DOI https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-3-26
УДК 664.858:547.458

В. В. Євлаш[1,2], д-р техн. наук, проф. ORCID: 0000-0001-7479-1288
О. Ф. Аксьонова[1], канд. техн. наук, доц. ORCID: 0000-0003-4666-9271
Д. О. Мануєнков[1], аспірант ORCID: 0009-0000-3044-8832
С. В. Степаненко[1], канд. екон. наук, асистент ORCID: 0009-0009-4655-9110

[1]*Державний біотехнологічний університет*

[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
e-mail: dmitrij.manuenkov@gmail.com

ВПЛИВ МАСОВИХ ЧАСТОК ЦУКРУ, ПОЛІДЕКСТРОЗИ І LMA-ПЕКТИНУ НА МІЦНІСТЬ МОДЕЛЬНИХ МАРМЕЛАДНИХ ДРАГЛІВ

Анотація. У роботі здійснено аналіз сучасних тенденцій виробництва низькокалорійного мармеладу та підкреслено важливість розроблення мармеладу желейного зі зменшеною цукромісткістю. Розглянуто особливості використання та механізми утворення драглів із використанням традиційного високоетерифікованного (НМ) та альтернативних низькоетерифікованих (LM, LMA) пектинів. Визначено перспективність заміни до 60% цукру на полідекстрозу для регулювання загального вмісту сухих речовин і формування текстурних властивостей з уведенням до рецептури низькоетерифікованих пектинів замість високоетерифікованого. Експериментально досліджено залежність міцності драглів від концентрації низькоетерифікованого LMA-пектину та вмісту цукру і полідекстрози за концентрації іонів кальцію 5 мг/г пектину в модельних системах. Проведено статистичний аналіз отриманих даних, розраховано коефіцієнти рівняння регресії.

Ключові слова: мармелад, пектин, цукор, полідекстроза, драглі, міцність.

Постановка проблеми. Сучасні тренди харчової промисловості полягають у створенні продуктів із функціональними властивостями, зокрема продуктів зі зниженим умістом цукру. Це зумовлено поширенням метаболічних розладів у людей, пов'язаних із надмірним споживанням цукру, та зростанням попиту споживачів на здорове харчування.

Мармелад – це популярний в Україні та країнах Східної Європи кондитерський виріб, проте його класична рецептура базується на високому вмісті цукру білого (до 70%), яка виконує не лише смакову, а й ключову структуроутворюючу функцію.

У традиційних технологіях для драглеутворення мармеладної маси використовують високоетерифікований (НМ) пектин, який відрізняється міцною драглеподібною структурою, утворення якої є можливим за умови вмісту масової частки цукру не менше 60% та низького значення (2,5–3,5) pH [1; 2]. Зменшення кількості цукру білого в традиційній рецептурі робить неможливим утворення стабільних драглів та призводить до того, що продукт утрачає характерну текстуру. Ця проблема вимагає пошуку альтернативних підходів до формування структури низькоцукрових мармеладів, які б відповідали вимогам чинних нормативних документів, а саме ДСТУ 4333:2018 «Мармелад. Загальні технічні умови», щодо вологості, вмісту редукувальних речовин, загальної кислотності тощо.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз наукових публікацій свідчить про значний інтерес до властивостей пектинових гідроколоїдів та їх застосування у харчових технологіях. Багато років науковці різних країн досліджують механізми драглеутворення низькоетерифікованих LM- і LMA-пектинів. Відомо, що LM-пектин утворює драглі за рахунок електростатичної взаємодії карбоксил-аніонів сусідніх ланцюгів пектину з катіонами металів (так званий egg-box model), найчастіше це катіони Ca^{2+} [3], де на міцність драглів сильно впливають концентрація

пектину та іонів Ca^{2+}, ступінь метилування (DM) пектину, ступінь блоковості (DB) розподілення незаміщених карбоксильних груп [4; 5].

Вивчалися в'язкопружні властивості LM-пектинових дисперсій за різних концентрацій самого пектину (4.5–6.5 %, w/w), сахарози (40–60%, w/w) та кальцію (20–60 мг/1 г пектину) при pH=3.0 [6]. У таких системах збільшення усіх трьох компонентів підвищувало модулі зберігання (G′) та втрат (G″), і вплив пектину був найбільшим. Але за надлишкової кількості кальцію пектинові драглі можуть стати занадто ламкими і жорсткими, а за нестачі кальцію утворення драглів буде неповним [7].

Амідовані (LMA) пектини мають змішаний механізм драглеутворення як у присутності іонів кальцію, так і через водневі зв'язки між пектиновими ланцюгами. Автори дослідження [8] показали, що LMA-пектин може утворювати сильні драглі у відсутності кальцію, причому G′ монотонно зростає за зниження pH до ~2.2 і досягає значно вищих значень, аніж той самий LMA-пектин із кальцієм за нейтральних pH. Це може бути пов'язано з конформаційним переходом та додатковими водневими зв'язками амідних груп. У присутності іонів кальцію модуль зберігання (G′) LMA-пектинових драглів значно зростає за пониження pH нижче ~3.5, що також свідчить про утворення драглів за комбінованим механізмом.

У іншому дослідженні [9] було встановлено, що амідовані пектинові драглі мають більш високу еластичність, стабільність та водоутримувальну здатність відносно неамідованого низькоетерифікованого пектинового за однакових умов. Для оптимальної текстури та водоутримувальної здатності драглів із LMA-пектину не менш важливими є характеристики самого пектину, а саме ступенів метилування DM і амідування DA [10]. На серії драглів пектинів із різними DM і DA було показано, що зростання DA посилює водневі зв'язки та міжланцюгове зшивання, проте занадто високий показник DA дає ефект, що схожий на передчасне драглеутворення за високих концентрацій кальцію, і, таким чином, структура драглів стає неоднорідною та падає водоутримувальна здатність. А занадто сильне зниження DM-амідованих пектинів також може погіршувати властивості драглів через послаблення гідрофобних взаємодій метоксильних груп.

Останні два десятиліття в Україні активно проводилися дослідження щодо вдосконалення технологій мармеладу з пониженим умістом цукру. Для виконання цього завдання використовували декілька підходів: заміну цукру білого на цукрозамінник (найчастіше поліол) або на об'ємний наповнювач, іноді комбінували ці підходи.

У статтях [1; 12] досліджувалися мармелади фруктово-желейні на основі цукру білого, глюкози та фруктози. Автори зазначають, що їм удалося замінити до 35% цукру білого, глюкози та фруктози на полідекстрозу без утрат міцності мармеладу, використовуючи як НМ-, так і LM-пектини. У патенті [11] автори змогли замінити до 30% цукру на ту саму полідекстрозу в мармеладах на LMA-пектини з високим умістом пюре, але при цьому міцність мармеладу знизилася більше ніж удвічі. Хоча автори не додавали до рецептури солі кальцію, необхідні для драглеуторення амідованого пектину, проте якась його кількість потрапила до рецептурної суміші за рахунок сливово-айвового пюре, яке було використано в технології.

В іншому патенті [20] автори обґрунтували доцільність заміщення до 29% цукру білого на полідекстрозу з додаванням пюре червоної смородини у рецептурі мармеладу фруктово-желейного для отримання оптимальної міцності та органолептичних показників мармеладу.

У дисертаційній роботі [19] використовували лактитол, фруктозу та суміш «лактитол – фруктоза» для повної заміни цукру в технології мармеладу желейного на основі НМ-пектину. Було визначено, що драглі на кожному із цих цукрозамінників були на 21–29% міцнішими за драглі на цукрі білому.

На нашу думку, перелічені поліоли мають деякі негативні характеристики для повної заміни цукру у мармеладних виробах: глюкоза має значно вищий глікемічний індекс (ГІ),

аніж цукор білий, фруктоза є редукуючим цукром, а сорбітол і лактитол хоча й мають низький ГІ, проте вони чинять послаблюючу дію за відносно невеликих (10–30 г) разових дозувань. Тому перспективним рішенням для вдосконалення технології мармеладу з пониженим умістом цукру ми вважаємо заміщення цукру білого полідекстрозою з використанням альтернативних видів пектину, такого як низькоетерифікований амідований (LMA) пектин, який здатен формувати драглі без високих концентрацій цукру білого, бо його механізм дралеутворення залежить більше від pH і присутності іонів двовалентних металів, зокрема кальцію.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Мета дослідження – установити залежність міцності драглів від масових часток LMA-пектину, цукру і полідекстрози за певної концентрації іонів кальцію.

Для виконання цієї мети потрібно вирішити такі завдання:

1. Створити низку модельних систем драглів із різним умістом LMA-пектину, цукру та полідекстрози за однакової концентрації іонів кальцію.
2. Визначити міцність усіх зразків методом Валента.
3. Провести статистичний аналіз отриманих даних, розрахувати коефіцієнти рівняння регресії для визначення залежності міцності модельних драглів від концентрації цукру, полідектрози та кількості доданого LMA-пектину.
4. Визначити оптимальне співвідношення цих компонентів для отримання модельних драглів із міцністю, що характерна для традиційного мармеладу желейного.

Досліджувані зразки мармеладу були зроблені на основі амідованого пектину (Global Asap Nutrition Factory, Китай, 92% сухої речовини, DM = 24%, DA = 19%); цукру білого кристалічного першого сорту (ТМ «Diamant», згідно з ДСТУ 4623:2023); лимонної кислоти (згідно з ДСТУ ГОСТ 908:2006), полідекстрозу Е-1200 (Китай, 96% сухої речовини); кальцію лактату 5-водного Ч. (ТМ «Україна ТД»); патоки ІГ-42 (ПрАТ «ІНТЕРКОРН», Україна); води дистильованої. Для контрольного зразка було використано високоетерифікований пектин ESS-4420 (Іспанія, 88% сухих речовин, DM = 60%).

Міцність драглів визначали стандартною методикою з використанням приладу Валента [16]. Активну кислотність зразків мармеладу вимірювали pH-метром pH-301 із хлорсрібним електродом порівняння згідно з ДСТУ 5024:2008.

Основна частина. Як було зазначено вище, саме співвідношення масових часток пектину і цукру є вирішальним для міцності драглів, тому отримання раціонального співвідношення LMA-пектину та сахарози є ключовим для подальшого вдосконалення технології мармеладних виробів зі зниженим умістом цукру.

Для виготовлення контрольного зразка була використана як основа відома традиційна технологія мармеладу желейного [17]. Цитрусовий НМ-пектин масою 1,50 г було розчинено у воді за температури 50–60°С разом із 63,0 г цукру-піску та 14,0 г патоки, після чого було уварено отриманий сироп до вмісту сухих речовин 73–74%. Уварену масу було охолоджено до 80°С, внесено 1,50 г 50% розчину кислоти лимонної до загальної маси зразка 100,0 г, отриманий продукт після ретельного перемішування було розлито у форми та витримано протягом 48 годин за температури 25±1°С для структуроутворення і підсушування, після чого було визначено міцність драглів за стандартною методикою на приладі Валента [16].

Для створення серії досліджуваних модельних зразків драглів із заміною до 60% цукру нами було використано полідекстрозу (Е 1200) як об'ємний наповнювач. Полідекстроза – це розчинний низькокалорійний (1 ккал/г), майже неперетравлюваний полісахарид, який широко застосовують у харчовій промисловості як цукрозамінник і харчове волокно. Вона має дуже низьку солодкість (~5% від солодкості сахарози), низький глікемічний індекс (~4–7), високу

розчинність у воді, високу термостійкість. Турецькими науковцями проводилися дослідження, у яких було обґрунтовано доцільність використання полідекстрози для часткової заміни цукру як єдиного замінника або в комбінації з іншими цукрозамінниками і наповнювачами, наприклад ізомальтом або інуліном, у технологіях желейних пектинових цукерок [18].

Із кінця минулого століття було проведено низку досліджень [13–15] щодо властивостей та безпечності полідекстрози. Подібно до поліолів полідекстроза має послаблювальний ефект за високих доз, середній поріг послаблення становить ~90 г/добу для середньостатистичної людини (або ~1,3 г/кг маси тіла) або ~50 г одноразово, причому у дітей переносиміть була подібною до дорослих у перерахунку на масу тіла. Побічні ефекти від полідекстрози були тимчасовими і легкими, у звичайних харчових кількостях (10–20 г/добу) переносиміть її була дуже доброю. Уважається, що полідекстроза переноситься краще інших поліолів, таких як сорбіт, мальтит, ізомальт, завдяки високій молекулярній масі та лише частковому бродінню в товстій кишці, де полідекстроза метаболізується бактеріями.

Розрахунок уміcту компонентів модельних систем проводили так. За загальну кількість цукру та полідекстрози, які формують основну масу сухих речовин у модельних мармеладних системах, було взято 70 г на 100 г загальної ваги кожного зразка для того, щоб наприкінці технологічного процесу перед фазою структуроутворення отримати бажаний уміст сухих речовин приблизно у 73%. Кінцевий pH усіх зразків зробили рівним 2,8–3,0 за рахунок додавання визначеної кількості кислоти лимонної у вигляді 50% водного розчину.

Оскільки міцність LMA-пектинових драглів також залежить від уміcту іонів кальцію у рецептурній суміші, попередньо дослідили міцність зразків із умістом кальцію 0, 5 і 10 мг/г пектину і заміною 50% цукру на полідекстрозу. Після 24 годин витримування для структуроутворення визначено показники міцності драглів (табл. 1).

Таблиця 1

Визначення оптимальної кількості Ca^{2+} для модельних LMA-пектинових драглів

Концентрація Ca^{2+}, мг/г пектину	**Міцність, г**	**Текстура**	**Примітка**
0	516,9 ± 50,7	Неоднорідна драглеподібна структура	Занадто слабке драглеутворення
5	583,3 ± 47,8	Достатньо міцні однорідні драглі, майже не зернистий	Драглеутворення близьке до традиційного мармеладу
10	694,1 ± 58,0	Занадто міцні драглі, більш зернистий	Занадто сильне і швидке драглеутворення

За відсутності кальцію амідований пектин утворював неоднорідну драглеподібну структуру з відділенням невеликої кількості сиропу, а за вмісту кальцію 10 мг/г пектину драглі ставали занадто міцними і зернистими. За середнього вмісту у 5 мг/г пектину драглі були достатньо міцними, майже не зернистими і більше схожими за структурою на традиційний мармелад желейний. Тому було вирішено зупинитися саме на такому вмісті (5 мг/г пектину) іонів кальцію у рецептурній суміші для всіх зразків.

Зразки досліджуваних модельних систем готувалися за такою рецептурою. Цитрусовий LMA-пектин розчиняли у воді за температури 50–60°C разом із сумішшю цукру-піску та полідекстрози, уварювали отриманий сироп до вмісту сухих речовин 73–74%. Уварену масу охолоджували до 70–75°C, вносили розчин лактату кальцію з концентрацією іонів Ca^{2+} 10 мг/мл до вмісту іонів кальцію 5 мг/г пектину, ретельно перемішували й одразу додавали 50% розчин кислоти лимонної до pH=2,8–3,0 до загальної маси зразка 100,0 г, отриману систему перемішували, розливали у форми та витримували протягом 48 годин за температури 25±1°C для

структуроутворення і підсушування, після чого вимірювали міцність. Результати вимірювання міцності всіх зразків представленл в табл. 2.

Таблиця 2

Міцність зразків драглів із різним умістом пектину і сахарози

№ зразка	Маса пектину, г СУХ (x_1)	Маса пектину, г НАТУРА	% цукру у суміші цукор-полідекстроза (x_2)	Міцність, г (y)
1	1,000	1,087	40	702,7 ± 47,0
2			50	692,3 ± 39,2
3			60	680,3 ± 41,0
4			75	617,7 ± 33,6
5			100	501,7 ± 25,0
6	1,125	1,223	40	743,0 ± 46,1
7			50	718,3 ± 65,7
8			60	714,0 ± 69,2
9			75	687,3 ± 37,2
10			100	588,3 ± 34,8
11	1,250	1,359	40	1029,7 ± 26,0
12			50	901,0 ± 54,1
13			60	830,7 ± 17,6
14			75	763,3 ± 36,7
15			100	638,7 ± 36,4
контроль	1,320	1,500	100	967,3 ± 63,4

Після обробки експериментальних даних у Microsoft Excel отримано коефіцієнти у рівнянні регресії, яке описує процес драглеутворення у модельних системах із використанням LMA-пектину в заданому діапазоні масових часток пектину і цукру (масова частка полідекстрози напряму залежить від масової частки цукру, оскільки їхня загальна вага є постійною для кожного зразка):

$$y = -700{,}05 + 1460{,}98 \cdot x_1 + 7{,}86 \cdot x_2 - 10{,}55 \cdot x_1 \cdot x_2 ;\ (R^2 = 0{,}91)$$

Із цього рівняння виходить, що для отримання модельних систем такої ж міцності, як у контрольного зразка, із заміною 50% цукру на полідекстрозу потрібно додати до рецептури ~1,365г сухого LMA-пектину за концентрації іонів кальцію 5 мг/г LMA-пектину.

Як видно з експериментальних даних за зменшення вмісту цукру у модельних системах її міцність зростає, що корелює з іншими дослідженнями [16]. Це можна пояснити відмінним від HM-пектину механізмом драглеутворення, за якого потрібні вища гідратація та активність води для ліпшого зшивання пектинових ланцюгів за рахунок іонів кальцію та водневих зв'язків між амідними групами. Також одними з факторів сильнішого драглеутворення мармеладної маси з високим умістом полідекстрози можуть бути вища в'язкість системи і повільніша дифузія пектинових ланцюгів та іонів, унаслідок чого структуроутворення відбувається більш контрольовано і рівномірно.

Висновки.

1. Створено ряд модельних систем драглів із різним умістом LMA-пектину, цукру та полідекстрози за концентрації іонів кальцію 5 мг/г пектину. Визначено міцність зразків модельних драглів із заміною до 60% цукру на полідекстрозу.

2. Проведено статистичний аналіз експериментальних даних, отримано рівняння регресії, яке описує залежність міцності модельних систем від умісту цукру білого та LMA-пектину.

Установлено, що для отримання модельних систем такої ж міцності, як у контрольного зразка, із заміною 50% цукру на полідекстрозу потрібно додати до рецептури ~1,365г LMA-пектину за концентрації іонів кальцію 5 мг/г LMA-пектину.

3. Отримана залежність дає можливість прогнозувати рецептурні параметри для досягнення потрібних текстурних властивостей желейних мармеладних виробів із пониженим умістом цукру. Це відкриває перспективи створення у майбутньому мармеладної продукції зі зниженою енергетичною цінністю та низьким глікемічним навантаженням, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування.

Список використаних джерел

1. Камбулова Ю.В., Матяс Д.С., Оверчук Н.О., Федій Т.С. Фруктові та желейні мармеладні маси з глюкозою. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2017. № 1. С. 256–270.
2. Chan S.Y., Choo W.S., Young D.J., Loh X.J. Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate Polymers*. 2017. Vol. 161. P. 118–139. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.12.033.
3. Cao L., Lu W., Mata A., Nishinari K., Fang Y. Egg-box model-based gelation of alginate and pectin: A review. *Carbohydrate Polymers*. 2020. V. 242. P. 116389. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116389.
4. Ngouémazong D.E., Jolie R.P., Cardinaels R., Fraeye I., Van Loey A., Moldenaers P., Hendrickx M. Stiffness of Ca^{2+}-pectin gels: combined effects of degree and pattern of methylesterification for various Ca^{2+} concentrations. *Carbohydrate Research*. 2012. V. 348. P. 69–76. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carres.2011.11.011.
5. Fraeye I., et al. Influence of pectin structure on texture of pectin–calcium gels. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2010. V. 11. № 2. P. 401–409. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.08.015.
6. Norziah M.H., Kong S.S., Abd Karim A., Seow C.C. Pectin–sucrose–Ca^{2+} interactions: effects on rheological properties. *Food Hydrocolloids*. 2001. V. 15. № 4–6. P. 491–498. DOI: https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00089-3.
7. Basak R., Bandyopadhyay R. Formation and rupture of Ca^{2+} induced pectin biopolymer gels. *Soft Matter*. 20 14. V. 10. № 37. P. 7225–7233. DOI: https://doi.org/10.1039/C4SM00748D.
8. Lootens D., Capel F., Durand D., Nicolai T., Boulengue P., Langendorff V. Influence of pH, Ca concentration, temperature and amidation on the gelation of low methoxyl pectin. *Food Hydrocolloids*. 2003. V. 17. № 3. P. 237–244. DOI: https://doi.org/10.1016/S0268-005X(02)00056-5.
9. Vithanag C.R., Grimson M.J., Wills P.R., Harrison P., Smith B.G. Rheological and structural properties of high-methoxyl esterified, low-methoxyl esterified and low-methoxyl amidated pectin gels. *Journal of Texture Studies*. 2010. V. 41. № 6. P. 899–927. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2010.00261.x.
10. Wei H.Y., Qi J.R., Liao J.S., Zhuo T., Xiao R. Co-influence of the degree of esterification and degree of amidation on the properties of acid-sugar-calcium amidated pectin gels. *Food Hydrocolloids*. 2025. V. 159. P. 110707. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110707.
11. Спосіб виробництва желейно-фруктового мармеладу з пониженим вмістом цукру : пат. 152656 Україна : МПК A23B 7/08, A23L 21/00 / Камбулова Ю.В.; заявник і власник – Національний університет харчових технологій. № u202201958; заявл. 09.06.2022; опубл. 29.03.2023, Бюл. № 13/2023.
12. Матяс Д.С., Камбулова Ю.В., Дорохович А.М., Мандзюк І.В. Оптимізація рецептурного складу желейного мармеладу з пониженим кмістом цукру. *Наукові праці НУХТ*. 2018. № 6. С. 221–232.
13. Flood M.T., Auerbach M.H., Craig S.A.S. A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. *Food and Chemical Toxicology*. 2004. V. 42. № 9. P. 1531–1542. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.04.015.
14. EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), et al. Re-evaluation of polydextrose (E 1200) as a food additive. *EFSA Journal*. 2021. V. 19. № 1. P. e06363. DOI: https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6363.
15. Veena N., Nath S., Arora S. Polydextrose as a functional ingredient and its food applications: a review. *Indian Journal of Dairy Science*. 2016. V. 69. № 3. P. 239–251.
16. Степанова Т.М., Кондратюк Н.В., Пивоваров Н.П. Вплив сахарози на структурно-механічні властивості системи на основі «напівфабрикату драглеутворюючого для желейних виробів». *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2015. Т. 3. № 10(75). С. 49–54.

17. Приготування кондитерських виробів : збірник рецептур / О.В. Гайдук та ін. Київ : ІПТО НАПН України, 2021. 222 с.

18. Ünal M.H., Arslan D. Single and combined use of isomalt, polydextrose, and inulin as sugar substitutes in production of pectin jelly. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022. V. 46. № 12. e17174. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.17174.

19. Соловйова О.Л. Удосконалення технології желейного мармеладу спеціального споживання : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Київ, 2011. 315 с.

20. Мармелад желейний «червоносмородиновий»: пат. 131633 Україна : МПК A23L21/00, Камбулова Ю.В., Матяс Д.С.; заявник і власник – Національний університет харчових технологій. № u201807742; заявл. 10.07.2018; опубл. 25.01.2019, Бюл. № 2/2019.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2025
Стаття прийнята 15.10.2025
Статтю опубліковано 25.11.2025

V. Yevlash[1,2], O. Aksonova[1], D. Manuienkov[1], S. Stepanenko[1]

[1]State Biotechnological University

[2]Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

EFFECT OF SUGAR, POLYDEXTROSE, AND LMA PECTIN MASS FRACTIONS ON THE MECHANICAL STRENGTH OF MODEL MARMALADE GELS

Summary

The present study addresses contemporary trends in the development of low-calorie confectionery and substantiates the significance of designing jelly-type marmalade with reduced sugar content. Particular attention is devoted to the functional properties and gelation mechanisms of traditional high-methoxyl pectins compared with alternative low-methoxyl pectins. Popular approaches to partial sucrose replacement in marmalade confectionery products were analyzed. Based on literature data concerning practical features of sweeteners and bulking agents commonly used in low-sugar marmalade technologies, polydextrose was selected for this study.

The potential of partial sucrose substitution with polydextrose – up to 60% – was identified as a promising approach for modulating total soluble solids and tailoring textural attributes when incorporating low-methoxyl pectins in place of high-methoxyl analogues.

Experimental investigations were carried out on model systems to determine the relationship between gel strength and the concentrations of low-methoxyl amidated (LMA) pectin, sucrose, and polydextrose at a fixed calcium ion level of 5 mg per g of pectin. Preliminary tests indicated that this calcium concentration ensured homogeneous and sufficiently firm gels, avoiding excessive rigidity or syneresis.

The results showed that increasing the LMA pectin content within the range of 1.0-1.25% significantly increased gel strength, while higher sucrose content tended to weaken the structure. The optimal ratio of 1.365 g dry LMA pectin per 100 g gel mixture with 50% sugar replaced by polydextrose provided comparable strength to traditional HM pectin gels. Statistical evaluation of the results was performed, and regression models describing the influence of compositional factors on gel strength were established.

The fitted regression provided practical prediction of composition–texture relationships, underpinning the use of polydextrose–LMA pectin systems to design reduced-sugar marmalades without loss of gel strength.

Keywords: marmalade, pectin, sugar, polydextrose, gels, gel strength.