

Технологічні науки

УДК 664.856'858:613.2-048.78

Камбулова Юлія Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Національний університет харчових технологій

Камбулова Юлия Викторовна

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры технологии хлебопекарных и кондитерских изделий

Национальный университет пищевых технологий

Kambulova Yulia

Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

Associate Professor of the Technology of Bakery and Confectionery

National University of Food Technologies

Матяс Дарія Сергіївна

аспірант

Національного університету харчових технологій

Матяс Дария Сергеевна

аспирант

Национального университета пищевых технологий

Matyas Dariia

Graduate Student of the

National University of Food Technologies

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАРМЕЛАДУ ЖЕЛЕЙНОГО З
ПОНИЖЕНИМ ВМІСТОМ ЦУКРІВ
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАРМЕЛАДА
ЖЕЛЕЙНОГО С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ САХАРА**

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF JELLY MAMMELADE WITH REDUCED SUGAR CONTENT

Анотація. Досліджено та встановлено параметри технологічного процесу виробництва мармеладу желейного з пониженим вмістом цукрів.

Ключові слова: технологія, параметри, желейний мармелад, зниження цукромісту.

Аннотация. Исследованы и установлены параметры технологического процесса производства мармелада желейного с пониженным содержанием сахаров.

Ключевые слова: технология, параметры, желейный мармелад, снижение сахара.

Summary. The parameters of the technological process of production of jelly marmalade with low sugar content are investigated and established.

Key words: technology, parameters, jelly marmalade, decrease of sugar content.

Вступ. Асортимент мармеладу сьогодні на ринку представлений здебільшого групою желейного мармеладу, який має привабливий зовнішній вигляд, різноманітну форму, приємний запах і смак, достатньо простий у виготовленні. Саме тому він популярний серед населення і виробників. Але аналіз його хімічного складу дозволяє говорити, що споживання таких виробів не приносить користі організму людини, а в багатьох випадках, завдяки високому вмісту цукру (до 70 % разом з обсыпкою), вмісту штучних барвників, ароматизаторів, дешевих драглеутворювачів, наносить шкоду. Вживання солодощів, перевантажених цукром, загрожує порушенням харчового обміну, проблемами з ендокринною системою, цукровим діабетом, ожирінням, проблемами серцево-судинної системи тощо. Особливо це

насторожує, оскільки основними споживачами виробів є діти і підлітки, організм яких більшою мірою піддатливий до алергічних реакцій, чутливий до розладів кишково-шлункового тракту. Згідно рекомендацій ВООЗ [1] всім групам населення, а особливо дітям та людям з порушеним обміном речовин, слід вживати кондитерську продукцію з пониженим вмістом цукру або взагалі без нього.

Вченими [2; 3] розроблений рецептурний склад мармеладу з пониженим вмістом цукру, зниженою глікемічністю. Особливістю рецептурного складу яких є внесення на заміну цукру текстурних наповнювачів, глюкозних сиропів, цукрозамінників. Перевагами готових виробів є значне зменшення показника глікемічності та енергетичної цінності, і можливість віднесення їх до групи дієтичних, діабетичних або функціональних продуктів.

Проте зміни рецептурного складу мармеладу спричинять зміну параметрів наступних операцій технологічного процесу виробництва, – транспортування мармеладних мас на відливання, темперування мас, охолодження і вистоювання готових виробів. З метою визначення параметрів і режимів указаних технологічних операцій, внесення корегування в технологічну схему виробництва, проведені дослідження ефективної в'язкості мармеладних мас і структурно-механічних показників готової продукції. Ефективна в'язкість дає змогу встановити поведінку мармеладних мас під час перекачування, дозволить визначити температурні параметри і швидкість обертального руху процесу перекачування. Ефективну в'язкість визначали за допомогою приладу Реотест2, який дозволяє отримати результати напруги зсуву за різних значень швидкості зсуву [4].

Структурно-механічні показники визначали на пенетрометрі АП-4/1 [5]. Встановлювали час драглеутворення, знімаючи покази граничної напруги зсуву через кожні 30 хв вистоювання, і вносили в технологічну схему рекомендації по інтервалу вистоювання мармеладу з різними

цукрами. Пружно-пластичні характеристики готових виробів, для чистоти експерименту, визначали після повного структурування через 24 год.

Для досліджень готували зразки мармеладу:

1. агар; цукор білий (глюкоза, фруктоза); полідекстро́за; патока карамельна, мальтозна; пюре ягідне; кислота молочна.
2. к-каррагі́нан; хлорид калію; цукор білий (глюкоза, фруктоза); полідекстро́за; патока карамельна, мальтозна; пюре ягідне; кислота молочна.
3. Н-пектин; цукор білий (глюкоза, фруктоза); полідекстро́за; патока карамельна, мальтозна; пюре ягідне, овоче́ве; кислота лимонна.
4. L-пектин; лактат натрію; цукор білий (глюкоза, фруктоза); полідекстро́за; патока карамельна, мальтозна; пюре ягідне; кислота лимонна.

Результати і обговорення. Найбільш повну характеристику структури мармеладних мас в процесі їх транспортування з темперування на відливання нададуть дослідження ступеню руйнування структури під впливом обертового руху. Руйнування структури дослідного зразка здійснювали за різних значень градієнту зсуву – від $\gamma=0,6\text{с}^{-1}$ до $\gamma=121,5\text{с}^{-1}$. Мармеладні маси для реологічних досліджень готували за затвердженими рецептурами. Визначення проводили за температур, близьких до температур відливання агарових і пектинових мас, які попереджають структуроутворення. Для агарових мас підтримували $55\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$; для к-каррагі́нанових – $75\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, для пектинових – $80\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6; 7]. Реологічні криві зразків мармеладних мас представлені на рисунках 1 – 4.

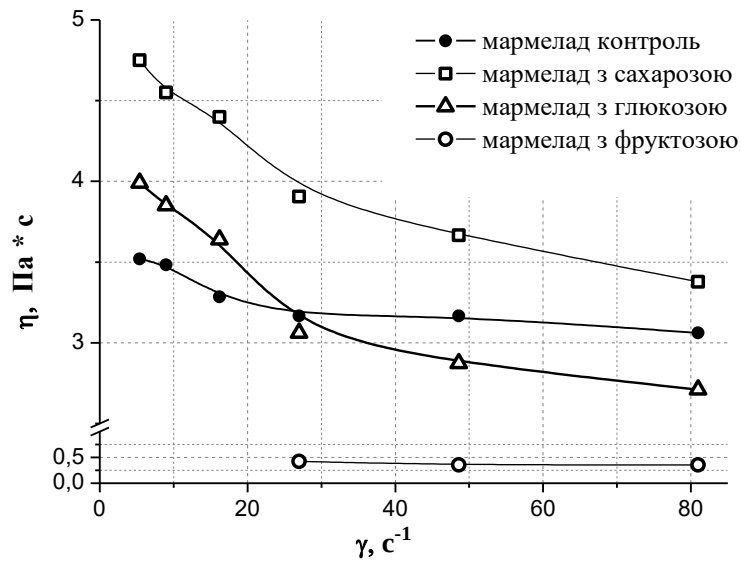


Рис. 1. Реологічні криві мармеладних мас на агарі

Джерело: розробка автора

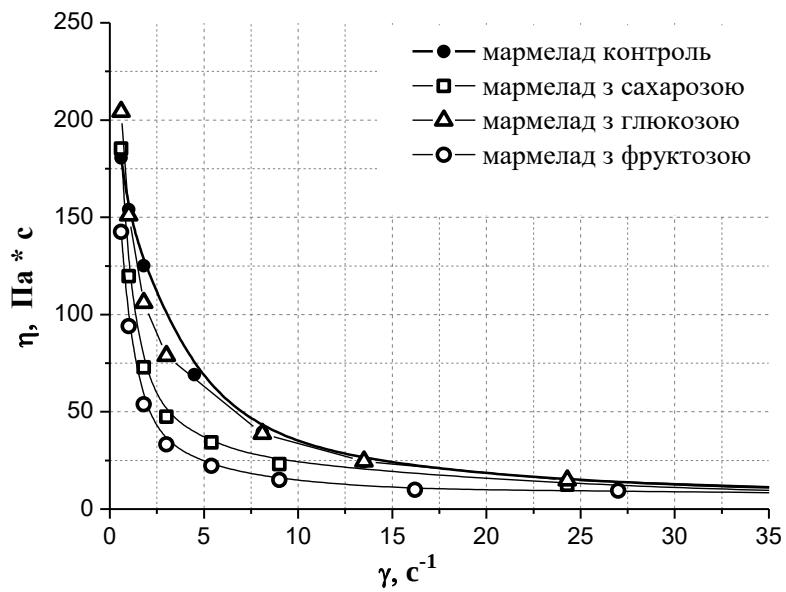


Рис. 2. Реологічні криві мармеладних мас на κ-каррагінані

Джерело: розробка автора

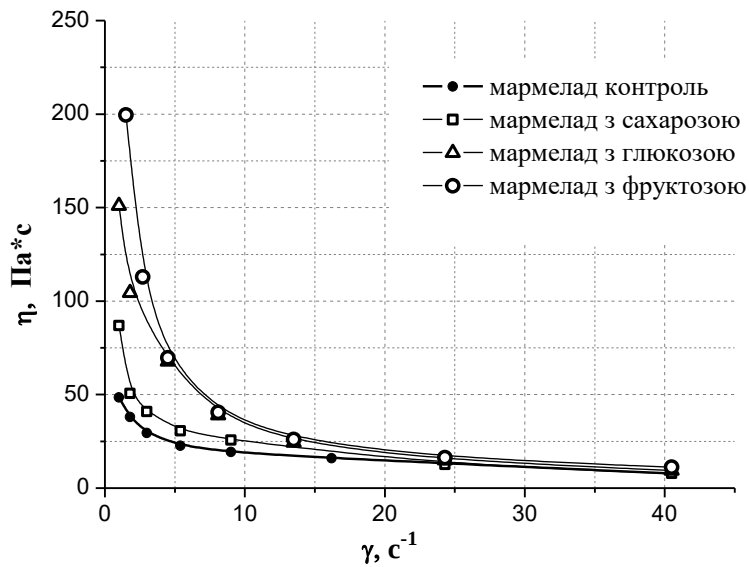


Рис. 3. Реологічні криві мармеладних мас на Н-пектині

Джерело: розробка автора

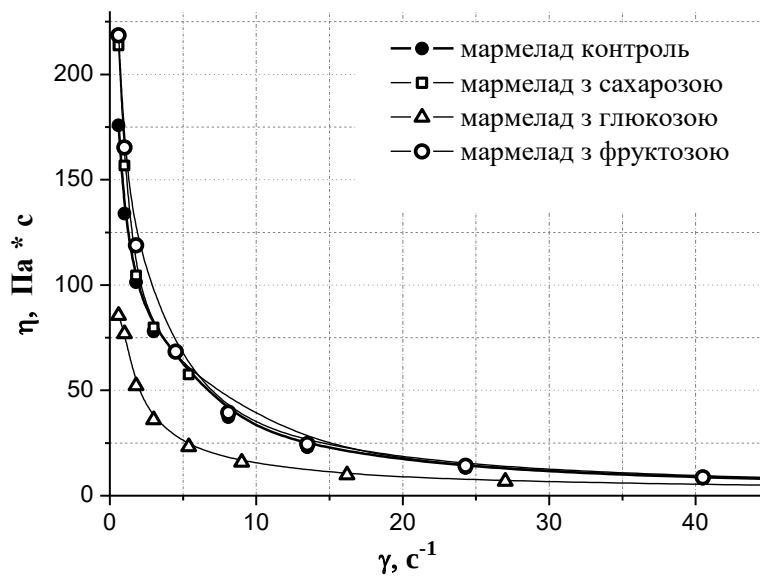


Рис. 4. Реологічні криві мармеладних мас на L-пектині

Джерело: розробка автора

Характер отриманих кривих свідчить, що всі маси в указанному діапазоні градієнту зсуву відрізняються високим ступенем структуроутворення. Виключенням є мармеладні маси на агарі, значення показників ефективної в'язкості для яких є в рази меншими за значення

інших дослідних зразків. Ефективна в'язкість за найменшого і найбільшого градієнтів зсуву для кожної дослідної мармеладної маси представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Ефективна в'язкість мармеладних мас

№	Склад зразка	Ефективна в'язкість, Па·с		Ступінь руйнування, %
		практично незруйнованої системи, η_0	практично зруйнованої системи $\eta_{\min}$	
		$\gamma=5,4 \text{ с}^{-1}$	$\gamma=81 \text{ с}^{-1}$	
	Контроль	3,52	3,06	13,07
	Агар, сахароза	4,75	3,38	28,84
	Агар, глюкоза	3,99	2,71	13,07
	Агар, фруктоза	0,42	0,35	16,67
		$\gamma=0,6 \text{ с}^{-1}$	$\gamma=121,5 \text{ с}^{-1}$	
	Контроль	180,5	3,26	98,19
	К-каррагінан, сахароза	185,25	2,86	98,46
	К-каррагінан, глюкоза	204,5	3,66	98,21
	К-каррагінан, фруктоза	142,5	2,56	98,20
		$\gamma=1,0 \text{ с}^{-1}$	$\gamma=40,5 \text{ с}^{-1}$	
	Контроль	48,45	7,81	83,88
	Н-пектин, сахароза	86,93	7,81	91,02
	Н-пектин, глюкоза	151,05	9,39	93,78
	Н-пектин, фруктоза	199,50	11,19	94,39
		$\gamma=0,6 \text{ с}^{-1}$	$\gamma=40,5 \text{ с}^{-1}$	
	Контроль	175,75	8,02	95,44
	Л-пектин, сахароза	213,75	8,23	96,15
	Л-пектин, глюкоза	85,50	6,76	92,09
	Л-пектин, фруктоза	218,50	8,73	96,00

Джерело: розробка автора

Для кожної системи виділено діапазон значень градієнту зсуву, в яких ефективна в'язкість системи має значення, що забезпечують її придатність для транспортування. Згідно з Технологічними інструкціями [8] γ дорівнює $5,4 \text{ с}^{-1}$. На нашу думку, цей показник може надаватись в певному, розширеному інтервалі, і має забезпечувати такі значення ефективної в'язкості, які б не здійснювали надмірного навантаження на механічну систему перекачування і зменшували енергозатрати на процес. Також під

час перекачування не повинно відбуватись глибокого руйнування структури мармеладу, щоб зменшити час подальшого драглеутворення. Попередніми дослідженнями встановлено, що модельні системи з обраними полісахаридами і цукрами володіють тиксотропними властивостями та здатні практично повністю відновлювати свою структуру [9]. Отже, інтервал значень γ може бути розширений до початку плинності.

Встановлено, що невисока ефективна в'язкість агарових мармеладних мас (η_0 3,75 Па·с – з сахарозою, η_0 3,99 Па·с – з глюкозою і η_0 0,42 Па·с – з фруктозою) забезпечує досить повільне руйнування структури. А на системах з фруктозою в'язкість настільки невисока, що руйнування практично не спостерігається. Це є свідченням дуже сповільненого структуроутворення агарових мас з фруктозою, швидкість якого за температури визначення не забезпечує розвиток сітки драглю. В зразки з глюкозою і сахарозою за $\gamma=27$ с⁻¹ починається плинність їх структури. Отже, інтервал значень γ – 10.....20 с⁻¹ можна рекомендувати для транспортування мармеладних мас на агарі з глюкозою і сахарозою. Зразки з фруктозою потрібно перекачувати за менш щадних умов або за температур, нижчих, ніж решта дослідних зразків на агарі.

Для каррагіанових мас плинність починається за менших градієнтів зсуву, ніж у агарових, не зважаючи на те, що ефективна в'язкість практично незруйнованої системи мас на к-каррагінані набагато вища мас на агарі. Із рисунку 2 видно, що плинність зразків починається за γ – 7.....8 с⁻¹, тому перекачування повинно здійснюватися в межах, найбільш близьких до зазначеного руйнування, $\approx 5,4$ с⁻¹. Вважаємо, що мармеладні маси на каррагінані можуть перекачуватись за традиційних режимів, без зміни параметру. Необхідно зазначити, що за значеннями ефективної в'язкості зразки з фруктозою і сахарозою поступаються контрольному зразку і зразку на глюкозі, це допускає можливість транспортування таких мас в обраному градієнті зсуву за нижчих температур.

Реологія мармеладних мас на Н-пектині з пониженим вмістом цукрів суттєво змінюється у порівнянні з іншими полісахаридами. Реологічні криві дослідних зразків, що показані на рисунку 3, розташовуються вище, ніж реологічна крива контрольного зразка. За температури дослідження ефективна в'язкість практично незруйнованої системи мармеладної маси з глюкозою і фруктозою суттєво перебільшує цей показник у мармеладних мас з сахарозою. Тому температуру за якою здійснюватиметься транспортування мас з моносахаридами необхідно буде підвищувати у порівнянні з традиційними режимами перекачування. Рекомендований інтервал градієнту зсуву $\gamma - 5,4 \dots 8 \text{ c}^{-1}$.

Реологічні криві для зразків з L-пектином мають ідентичний характер і близькі значення показників ефективної в'язкості, за виключенням зразка з глюкозою. Це означає, що транспортування таких мас може бути здійснено за режимів проведених досліджень ($t=80 \pm 3$); для глюкози – допускається зменшення. Рекомендованим інтервалом значень градієнту зсуву для зразків з глюкозою є $\gamma - 2 \dots 8 \text{ c}^{-1}$, для сахарози і фруктози – $\gamma - 5 \dots 10 \text{ c}^{-1}$.

Таким чином особливості реології мармеладних мас з пониженим вмістом цукру повинні бути враховані при розроблені Технологічних інструкцій на виробництво. Визначений для кожної групи мармеладних мас інтервал може бути розширений у порівнянні з традиційними рекомендованими нормами.

Для визначення тривалості вистоювання дослідних зразків мармеладу визначили гранична напруга зсуву. Час вистоювання мармеладу визначали як час, коли гранична напруга зсуву набуває постійних значень, тобто характеризується сталою пружністю. Від процесу драглеутворення залежить структура, механічна міцність відформованих виробів і в кінцевому – якість готової продукції. В умовах виробництва процес драглеутворення відбувається за різних режимів для драглеутворювачів: на агарі температура вистоювання мармеладу $t=10-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, тривалість 30-60 хв;

на к-каррагінані і пектинах – $t=10-15^{\circ}\text{C}$, тривалість 12-15 хв. Визначення параметрів драглеутворення проводили, виходячи з залежностей напруги зсуву мармеладу від часу його вистоювання. Час драглеутворення визначали як час, за який формується драгль з постійною граничною напругою зсуву. Залежності представлені на рисунках 5–8.

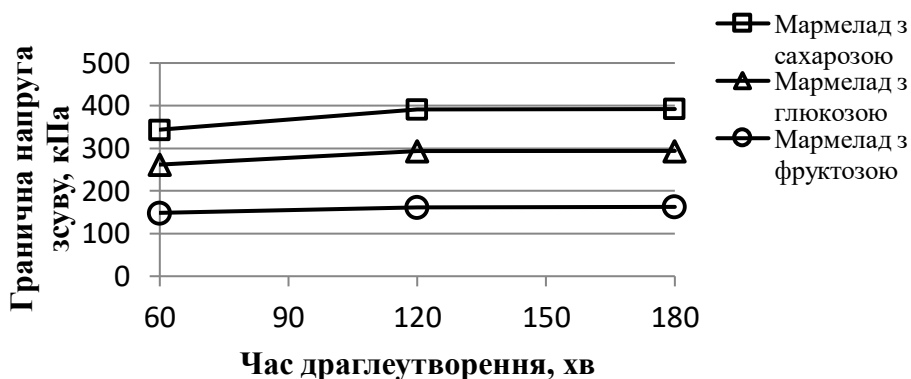


Рис. 5. Залежність напруги зсуву мармеладу на агарі від часу вистоювання

Джерело: розробка автора

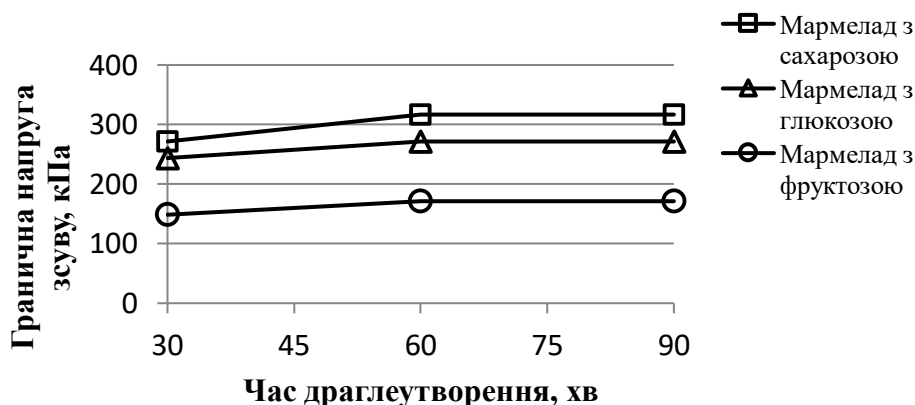


Рис. 6. Залежність напруги зсуву мармеладу на к-каррагінані від часу вистоювання

вистоювання

Джерело: розробка автора

За даними рисунку 5 визначено, що час драглеутворення мармеладу на агарі з різними видами цукрів повинний складати не менше 120 хв. При цьому зразки мають різну міцність, таблиця 2: з сахарозою гранична напруга зсуву складає 391,01 Па; з глюкозою – 292,82 Па (менше на 25 %); з фруктозою – 161,59 Па (менше на 58,7 %). Однак, отримана міцність

достатня для надання виробам необхідних текстурних властивостей, характерних для мармеладу. Отриманий мармелад має високі споживчі властивості.

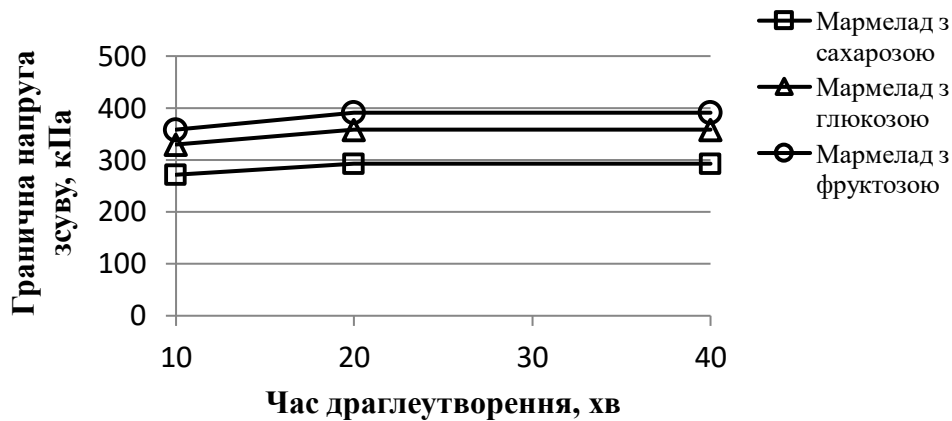


Рис. 7. Залежність напруги зсуву мармеладу на Н-пектині від часу вистоювання

Джерело: розробка автора

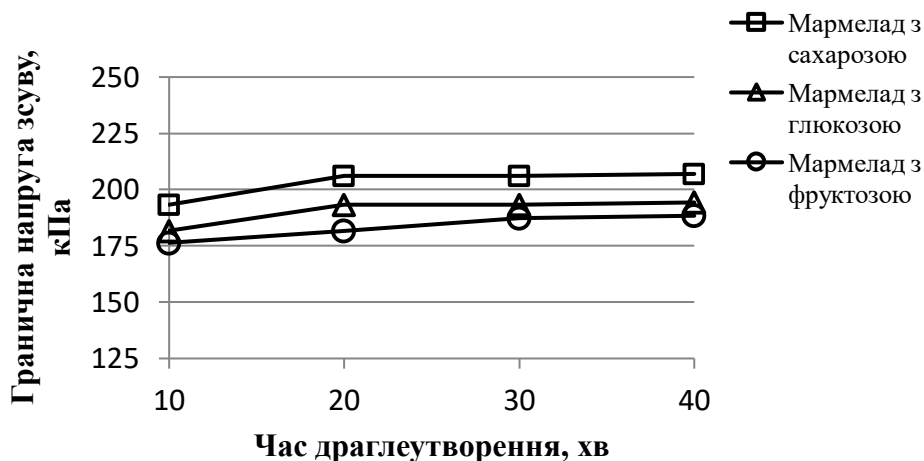


Рис. 8. Залежність напруги зсуву мармеладу на L-пектині від часу вистоювання

Джерело: розробка автора

Ідентичні залежності спостерігаються для к-каррагінану, а саме: міцність зразків на сахарозі більша за міцність зразків мармеладу на глюкозі і фруктозі (показник граничної напруги зсуву більший на 14,3 і 46 %, відповідно). Однак час драглеутворення скорочується удвічі порівняні з мармеладом на агарі і складає 60 хв.

Найменшим часом драглеутворення відрізняються зразки з пектином: для Н-пектину достатньо 20 хв для набуття постійної міцності, на L-пектині

– 20-30 хв, залежно від цукру. Залежності міцності структури мармеладу на Н-пектині відрізняються від залежностей, встановлених для інших полісахаридів. Серед зразків мармеладу на Н-пектині зразки з сахарозою мають, навпаки, найменшу міцність (гранична напруга зсуву складає 282,92 Па), а найвищу – зразки з фруктозою (гранична напруга зсуву складає 391,01 Па).

Таблиця 2

Показники структуроутворення мармеладу

Назва зразку	Гранична напруга зсуву, кПа		Час драглеутворення, хв	Швидкість драглеутворення, кПа/хв	Загальна деформація, %	Пружно/пластична деформація, %
	min	max				
Агар-сахароза-«Терновий»	343,66	391,01	120	0,53	9	66,67/33,33
Агар-глюкоза «Кизилловий»	261,75	292,82	120	0,26	27	55,56/44,44
Агар-фруктоза «Обліпиховий»	148,58	161,59	120	0,11	31	45,16/54,84
Каррагінан-сахароза «Кизилова насолода»	271,54	316,72	60	1,51	31	51,61/48,39
Каррагінан-глюкоза «Лісова слива»	243,71	271,54	60	0,46	35	51,43/48,57
Каррагінан-фруктоза «Обліпиховий вогник»	148,58	171,24	60	0,38	40	42,50/57,50
Н-пектин сахароза «Червоносмородиновий»	271,54	292,82	20	1,06	61	27,87/72,13
Н-пектин-глюкоза-«Сонячний»	329,78	358,44	20	1,43	75	28,00/72,00
Н-пектин-фруктоза «Чорносмородиновий»	358,44	391,01	20	1,63	80	31,25/68,75
Л-пектин-сахароза-«Полунічка»	181,77	193,31	20	0,63	81	28,40/71,60
Л-пектин -глюкоза «Малиновий»	193,31	205,98	20	0,58	85	25,88/74,12
Л-пектин-фруктоза «Ожиновий»	176,39	187,41	30	0,37	86	24,42/75,58

Джерело: розробка автора

Особливістю структуроутворення мас на L-пектині є подовження часу драглеутворення для зразка з фруктозою – на 10 хв у порівнянні з сахарозою і глюкозою. Гранична напруга зсуву зразка з сахарозою за остаточного

драглеутворення складає 205,98 Па, з глюкозою – 193,31 Па (на 6,2 % менше), з фруктозою – 187,41 Па (на 9,1 % менше).

За показниками, визначеними на пенетрометрі АП-4/1, розраховано пружно-пластичну деформацію зразків та їх співвідношення. Встановлено, що найбільш пружними властивостями відрізняється мармелад на агарі і к-каррагінані, на пектинах – характеризуються більшою пластичністю. Сенсорною оцінкою додатково підтверджено, що мармелад на пектинах має більш ніжну консистенцію і легше розжовується; мармелад на агарі і к-каррагінані має суттєво пружнішу консистенцію.

Висновки. Багатокомпонентна система, вид структуроутворювача, вид цукру та різні співвідношення впливають на різницю в параметрах технологічного процесу та потребують окремих, конкретних рекомендацій. Проведені дослідження дали підстави для внесення змін в технологічні схеми виробництва желейного формового мармеладу. Встановлені та рекомендовані наступні параметри: максимальна швидкість обертового руху під час перекачування; температура транспортування та темперування мас; тривалість охолодження та вистоювання готового мармеладу.

Література

1. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases. (2013). Geneva: World Health Organization. Взято з http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236_eng.pdf
2. Соловійова, О. Л. (2011). Удосконалення технології желейного мармеладу спеціального споживання: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Київ: НУХТ.
3. Аветісян, К. В. (2015). Удосконалення технології двошарового желейного мармеладу з використанням крохмальних сиропів: дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Одеса: ОНАХТ.

4. Грабовська, О.В., Ковалевська, Є.І (2009). Реологія харчових мас: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форми навч. Київ: НУХТ
5. Еркебаев, М. Ж., Кулажанов, Т. К., Медведков, Е. Б. (2006). Основы реологии пищевых продуктов. Алматы.
6. Косой, В. Д., Виноградов, Я. И., Малышев, А. Д. (2005). Инженерная реология биотехнологических сред. Санкт-Петербург.
7. Скобельская, З. Г., Горячева, Г. Н. (2002). Технология производства сахарных кондитерских изделий. Москва.
8. Дорохович А.М. (1996) Технологічні інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва, по виробництву мармеладу та пастильних виробів. Київ: Держхарчпром України ЗАТ «Укркондитер».
9. Камбулова, Ю.В., Матяс, Д.С., Маліновський, В.В. (2017). Реологічні показники мармеладних мас на агарі і каррагінані з різновидами цукрів. Продовольча індустрія АПК, 4.