012. 16: P. 1–10.
52. Fernandez-Gine, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez, J. A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. *Meat Science*. 2004. 67, P. 7–13.
53. Ruusunen, M. and Puolanne, E. Reducing Sodium Intake from Meat Products. *Meat Science*. 2005. 70, P. 531–541.

Стаття надійшла до редакції 22.02.2023 р.

V. O. Sukmanov, I. S. Mulko.
Poltava State Agrarian University

STUDY OF THE RHEOLOGICAL AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF CHICKEN NUGGETS WITH LOW SODIUM CHLORIDE CONTENT AND THE ADDITION OF APPLE

Summary

The article presents the results of research on the rheological and organoleptic properties of chicken nuggets made with a partial replacement of salt with a mixture of its substitutes, a mixture of spices and the addition of grated apple. It has been proven that reducing the salt content in chicken nuggets from 2.0 to 1.2 g/100 g (40%) by adding a mixture of salt substitutes consisting of potassium chloride (0.2 g/100 g), citric acid (0.03 g/100 g), tartaric acid (0.03 g/100 g) and sucrose (1.0 g/100 g), a mixture of spices and grated apple in the amount of 8 g/100 g (sample I); 10 g/100 g (sample II) and 12 g/100 g (sample III) and further analysis of their textural and organoleptic properties shows their positive changes in the test samples compared to the control: shape stability improved; the hardness of the samples decreased, from 63.04 N/cm² (control) to 43.73 N/cm² (sample I), 38.36 N/cm² (sample II) and 33.34 N/cm² (sample III); the elasticity of the samples increased by 4.3 - 4.7%; the cohesion decreased significantly and the stickiness of the samples decreased significantly (by 41 – 51%) and the chewing effort (by 38.3 – 48.8%).

The analysis of the results of studies on the color of the samples allows us to state



that the introduction of apple pulp leads to an increase in the lightness of the samples and an increase in the yellow color in the nuggets samples. The described changes have a constant trend of changes in indicators, which depends on the amount of added apple pulp. The general change in the color of the studied samples of nuggets gradually increases depending on the amount of added apple pulp, which demonstrates the positive effect of this ingredient on the color of the nuggets.

Organoleptic evaluation of the developed samples of chicken nuggets according to indicators such as general appearance, taste, texture, saltiness, juiciness and general acceptability showed some differences of the studied samples compared to the control. Although some indicators were close to the control, they were lower.

It should be noted that the replacement of a portion of salt with a mixture of its substitutes practically did not affect the assessment of experts according to the "saltiness" indicator: the decrease in this indicator was no more than 0.4%, which corresponds to the size of the error in the determination of organoleptic indicators.

The developed low-salt, high-fiber chicken nuggets had a good overall sensory rating, with an overall mean score of 7.21 and 7.15 compared to 7.29 (control). Evaluation of overall appearance, taste, texture, saltiness, juiciness, overall acceptance and mean score showed some differences of the samples compared to the control, but overall the developed product meets consumer requirements and can be classified as a healthy food product.

Key words: chicken nuggets, sodium chloride, salt substitutes, apple pulp, rheology, organoleptics.