

І. М. Дударев, Т. Є. Панащук, В. Я. Шемет
Луцький національний технічний університет

РОЗРОБЛЕННЯ МОЛОЧНИХ СМУЗИ З ВІВСЯНИМИ Й ГРЕЧАНИМИ ПЛАСТІВЦЯМИ ТА ПЛОДОВО-ЯГІДНИМИ ПОРОШКАМИ

Усе більше споживачів надають перевагу продуктам та напоєм з натуральної сировини без доданого цукру. Широкого поширення з-поміж прихильників здорового харчування набувають смузі, які, переважно, виготовляють з різних комбінацій фруктів, ягід та овочів з додаванням соків, йогурту, молока тощо. Однак, фрукти, ягоди та овочі є сезонними продуктами, які внаслідок тривалого зберігання втрачають поживні речовини. Одним зі способів збереження поживних речовин у плодово-ягідній сировині є її перероблення у порошок шляхом сублімаційного сушіння. Таку сировину можна використовувати при виробництві харчових продуктів та напоїв, оскільки вона, крім збагачення їх корисними речовинами, надає їм смак і аромат свіжих фруктів та ягід, а також відповідне забарвлення. Також перспективним є використання для виробництва напоїв вівсяних та гречаних пластівців, що є джерелом мінеральних речовин та харчових волокон. Метою дослідження є розроблення смузі на основі молока коров'ячого з додаванням вівсяних та гречаних пластівців, а також плодово-ягідних порошків. Визначення фізико-хімічних показників смузі проводили з використанням стандартних методик, а органолептичних показників – з використанням експертного методу. Розроблені композиції смузі на основі молока коров'ячого з вівсяними та гречаними пластівцями, а також сублімованими плодово-ягідними порошками. Проведено оцінювання органолептичних показників (зовнішній вигляд, смак, колір, консистенція, запах) смузі та визначені їх основні фізико-хімічні показники. Встановлено, що вміст сухих речовин у напоях змінюється в межах 20,29–21,26 %, а активна кислотність рН 4,77–5,90. Вміст поживних речовин у смузі: білки – 3,9–4,1 г/100 г; жири – 2,9–3,2 г/100 г; вуглеводи – 10,3–11,3 г/100 г. Енергетична цінність розроблених напоїв 81,8–86,3 ккал/100 г. Розроблені смузі дозволяють розширити асортимент комбінованих (з сировини рослинного та тваринного походження) безалкогольних напоїв з натуральної сировини без доданого цукру. Використання сублімованих рослинних порошків дозволяє отримати напої зі смаком та ароматом, які можуть задовольнити уподобання різних груп споживачів.

Ключові слова: смузі, сублімовані рослинні порошки, вівсяні пластівці, гречані пластівці, безалкогольні напої.

Постановка проблеми та її актуальність. У світі стрімко зростає популярність безалкогольних напоїв типу смузі, що пов'язано зі світовим трендом здорового харчування. Споживання смузі є одним зі способів включення споживачами до щоденного раціону фруктів та овочів [3]. Фрукти та овочі з-поміж інших біологічно активних сполук містять фенольні сполуки, які є антиоксидантами, що мають корисні для здоров'я людини властивості [11]. У споживачів смузі асоціюються з користю для здоров'я, високими смаковими характеристиками та натуральністю [31]. Смузі є типовим прикладом суперпродуктів, які вважаються особливо корисними для споживачів внаслідок використання фруктових компонентів, що збагачують їх поживними речовинами та надають оздоровчі властивості [29]. Уперше смузі з'явилися в 1960-х роках та містили лише свіжі фрукти та соки [35]. На сьогодні у рецептурі смузі, крім фруктів, ягід та/або овочів у формі пюре, соків чи замороженому вигляді, містяться й інші інгредієнти, зокрема, йогурт, молоко, морозиво, цукор, мед або вода, що надають напоєм напіврідкої чи густої консистенції [19; 21]. Також до складу смузі можуть входити лимонад, чай, інші напої, спеції та приправи. Для запобігання поділу фаз, утворенню осаду та для покращення текстури напоїв до їх рецептури додають невелику кількість стабілізатора (каррагінан, гуарова камедь, камедь ріжкового дерева, пектин, ксантанова камедь) [34].

Фрукти, ягоди та овочі є сезонними продуктами, тому для забезпечення можливості їх використання в якості інгредієнтів під час виробництва різних харчових продуктів їх переробляють. Більшість способів перероблення плодово-ягідної сировини спричиняють погіршення її фізичних, нутрицевтичних та поживних властивостей. Одним зі способів перероблення рослинної сировини є дегідратація, що дозволяє подовжити термін зберігання плодово-ягідної сировини та зробити її доступною для споживачів упродовж року. Методами дегідратації плодово-ягідної сировини є конвективне сушіння гарячим повітрям, осмотична дегідратація, обсмажування, мікрохвильове та сублімаційне сушіння [32]. У рецептурах різних харчових продуктів все частіше використовують сублімовані плодово-ягідні порошки, оскільки вони мають низку переваг, зокрема, зручність використання у сухих сумішах, зберігання та пакування, тривалий термін зберігання, низька вартість транспортування та висока мікробіологічна стабільність [7]. Сублімовані рослинні порошки є джерелом природних антиоксидантів, зокрема, фенольних сполук, каротиноїдів та вітамінів. Використання цих порошків у рецептурах харчових продуктів дозволяє покращити їх органолептичні (смак, аромат, колір), функціональні та оздоровчі властивості [37].

Також з-поміж споживачів користуються попитом напої, що одержані внаслідок комбінування молочних

продуктів та фруктової, овочевої чи ягідної складової [13]. Отже, актуальним завданням є розроблення композицій смузі з сировини рослинного та тваринного походження зі збалансованим складом поживних речовин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій праці A. Srivastava et al. [33] запропоновано розділити смузі на три основні групи: фруктові (овочеві, ягідні), фруктово-молочні, функціональні (зазвичай, містять пробіотики). Науковці K. Balaswamy et al. [2] зазначають, що комбінуючи сезонні фрукти, овочі та ягоди можна приготувати смузі багаті поживними речовинами та створити нові аромати й смаки, які задовільняють потреби споживачів. Оскільки смузі виготовляють з різної плодово-ягідної сировини та продуктів її перероблення, то, на думку L. De Oliveira Ribeiro et al. [6], важливо, щоб співвідношення компонентів дозволяло отримати бажані органолептичні властивості та усунути можливі недоліки, зокрема, низьку солодкість та/або високу кислотність продукту.

Регулярне споживання смузі сприяє отриманню організмом поживних речовин, яких, як правило, не вистачає в раціоні (фрукти, овочі та/або молочні продукти). Однак, як зазначають D. McCartney et al. [25], смузі мають підвищену калорійність, причому калорійні рідини викликають менше насичення організму людини їжею, ніж однакові за поживністю тверді та напівтверді продукти. Як вважають D. McCartney et al. [26], важливо, щоб концентрація фруктів, молочних продуктів та інших інгредієнтів у смузі (наприклад, білкових добавок, меду, горіхів та фруктових соків) не спричиняла отримання висококалорійного напою.

Смузі внаслідок свого рецептурного складу, насамперед вмісту свіжих фруктів, ягід та овочів, є швидкопсувним напоєм. У дослідженні M. V. Fernandez et al. [10] встановлено, що ці напої, як правило, є висококислотними продуктами ($\text{pH} < 4$), чим забезпечується пригнічування росту більшості мікроорганізмів, однак деякі кислотостійкі мікроорганізми в таких умовах можуть виживати та рости. Науковці G. A. González-Tejedor et al. [14] обґрунтували, що для тривалого зберігання за температури 5°C цей продукт потребує термічного оброблення упродовж 3 хв за температури $80\text{--}95^\circ\text{C}$. Однак термічне оброблення може погіршити якість смузі, спричиняючи деградацію термолабільних поживних речовин, та негативно впливати на органолептичні властивості, зокрема, текстуру, колір, смак й аромат, про що зазначають M. D. Esteban et al. [9]. Для подовження терміну зберігання смузі без термічного оброблення використовують різні комбінації природних протимікробних речовин, зокрема, нізину, натаміцину, екстракту зеленого чаю та лимонної кислоти. Зокрема, S. G. Nieva et al. [28] визначили, що додавання до смузі (апельсиновий сік 59 %, яблука 15 %, морква 15 %, зелень буряка 6 % і стебла буряка 5 %) після збивання інгредієнтів концентрованого протимікробного розчину (нізин 12,5 мг/кг, натаміцин 200 мг/кг, лимонна кислота (до pH 3,5)) дозволяє отримати стабільний продукт за мікробіологічними

показниками з терміном зберігання до 28 днів за температури $5\pm 1^\circ\text{C}$. Для збагачення фенольними сполуками та подовження тривалості зберігання фруктових й овочевих смузі M. V. Fernandez et al. [10] рекомендують також використовувати екстракт листя буряка, оскільки аналіз антимікробної активності підтвердив ефективність екстракту проти *Listeria innocua*, *E. coli* та *Saccharomyces cerevisiae*.

У рецептурах смузі використовують молоко коров'яче, яке є джерелом жирів, білків та мікроелементів [5]. Як дослідили A. Foroutan et al. [12], молоко містить: воду (85–87 %), жири (3,8–5,5 %), білки (2,9–3,5 %) та вуглеводи (5 %), а також біоактивні сполуки, з-поміж яких вітаміни (рибофлавін, вітамін B12, пантотенова кислота), мінеральні речовини (кальцій, магній, селен), біогенні аміни, органічні кислоти, нуклеотиди, олігосахариди та імуноглобуліни. L. Jaiswal та M. Worku [18] зазначають, що щоденне споживання 500 мл молока забезпечує достатню кількість поживних речовин для організму дорослої людини. Згідно з дослідженнями M. J. Lewis та H. C. Deeth [23], рівень pH молока коливається в межах від 6,6 до 6,7, але може бути за межами цього інтервалу. T. Huppertz та A. L. Kelly [17] зауважують, що безпечність продуктів, які містять молоко, залежить від мікробіологічної якості молока. Тому молоко проходить термічне оброблення, що дозволяє зробити його безпечним для споживачів та подовжити термін придатності.

Вівсяні пластівці є найбільш поширеним продуктом з вівса в усьому світі. Їх виробляють за різними технологіями. Вони мають високу харчову цінність, але відносно низькокалорійні (351,6–455,8 ккал/100 г), при споживанні вони швидко викликають відчуття ситості. Згідно з дослідженнями V. Achrem-Achremowicz et al. [1] та X.-Z. Hu et al. [16], вівсяні пластівці містять: воду (3,5–12,6 г/100 г), білки (10,33–15,29 г/100 г), жири (1,42–11,52 г/100 г), β -глюкан (3,03–4,99 г/100 г), крохмаль (57,06–62,27 г/100 г), розчинні харчові волокна (2,75–6,27 г/100 г), нерозчинні харчові волокна (4,09–6,69 г/100 г), Ca (272–1098 мг/кг), Na (24,7–457,7 мг/кг), Zn (12,85–50,57 мг/кг), Fe (12,2–62,5 мг/кг). Вівсяні пластівці виготовляють з товщиною від 0,4 мм до 1 мм, причому, як зазначають K. Zhang et al. [36], значення глікемічного індексу (GI) пластівців з більшою товщиною (1 мм, $\text{GI} = 72\text{--}78$) значно нижче, ніж у тонких пластівців (0,5 мм, $\text{GI} = 99\text{--}114$).

Гречані пластівці є безглютеновим продуктом. У науковій праці J. Kiewlicz та I. Rybicka [22] досліджено, що гречані пластівці мають високу харчову цінність, оскільки містять (СР–сухі речовини): воду (11,28 \pm 0,08 %), розчинні харчові волокна (1,12 \pm 0,12 г/100 г СР), нерозчинні харчові волокна (3,07 \pm 0,30 г/100 г СР), таніни (7,24 \pm 0,08 мг/г СР), Ca (11,3 \pm 0,4 мг/100 г СР), Mg (218 \pm 2 мг/100 г СР), K (466 \pm 3 мг/100 г СР), Na (43,3 \pm 2,6 мг/100 г СР), Fe (2,40 \pm 0,04 мг/100 г СР), Mn (1,37 \pm 0,02 мг/100 г СР), Zn (1,98 \pm 0,15 мг/100 г СР).

E. M. Nsengiyumva та P. Alexandridis [30] зазначають, що ксантанова камедь – це природний полісахарид,

отриманий за допомогою грамнегативної бактерії *Xanthomonas campestris*. Ксантанова камедь при диспергуванні у воді швидко утворює в'язкий, стабільний розчин навіть за низьких концентрацій, тому, на думку Н. Nabibi та К. Khosravi-Darani [15], її використовують в якості загусника та стабілізатора у багатьох харчових продуктах. Зокрема В. D. M. Lopes et al. [24] визначено, що її використовують при виробництві соків, напоїв з фруктовою м'якоттю, порошкових напоїв, десертів, желе, молочних продуктів, соусів тощо. Ксантанова камедь забезпечує необхідну текстуру, в'язкість та зовнішній вигляд цих харчових продуктів.

Мета дослідження – розроблення смузі на основі молока коров'ячого з додаванням вівсяних та гречаних пластівців, а також плодово-ягідних порошоків.

Методи дослідження та матеріали. Модельні композиції смузі (МК) містили у різних співвідношеннях рецептурні компоненти (табл. 1): молоко коров'яче, пластівці вівсяні, пластівці гречані, сублімовані плодово-ягідні порошки (манго, малина, полуниця, лохина, чорниця), ксантанову камедь. Молоко коров'яче, вівсяні та гречані пластівці купували у місцевому супермаркеті, а сублімовані плодово-ягідні порошки та ксантанову камедь у спеціалізованому магазині (м. Луцьк, Україна). Поживна та енергетична цінність рецептурних компонентів композицій смузі за даними виробників подана в табл. 2. Вміст білків та жиру у молоці коров'ячому

визначали з використанням ультразвукового аналізатора якості молока EcoMilk.

Для приготування модельних композицій смузі вівсяні та гречані пластівці подрібнювали у кавомолці BOSCH TSM6A013B. Подрібнені вівсяні та гречані пластівці змішували з ксантановою камеддю відповідно до рецептури. До молока додавали сублімовані плодово-ягідні порошки та змішували у блендері Braun MQ 3038 протягом 2 хв. Продовжуючи змішування повільно вводили у молоко суміш пластівців із ксантановою камеддю.

Гранулометричний склад подрібнених вівсяних та гречаних пластівців визначали ситовим методом з використанням розсіву лабораторного РЛУ-3 з набором сит (мм): 0,25; 0,50; 1,10.

Визначення активної кислотності (рН) молока коров'ячого та модельних композицій смузі проводили з використанням рН-метра РН-009(І)АТС.

Густину молока коров'ячого та модельних композицій смузі визначали з використанням пікнометра згідно з ДСТУ 7261:2012 “Продукти хімічні технічні. Методи визначення густини рідин”.

Вміст сухих речовин у композиціях смузі визначали гравіметричним методом шляхом висушування зразків до постійної маси протягом 2 год за температури 105 °С згідно з ISO 6731:2010 “Milk, cream and evaporated milk – Determination of total solids content (Reference method)”.

Таблиця 1 – Масова частка рецептурних компонентів у модельних композиціях смузі

Рецептурний компонент	Масова частка рецептурних компонентів у МК, мас. %									
	МК1	МК2	МК3	МК4	МК5	МК6	МК7	МК8	МК9	МК10
Молоко	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Пластівці вівсяні	7	7	7	7	7	-	-	-	-	-
Пластівці гречані	-	-	-	-	-	7	7	7	7	7
СП манго	2,7	-	-	-	-	2,7	-	-	-	-
СП малина	-	2,7	-	-	-	-	2,7	-	-	-
СП полуниця	-	-	2,7	-	-	-	-	2,7	-	-
СП лохина	-	-	-	2,7	-	-	-	-	2,7	-
СП чорниця	-	-	-	-	2,7	-	-	-	-	2,7
Ксантанова камедь	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Примітка: СП – сублімовані плодово-ягідні порошки.

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 2 – Поживна та енергетична цінність рецептурних компонентів композицій смузі (за даними виробників)

Рецептурний компонент	Масова частка, мас. %			Енергетична цінність, ккал/100 г
	білки	жири	вуглеводи	
Молоко	3,3*	3,0*	4,7	59,0
Пластівці вівсяні	11,9	5,8	65,4	345,0
Пластівці гречані	12,6	2,6	68,0	306,0
СП манго	4,7	2,2	86,0	382,0
СП малина	8,0	4,3	79,6	258,0
СП полуниця	4,9	2,5	84,9	381,0
СП лохина	8,1	0,8	56,4	265,0
СП чорниця	7,7	2,0	87,0	398,0

Примітка: СП – сублімовані плодово-ягідні порошки; * – за результатами власних досліджень.

Джерело: сформовано авторами

Органолептичні показники модельних композицій смузі оцінювали 7 експертів. Експертне оцінювання зовнішнього вигляду, смаку, запаху, кольору, консистенції композицій смузі проводили за шкалою: 5 балів – висока якість; 4 бали – хороша якість; 3 бали – достатня якість; 2 бали – недостатня якість; 1 бал – погана якість. За результатами експертного оцінювання побудовані сенсорні профілограми композицій смузі.

За результатами опитування експертів визначали коефіцієнти вагомості органолептичних показників модельних композицій смузі та обчислювали для кожної з них комплексний показник якості згідно з методикою [8]:

$$Q = \sum(m_i \cdot P_i / P_{\text{баз.}i}), \quad (1)$$

де Q – комплексний показник якості смузі; m_i – коефіцієнт вагомості i -го органолептичного показника смузі (зовнішній вигляд, смак, колір, консистенція, запах); P_i – середнє значення i -го органолептичного показника смузі, бали; $P_{\text{баз.}i}$ – базове значення i -го органолептичного показника смузі ($P_{\text{баз.}i} = 5$), бали.

Обчислені коефіцієнти вагомості органолептичних показників смузі: зовнішній вигляд – $m_1 = 0,20$; смак – $m_2 = 0,34$; колір – $m_3 = 0,12$; консистенція – $m_4 = 0,23$; запах – $m_5 = 0,11$.

Поживну цінність композицій смузі (масову частку білків, жирів та вуглеводів) обчислювали з урахуванням масової частки поживних речовин у рецептурних компонентах та масової частки компонентів у композиції смузі.

Енергетичну цінність композицій смузі обчислювали за виразом:

$$E = k_b B + k_{\text{ж}} \mathcal{J} + k_g B, \quad (2)$$

де E – енергетична цінність смузі, ккал/100 г; $k_b, k_{\text{ж}}, k_g$ – калорійність, відповідно, 1 г білків, жирів та вуглеводів ($k_b = 4$ ккал; $k_{\text{ж}} = 9$ ккал; $k_g = 3,75$ ккал); B, \mathcal{J}, B – масова частка, відповідно, білків, жирів та вуглеводів у 100 г смузі, г/100 г.

Усі досліді з визначення фізико-хімічних показників композицій смузі проводили з триразовою повторюваністю. Результати досліджень представлені як середнє значення \pm стандартне відхилення (SD). Статистичний аналіз та обчислення проводили з використанням програмного забезпечення Mathcad 14.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати дослідження гранулометричного складу подрібнених вівсяних та гречаних пластівців подані в табл. 3. Масова частка подрібнених гречаних пластівців розміром менше за 0,5 мм більша (82,0 %) порівняно з масовою часткою подрібнених вівсяних пластівців цієї ж фракції (50,0 %). Масова частка подрібнених вівсяних пластівців розміром понад 1,1 мм становить 27,5 %, що значно більше, ніж для подрібнених гречаних пластівців – 2,4 %.

Фізико-хімічні показники розроблених модельних композицій смузі подані в табл. 4. Активна кислотність молока коров'ячого, яке використовували для приготування смузі, була рН 6,5. Активна кислотність композицій смузі з подрібненими вівсяними пластівцями коливалася в межах рН 4,77–5,80, а з подрібненими гречаними пластівцями – рН 4,83–5,90. Причому найбільше значення показника активної кислотності характерне

для композицій з порошком манго (рН 5,8 (МК1) та 5,9 (МК6)), а найменше – для композицій з порошком малини (рН 4,77 (МК2) та 4,83 (МК7)). За результатами попередніх досліджень [27] встановлено, що значення показника активної кислотності рН фруктово-ягідних смузі менше: смузі YF (абрикос, манго, ацерола, маракуйя та купуасу) – рН 3,59 \pm 0,02; смузі RF (полуниця, слива, вишня, малина, яблуко, журавлина, гранат) – рН 3,56 \pm 0,01; смузі GV (ківі, ананас, лимон, зелений чай, м'ята) – рН 3,45 \pm 0,01. Смузі зі свіжих зелених овочів (огірок, брокколи та шпинат) має активну кислотність рН 4,49 \pm 0,01 [4], а активна кислотність смузі з пастеризованою м'якоттю плодів (манго, манго-маракуйя, виноград) та йогуртом коливається в межах від рН 3,84 до рН 4,65 [13]. Отже, розроблені смузі на основі молока з додаванням подрібнених вівсяних та гречаних пластівців й сублімованих плодово-ягідних порошоків мають більше значення показника активної кислотності рН порівняно зі смузі зі свіжої плодово-ягідної сировини.

Таблиця 3 – Гранулометричний склад подрібнених вівсяних та гречаних пластівців

Розмір фракції, мм	Масова частка фракцій подрібнених пластівців, мас. %	
	вівсяних	гречаних
< 0,25	25,2	27,2
0,25–0,50	24,8	54,8
0,50–1,10	22,5	15,6
> 1,10	27,5	2,4

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 4 – Фізико-хімічні показники модельних композицій смузі

Модельні композиції смузі	Фізико-хімічні показники модельних композицій смузі		
	Активна кислотність (рН)	Густина, кг/м ³	Вміст сухих речовин (СР), %
МК1	5,80 \pm 0,08	987 \pm 4	21,13 \pm 0,02
МК2	4,77 \pm 0,05	982 \pm 3	21,11 \pm 0,06
МК3	4,83 \pm 0,05	985 \pm 5	21,12 \pm 0,01
МК4	5,17 \pm 0,05	989 \pm 4	21,21 \pm 0,01
МК5	5,30 \pm 0,08	992 \pm 8	21,26 \pm 0,02
МК6	5,90 \pm 0,00	973 \pm 6	20,84 \pm 0,08
МК7	4,83 \pm 0,05	959 \pm 7	20,53 \pm 0,02
МК8	4,87 \pm 0,05	946 \pm 5	20,29 \pm 0,02
МК9	5,27 \pm 0,05	948 \pm 2	20,33 \pm 0,01
МК10	5,30 \pm 0,00	974 \pm 4	20,86 \pm 0,02

Джерело: сформовано авторами

Густина молока коров'ячого, яке використовували для приготування композицій смузі, була 1030 кг/м³. Густина композицій смузі з подрібненими вівсяними пластівцями була більшою (982–992 кг/м³) порівняно з густиною композицій, які містили подрібнені гречані пластівці, – 946–973 кг/м³ (табл. 4). Густина композиції з чорничним порошком була найбільшою (992 \pm 8 кг/м³ (МК5) та 974 \pm 4 кг/м³ (МК10)). Менша

густина смузі порівняно з молоком спричинена тим, що смузі містили бульбашки повітря різного розміру.

Вміст сухих речовин у композиціях смузі коливався в межах 20,29–21,26 % (табл. 4). Вміст сухих речовин у смузі з подрібненими вівсяними пластівцями був дещо більшим порівняно з вмістом СР у смузі з подрібненими гречаними пластівцями. Істотної різниці між вмістом сухих речовин у смузі з різними плодово-ягідними порошками не було. Вміст сухих речовин у розроблених композиціях смузі більший порівняно з фруктовим смузі (свіжі яблука, полуниця, банан та апельсин, яблучний сік з концентрату), в якому вміст СР – 14,96±0,05 % [20].

Результати оцінювання органолептичних показників розроблених композицій смузі подані на рис. 1, а словесна характеристика цих показників – у табл. 5. З-поміж композицій смузі з подрібненими вівсяними пластівцями найвищі бали за зовнішній вигляд отримали композиції з порошком полуниці МК3 (4,75) та лохини МК4 (4,75), а найнижчі бали – композиція з порошком манго МК1 (3,75) (рис. 1, а). Усі смузі на зовнішній вигляд були непрозорою густою рідиною з частинками пластівців та бульбашками повітря. Внаслідок додавання у рецептуру ксантанової камеді у композиціях смузі не утворювався осад та не відбувалося розшарування. Смак композицій смузі з вівсяними пластівцями залежав від використаної плодово-ягідної сировини та був кислий чи кисло-солодкий з вівсяним післясмаком. Також у всіх композиціях відчувався смак молока. Найвищий бал за смак отримала

композиція з порошком полуниці МК3 (4,5), а композиції з порошками манго МК1 (3,0) та лохини МК4 (3,0) отримали найменші бали.

Колір композицій смузі з подрібненими вівсяними пластівцями залежав від використаних плодово-ягідних порошків (рис. 2). Зокрема, композиція з порошком манго МК1 мала світло-жовтий колір, композиції з порошками малини МК2 та полуниці МК3 – світло-рожевий з різними відтінками, а композиції з порошками лохини МК4 та чорниці МК5 – відповідно, світло-лавандовий та світло-фіолетовий кольори (табл. 5, рис. 2). Експерти найвищий бал за колір поставили композиції з порошком полуниці МК3 (4,75).

Консистенція усіх композицій смузі з вівсяними пластівцями була сметаноподібною, причому три композиції МК3, МК4 та МК5 за цей показник отримали однаковий високий бал 4,25. Композиція з порошком манго мала молочно-вівсяний запах, що був оцінений експертами найнижче (1,75). Композиції МК2 (3,5) та МК3 (4,25), відповідно, мали малиново-молочний та полунично-молочний запах. Композиція з порошком лохини МК4 (3,5) мала молочно-вівсяний запах, а композиція з порошком чорниці МК5 (4,25) – ягідно-вівсяний запах. Найбільше значення комплексного показника якості з-поміж смузі з вівсяними пластівцями отримала модельна композиція з порошком полуниці МК3 (Q = 0,899) (рис. 3), а найменше – з порошком манго МК1 (Q = 0,667).

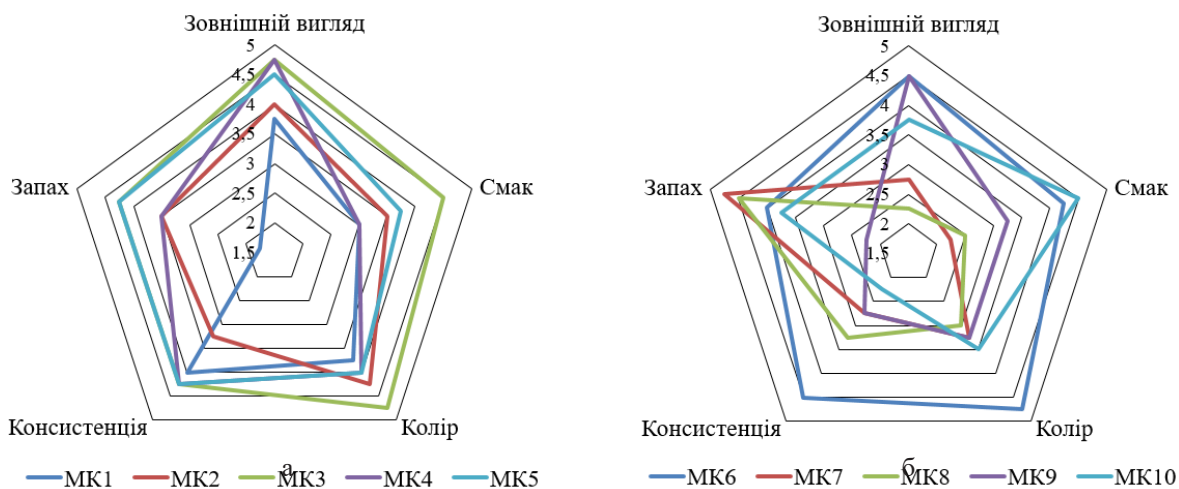


Рисунок 1 – Сенсорна профілограма смузі з подрібненими вівсяними (а) й гречаними (б) пластівцями та плодово-ягідними порошками

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 5 – Характеристика органолептичних показників композицій смузі

Модельні композиції смузі	Характеристика органолептичного показника смузі				
	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Зовнішній вигляд
1	2	3	4	5	6
МК1	світло-жовтий	молочно-вівсяний	кислий або кисло-солодкий, фруктовоягідно-молочний залежно від використаної сировини, з вівсяним чи гречаним післясмаком	сметаноподібна	непрозора густа рідина з частинками пластівців та бульбашками повітря
МК2	світло-рожевий	малиново-молочний			
МК3	світло-рожевий	полунично-молочний			
МК4	світло-лавандовий	молочно-вівсяний			
МК5	світло-фіолетовий	ягідно-вівсяний			

1	2	3	4	5	
МК6	тьмяно-жовтий	молочно-гречаний	кислий або кисло-солодкий, фруктовоягідно-молочний залежно від використаної сировини, з вівсяним чи гречаним післясмаком	сметано-подібна	непрозора густа рідина з частинками пластівців та бульбашками повітря
МК7	темно-рожевий	малиново-гречаний			
МК8	темно-рожевий	полунично-гречаний			
МК9	темно-лавандовий	молочно-гречаний			
МК10	темно-фіолетовий	молочно-гречаний			

Джерело: сформовано авторами

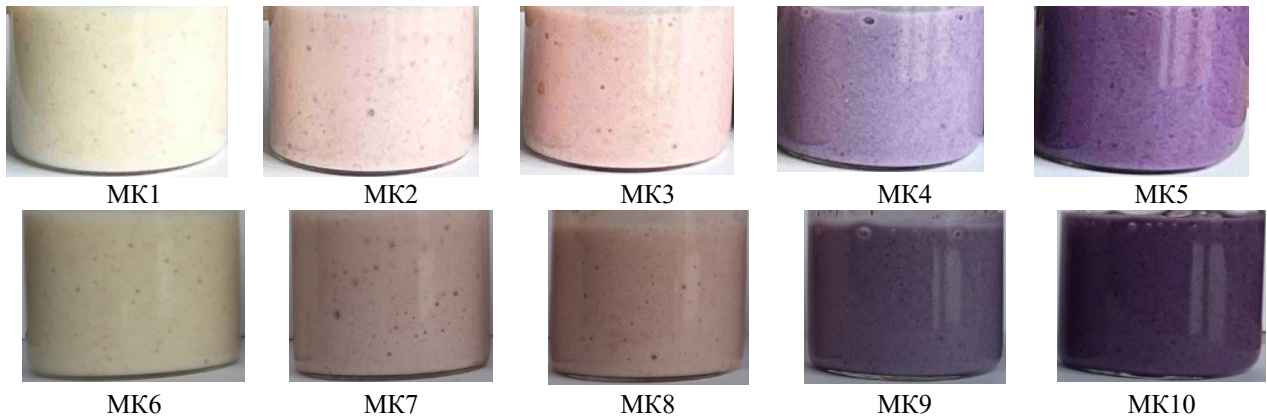


Рисунок 2 – Зразки модельних композицій смузі

Джерело: сформовано авторами

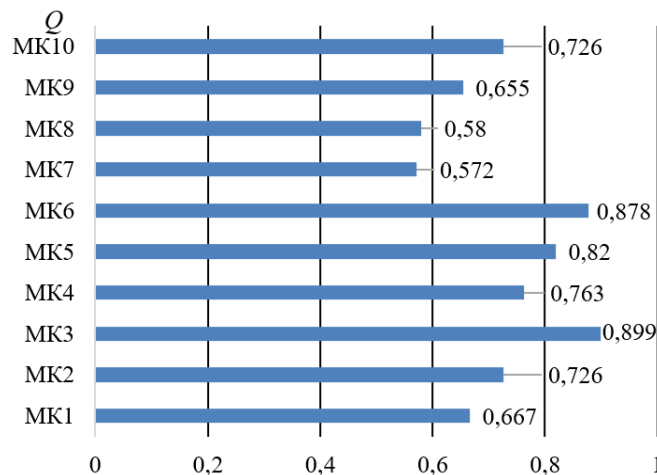


Рисунок 3 – Комплексний показник якості Q модельних композицій смузі

Джерело: сформовано авторами

Зовнішній вигляд двох композицій смузі з подрібненими гречаними пластівцями та порошками манго МК6 й лохини МК9 був оцінений високими балами (4,5) (рис. 1, б). Усі смузі з гречаними пластівцями мали зовнішній вигляд непрозорої густої рідини з частинками пластівців та бульбашками повітря (табл. 5, рис. 2). Композиції смузі з гречаними пластівцями не містили осаду. Найкращий смак, на думку експертів, був у композиції з порошком чорниці МК10 (4,5). Для усіх композицій з гречаними пластівцями характерним був кислий або кисло-солодкий, фруктовоягідно-молочний смак з гречаним післясмаком. Колір композиції смузі МК6 був тьмяно-жовтий і саме він був оцінений найвищими балами (4,75) з-поміж

композицій з гречаними пластівцями. Колір композицій смузі МК7 (3,25) та МК8 (3,0) був темно-рожевий, а композицій МК9 (3,25) та МК10 (3,5) – відповідно, темно-лавандовий та темно-фіолетовий (рис. 2).

Консистенція усіх композицій смузі з гречаними пластівцями була сметаноподібною, однак найвищі бали від експертів за цей показник отримала модельна композиція МК6 (4,5). Для всіх композицій смузі з гречаними пластівцями був характерний легкий запах гречки у поєднанні з запахом іншої використаної сировини. Найвищі бали за запах отримали композиції з порошком малини МК7 (4,75) та полуниці МК8 (4,5). З-поміж композицій смузі з гречаними пластівцями найбільші значення комплексного показника якості

отримали композиції напоїв з порошками манго МК6 ($Q = 0,878$) та чорниці МК10 ($Q = 0,726$) (рис. 3).

У табл. 6 подана поживна та енергетична цінність модельних композицій смузі. Вміст поживних речовин у модельних композиціях смузі коливався в межах (г/100 г): білки – 3,9–4,1; жири – 2,9–3,2; вуглеводи – 10,3–11,3. Додавання до рецептури смузі на основі молока вівсяних та гречаних пластівців дозволило підвищити вміст білків й вуглеводів у напої порівняно з вмістом цих поживних речовин у молоці (табл. 2). Вміст жиру у розроблених смузі (табл. 6) суттєво не відрізнявся від вмісту жиру у молоці (табл. 2). Додавання до композицій смузі плодово-ягідних порошоків також сприяло збільшенню вмісту білків та вуглеводів у розроблених напоях порівняно з молоком. Співвідношення між поживними речовинами (Б:Ж:В) для більшості розроблених композицій смузі становило 1:0,8:2,8 (табл. 6). Енергетична цінність розроблених композицій смузі (81,8–86,3 ккал/100 г) була більшою, ніж у молока (59 ккал/100 г). Найбільшу енергетичну цінність мала композиція смузі МК5 з вівсяними пластівцями та порошком чорниці, а найменшу – композиція МК9 з гречаними пластівцями та порошком лохини.

Висновки. Споживачі все більше надають перевагу напоям з натуральних інгредієнтів, які не лише допомагають вгамувати спрагу, але й також є джерелом поживних речовин, зокрема, харчових волокон, вітамінів, макро- та мікроелементів тощо. До таких напоїв належать розроблені смузі на основі молока коров'ячого з вівсяними та гречаними пластівцями, а також плодово-ягідними порошками. Розроблені смузі залежно від

сировини відрізняються за смаком, кольором та запахом, однак усі вони мають сметаноподібну консистенцію та у них не утворюється осад. За органолептичними показниками найкращими є композиції смузі, які містять вівсяні пластівці в поєднанні з полуничним порошком та гречані пластівці в поєднанні з порошком манго. Розроблені смузі мають вміст сухих речовин у межах 20,29–21,26 % та активну кислотність рН 4,77–5,90.

Використання плодово-ягідних порошоків у рецептурі смузі дозволяє розширити їх асортимент, покращити органолептичні властивості та, за відсутності свіжих фруктів, ягід та овочів, приготувати напій зі смако-ароматичними характеристиками, які властиві цій сировині. Оскільки сублімовані рослинні порошки зберігають значну частину корисних речовин, які містилися у сировині, з якої вони виготовлені, то їх використання у рецептурі смузі робить цей напій ще й корисним. Використання у рецептурі смузі вівсяних та гречаних пластівців збагачує напій харчовими волокнами та мінеральними речовинами. Розроблені смузі мають збалансований склад поживних речовин та енергетичну цінність в межах 81,8–86,3 ккал/100 г. Важливою перевагою запропонованих смузі є те, що вони не містять доданого цукру.

Перспективними є подальші дослідження щодо визначення терміну придатності розроблених смузі та умов їх зберігання. Також доцільно дослідити можливість заміни у рецептурі смузі молока коров'ячого на "рослинне молоко", а також дослідити використання у рецептурі пластівців з іншої рослинної сировини.

Таблиця 6 – Поживна та енергетична цінність композицій смузі

Модельні композиції смузі	Масова частка, мас. %			Б:Ж:В	Енергетична цінність, ккал/100 г
	білки (Б)	жири (Ж)	вуглеводи (В)		
МК1	3,9	3,2	11,1	1:0,8:2,8	85,9
МК2	4,0	3,2	11,0	1:0,8:2,8	86,2
МК3	3,9	3,2	11,1	1:0,8:2,8	85,9
МК4	4,0	3,1	10,3	1:0,8:2,6	83,0
МК5	4,0	3,2	11,2	1:0,8:2,8	86,3
МК6	4,0	2,9	11,3	1:0,7:2,8	84,8
МК7	4,1	3,0	11,1	1:0,7:2,7	85,0
МК8	4,0	3,0	11,3	1:0,8:2,8	84,8
МК9	4,1	2,9	10,5	1:0,7:2,6	81,8
МК10	4,1	2,9	11,3	1:0,7:2,8	85,2

Джерело: сформовано авторами

Список використаних джерел:

1. Achrem-Achremowicz B., Kuczyński A. P., Kaszuba J., Wiśniewski R., & Puchalski C. (2017) The quality value of oat flakes produced in different countries. *Towaroznawcze Problemy Jakości*, no. 1, pp. 66–72. DOI: <https://doi.org/10.19202/j.cs.2017.01.18>
2. Balaswamy K., Prabhakara Rao P. G., Nagender A., Narsing Rao G., Sathiya Mala K., Jyothirmayi T., Math R. G., & Satyanarayana A. (2013) Development of smoothies from selected fruit pulps/juices. *International Food Research Journal*, no. 20 (3), pp. 1181–1185.
3. Cano-Lamadrid M., Hernández F., Nowicka P., Carbonell-Barrachina A. A., & Wojdyło A. (2018) Formulation and storage effects on pomegranate smoothie phenolic composition, antioxidant capacity and color. *LWT*, no. 96, pp. 322–328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.047>
4. Castillejo N., Martínez-Hernández G. B., Monaco K., Gómez P. A., Aguayo E., Artés F., & Artés-Hernández F. (2017) Preservation of bioactive compounds of a green vegetable smoothie using short time – high temperature mild thermal treatment. *Food Science and Technology International*, no. 23 (1), pp. 46–60. DOI: <https://doi.org/10.1177/1082013216656240>

5. Collard K. M., & McCormick D. P. (2021) A nutritional comparison of cow's milk and alternative milk products. *Academic Pediatrics*, no. 21 (6), pp. 1067–1069. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acap.2020.12.007>
6. De Oliveira Ribeiro L., Almeida A. C. S., de Carvalho C. W. P., Borguini R. G., Ferreira J. C. S., Freitas S. P., & da Matta V. M. (2018) Effect of processing on bioactive compounds, physicochemical and rheological characteristics of juçara, banana and strawberry smoothie. *Plant Foods for Human Nutrition*, no. 73, pp. 222–227. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0681-2>
7. Dirim S. N., Çalişkan G., & Ergün K. (2015) Determination of powder properties of some freeze dried fruits powder. *GIDA – Journal of Food*, no. 40 (2), pp. 85–92.
8. Dudarev I. (2024). Development of craft drinks with oat milk and fruit and berry powders. *Commodity Bulletin*, no. 17 (1), pp. 105–115. DOI: <https://doi.org/10.62763/ef/1.2024.105>
9. Esteban M. D., Conesa R., Huertas J. P., & Palop A. (2015) Effect of thymol in heating and recovery media on the isothermal and non-isothermal heat resistance of *Bacillus spores*. *Food Microbiology*, no. 48, pp. 35–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.11.016>
10. Fernandez M. V., Bengardino M., Jagus R. J., & Agüero M. V. (2020) Enrichment and preservation of a vegetable smoothie with an antioxidant and antimicrobial extract obtained from beet by-products. *LWT*, no. 117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108622>
11. Formica-Oliveira A. C., Martínez-Hernández G. B., Aguayo E., Gómez P. A., Artés F., & Artés-Hernández F. (2017) A functional smoothie from carrots with induced enhanced phenolic content. *Food and Bioprocess Technology*, no. 10 (3), pp. 491–502. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1829-4>
12. Foroutan A., Guo A. C., Vazquez-Fresno R., Lipfert M., Zhang L., Zheng J., Badran H., Budinski Z., Mandal R., Ametaj B. N., & Wishart D. S. (2019) Chemical composition of commercial cow's milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, no. 67 (17), pp. 4897–4914. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00204>
13. Gallina D. A., Barbosa P. D. P. M., Ormenese R. D. C. S. C., & Garcia A. D. O. (2019) Development and characterization of probiotic fermented smoothie beverage. *Revista Ciência Agronômica*, no. 50 (3), pp. 378–386. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190045>
14. González-Tejedor G. A., Martínez-Hernández G. B., Garre A., Egea J. A., Fernández P. S., & Artés-Hernández F. (2017) Quality changes and shelf-life prediction of a fresh fruit and vegetable purple smoothie. *Food and Bioprocess Technology*, no. 10, pp. 1892–1904. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1965-5>
15. Habibi H., & Khosravi-Darani K. (2017) Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, no. 10, pp. 130–140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.02.013>
16. Hu X.-Z., Zheng J.-M., Li X., Xu C., & Zhao Q. (2014) Chemical composition and sensory characteristics of oat flakes: A comparative study of naked oat flakes from China and hulled oat flakes from western countries. *Journal of Cereal Science*, no. 60 (2), pp. 297–301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.05.015>
17. Huppertz T., & Kelly A. L. (2008) Properties and constituents of cow's milk. In A. Y. Tamime (Ed.), *Milk processing and quality management*. Blackwell Publishing Ltd, pp. 23–47. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444301649.ch2>
18. Jaiswal L., & Worku M. (2021) Recent perspective on cow's milk allergy and dairy nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, no. 62 (27), pp. 7503–7517. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1915241>
19. Keenan D. F., Brunton N. P., Gormley T. R., Butler F., Tiwari B. K., & Patras A. (2010) Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, no. 11 (4), pp. 551–556. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.07.003>
20. Keenan D. F., Tiwari B. K., Patras A., Gormley R., Butler F., & Brunton N. P. (2012) Effect of sonication on the bioactive, quality and rheological characteristics of fruit smoothies. *International Journal of Food Science and Technology*, no. 47 (4), pp. 827–836. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02915.x>
21. Kidón M., & Uwineza P. A. (2022) New smoothie products based on pumpkin, banana, and purple carrot as a source of bioactive compounds. *Molecules*, no. 27 (10). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27103049>
22. Kiewlicz J., & Rybicka I. (2020) Minerals and their bioavailability in relation to dietary fiber, phytates and tannins from gluten and gluten-free flakes. *Food Chemistry*, no. 305. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125452>
23. Lewis M. J., & Deeth H. C. (2008) Heat treatment of milk. In A. Y. Tamime (Ed.), *Milk processing and quality management*. Blackwell Publishing Ltd, pp. 168–204. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444301649.ch7>
24. Lopes B. D. M., Lessa V. L., Silva B. M., da Silva Carvalho Filho M. A., Schnitzler E., & Lacerda L. G. (2015) Xanthan gum: properties, production conditions, quality and economic perspective. *Journal of Food and Nutrition Research*, no. 54 (3), pp. 185–194
25. McCartney D., Langston K., Desbrow B., Khalesi S., & Irwin C. (2019) The influence of a fruit smoothie or cereal and milk breakfast on subsequent dietary intake: a pilot study. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, no. 70 (5), pp. 612–622. DOI: <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1547690>
26. McCartney D., Rattray M., Desbrow B., Khalesi S., & Irwin C. (2018) Smoothies: Exploring the attitudes, beliefs and behaviours of consumers and non-consumers. *Current Research in Nutrition and Food Science*, no. 6 (2), pp. 425–436. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.17>
27. Moura S. C. S. R. D., Vissotto F. Z., Berbari S. A. G., Souza E. D. C. G., Toti F. G. P., & Alves P. (2017) Characterization and evaluation of stability of bioactive compounds in fruit smoothies. *Food Science and Technology (Campinas)*, no. 37 (2), pp. 216–223. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.16616>
28. Nieva S. G., Jagus R. J., Agüero M. V., & Fernandez M. V. (2022) Fruit and vegetable smoothies preservation with natural antimicrobials for the assurance of safety and quality. *LWT*, no. 154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112663>

29. Nowicka P., Wojdyło A., Teleszko M., & Samoticha J. (2016) Sensory attributes and changes of physicochemical properties during storage of smoothies prepared from selected fruit. *LWT – Food Science and Technology*, no. 71, pp. 102–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.021>
30. Nsengiyumva E. M., & Alexandridis P. (2022) Xanthan gum in aqueous solutions: Fundamentals and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, no. 216, pp. 583–604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.06.189>
31. Picouet P. A., Hurtado A., Jofré A., Bañón S., Ros J.-M., & Guàrdia M. D. (2016) Effects of thermal and high-pressure treatments on the microbiological, nutritional and sensory quality of a multi-fruit smoothie. *Food and Bioprocess Technology*, no. 9, pp. 1219–1232. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1705-2>
32. Serna-Cock L., Vargas-Munoz D. P., & Aponte A. A. (2015) Structural, physical, functional and nutraceutical changes of freeze-dried fruit. *African Journal of Biotechnology*, no. 14 (6), pp. 442–450. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2014.14189>
33. Srivastava A., Kumar R., Arora A., Joshi J., & Vishnoi S. (2019) Recent advances in preparation and functional properties of smoothie as food: A review. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, no. 9 (2), pp. 89–100. DOI: <https://doi.org/10.30954/2277-9396.02.2019.6>
34. Sun-Waterhouse D., Bekkour K., Wadhwa S. S., & Waterhouse G. I. N. (2014) Rheological and chemical characterization of smoothie beverages containing high concentrations of fibre and polyphenols from apple. *Food and Bioprocess Technology*, no. 7 (2), pp. 409–423. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1091-y>
35. Walkling-Ribeiro M., Noci F., Cronin D. A., Lyng J. G., & Morgan D. J. (2010) Shelf life and sensory attributes of a fruit smoothie-type beverage processed with moderate heat and pulsed electric fields. *LWT – Food Science and Technology*, no. 43 (7), pp. 1067–1073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.010>
36. Zhang K., Dong R., Hu X., Ren C., & Li Y. (2021) Oat-based foods: chemical constituents, glycemic index, and the effect of processing. *Foods*, no. 10 (6). DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10061304>
37. Żyżelewicz D., Oracz J., Bilicka M., Kulbat-Warycha K., & Klewicka E. (2021) Influence of freeze-dried phenolic-rich plant powders on the bioactive compounds profile, antioxidant activity and aroma of different types of chocolates. *Molecules*, no. 26 (22). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26227058>

Igor Dudarev, Tamara Panashchuk, Vasylyna Shemet

Lutsk National Technical University

DEVELOPMENT OF MILK SMOOTHIES WITH OAT AND BUCKWHEAT FLAKES AND FRUIT AND BERRY POWDERS

More and more consumers prefer products and soft drinks made from natural ingredients with no added sugar. Smoothies, made mainly from various combinations of fruits, berries and vegetables with the addition of juices, yogurt, milk, etc., are gaining popularity among healthy eating advocates. However, fruits, berries and vegetables are seasonal products that lose nutrients during long-term storage. One of the ways to preserve the nutrients in fruit and berry raw materials is to process them into powder by means of freeze-drying. Such raw materials can be used in the production of food products and soft drinks, as it not only enriches them with useful substances, but also gives them the taste and aroma of fresh fruits and berries, as well as the appropriate color. It is also promising to use oat and buckwheat flakes, which are a source of minerals and dietary fiber, in the production of soft drinks. The purpose of the research is to develop a smoothie based on cow's milk with the addition of oat and buckwheat flakes, as well as fruit and berry powders. The determination of physico-chemical indicators of the smoothies was carried out using standard methods, and sensory parameters were determined using an expert method. Compositions of smoothies based on cow's milk with oat and buckwheat flakes, as well as freeze-dried fruit and berry powders have been developed. The organoleptic indicators (appearance, taste, color, consistency, smell) of the smoothies were evaluated and their main physicochemical properties were determined. It was found that the content of dry matter in smoothies varies between 20.29–21.26 %, and the active acidity of pH 4.77–5.90. The content of nutrients in the smoothies is as follows: protein – 3.9–4.1 g/100 g; fat – 2.9–3.2 g/100 g; carbohydrates – 10.3–11.3 g/100 g. The energy value of the developed smoothies is within the range of 81.8–86.3 kcal/100 g. The developed smoothies expand the assortment of combined soft drinks (from raw materials of plant and animal origin) made from natural raw materials without added sugar. By using freeze-dried plant powders, the taste and aroma of the developed smoothies can satisfy the preferences of different consumer groups.

Keywords: smoothies, freeze-dried plant powders, oat flakes, buckwheat flakes, soft drinks.

Статтю подано до редакції 16.08.2024