

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ТА ФОРМ ЗВ'ЯЗКУ ВОЛОГИ У МАКАРОННОМУ ТІСТІ ІЗ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧАМИ

С. ПАЛИВОДА,
аспірант
В. ЮРЧАК,
доктор технічних наук,
професор
Національний університет
харчових технологій

Останнім часом в Україні гостро постало питання поліпшення якості макаронних виробів шляхом застосування поліпшувачів. Це зумовлено використанням для їх виготовлення хлібопекарського борошна, зниженням його якості, застосуванням недосконалих технологічних процесів, зокрема на малих підприємствах [3].

Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є застосування добавок структуроутворювальної дії, які при виготовленні макаронних виробів із

хлібопекарського борошна сприяють покращенню їх якості та варильних властивостей. Раніше проводилися дослідження впливу на якість макаронних виробів пектину, карбюлози, метилцелюлози, які є харчовими добавками вуглеводневої природи. Нині широкого застосування у різних галузях харчової промисловості набуло використання камедей рослинного походження, зокрема камеді гуара, дерева тара та рожкового дерева, які раніше в макаронному виробництві не використовувались.

Камеді є нейтральними полісахаридами, що складаються із (1,4)- β -глікозидно зв'язаних залишків манози, до яких 1,6-зв'язками через рівні інтервали приєднані бокові ланцюги із залишків α -D-галактози. Найбільшого поширення одержали галактоманани насіння двох видів рослин: гуара (*Cyamopsis tetragonolobus*), що росте в

Індії та Пакистані, і рожкового дерева (*Ceratonia siligua*), котре проізрастає на узбережжі Середземного моря: [камедь рожкового дерева (E410), гуарова камедь (E412)].

Розчинність галактомананів у воді та в'язкість розчинів залежить від особливостей їх будови. Відомо, що найбільшу розчинність має камедь гуара, розчиняючись у холодній воді. Найнижча розчинність та найменша в'язкість розчинів - у камеді рожкового дерева, котра розчиняється лише в гарячій воді. Проведеними нами дослідженнями встановлено позитивний вплив камедей рослинного походження на якість макаронних виробів та їх варильні властивості. Найкращі показники спостерігаються при дозуванні камедей у кількості 0,15% до маси борошна. Причому, найбільший вплив має камедь гуара.

Відомо, що ефективними поліпшувачами якості макаронних виробів є також поверхнево-активні речовини (ПАР). У 70-х роках минулого століття розроблені рекомендації з використання пропіленглікольмоностеарату та моногліцериду стеаринової кислоти для поліпшення якості макаронних виробів [3]. Останнім часом встановлено позитивний вплив лецитину на якість виробів із борошна з крихкою короткорваною клейковиною [1].

Зараз на ринку з'явилися нові ПАР вітчизняного виробництва НВП "Електрогазохім" - емульгатор Естер-П (складний ефір полігліцерину та вищих жирних кислот), тригліцерид стеаринової кислоти, сорбат тристеарат (складний ефір сорбітану з стеариною та пальмітиною кислотами), а також моностеарат гліцерину, ефективність використання яких доведена для кондитерського виробництва [2]. Нами встановлено, що дані ПАР сприяють зміцненню клейковини, надають тісту пластичності, за винятком моностеарату гліцерину. Останній можна рекомендувати для послаблення клейковини при переробленні борошна з міцною клейковиною.

Результати досліджень показують, що додавання цих ПАР при використанні борошна середньої якості впливає на міцність макаронних виробів, зокрема емульгатор Естер-П, тригліцерид стеаринової кислоти, сорбат тристеарат, сприяючи її зростанню. Під час їх використання покращуються варильні властивості макаронних виробів. За сукупністю впливу ПАР на показники якості макаронних виробів найбільш ефективними є емульгатор Естер-П та тригліцерид стеаринової кислоти.

Враховуючи позитивний вплив на якість макаронних виробів камедей рослинного походження та ПАР, проводили дослідження впливу сумішей цих добавок. У досліді використовували камедь гуара, яка має найбільший позитивний вплив, та вказані ПАР. Встановлено (табл. 1), що при засто-

суванні цих сумішей спостерігається покращення показників варильних властивостей і підвищення міцності макаронних виробів порівняно із використанням окремо камедей та ПАР. Це свідчить про наявність синергетичного ефекту при внесенні сумішей добавок. Найкраща якість досягається у разі використання камеді гуара з емульгатором Естер-П та тригліцеридом стеаринової кислоти.

Для обґрунтування оптимальних технологічних режимів приготування макаронних виробів при використанні камедей рослинного походження та ПАР важливо дослідити, як і дані добавки впливають на процес сушіння макаронних виробів і стан води в макаронному тісті. Кінетику сушіння макаронних виробів вивчали на сушильній установці за температури повітря 40-45 °С, швидкості повітря 1,6 м/хв. і відносної вологості - 50-60 %. За результатами вимірювання будували

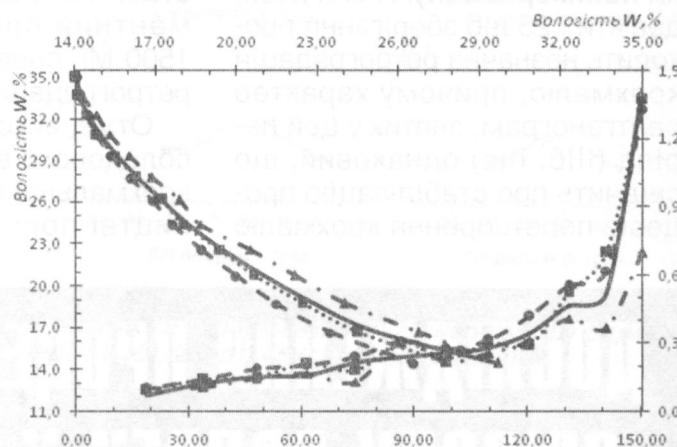


Рисунок 1. Криві сушіння та криві швидкості сушіння макаронних виробів (МВ) із внесенням камедей рослинного походження: 1 - контроль; 2 - МВ із додаванням 0,15 % камеді гуара; 3 - МВ із додаванням 0,15 % камеді тара; 4 - МВ із додаванням 0,15 % камеді рожкового дерева

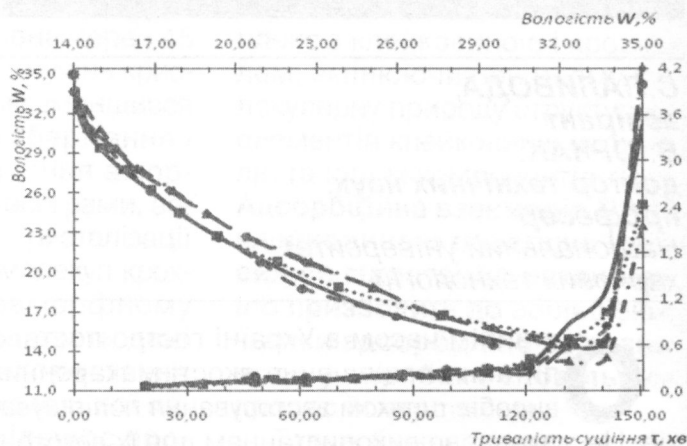


Рисунок 2. Криві сушіння та криві швидкості сушіння макаронних виробів із внесенням поверхнево-активних речовин: 1 - контроль; 2 - МВ із додаванням 0,3 % емульгатора Естер-П; 3 - МВ із додаванням 0,3 % тригліцериду стеаринової кислоти; 4 - МВ із додаванням 0,4 % сорбату тристеарату; 5 - МВ із додаванням 0,6 % моностеарату гліцерину

криві сушіння в координатах $W = f(\tau)$ та криві швидкості сушіння $dW/d\tau = f(W)$ (рис. 1-3). Вивчали вплив камедей рослинного походження на кінетику та динаміку сушіння, вплив емульгаторів Естер-П, тригліцериду стеаринової кислоти, сорбату тристеарату та моностеарату гліцерину, а також сумісний вплив камедей та ПАР.

Установлено (рис.1), що внесення камеді гуара істотно не впливає на швидкість видалення вологи, додавання камеді дерева тара дещо сповільнює процес сушіння порівняно з контролем. Лише камедь рожкового дерева призводить до прискорення процесу зневоднення. Використання ПАР (рис.2) та сумісне використання камеді гуара та ПАР (рис.3) практично не впливає на кінетику сушіння макаронних виробів. Внесення камеді гуара та сорбату тристеарату незначною мірою сповільнює швидкість видалення вологи.

Для пояснення закономірностей процесу зневоднення макаронних виробів вивчали форми зв'язку вологи у макаронному тісті за допомогою методу термогравиметрії [4]. Застосування його дає змогу диференціювати вологу, що знаходиться в тісті, за формами зв'язку і дати кількісну характеристику впливу досліджуваних добавок на стан вологи. Досліди проводили за допомогою дериватографа Q - 1000 в діапазоні температур 20 - 200 °С при швидкості нагрівання зразка масою 1,0 г 1,25 °С/хв. Вивчали зразки тіста з вологістю 35 % без добавок та із внесенням у кількості 0,15 і 0,25 % камедей гуара, дерева тара, рожкового дерева. Результати розшифрування дериватограм наведені в табл. 2.

Таблиця 1. Сукупний вплив камеді гуара та ПАР на якість та варильні властивості макаронних виробів

Показники	Контроль	Із внесенням 0,15% камеді гуара та ПАР			
		емульгатора "Естер-П" 0,3% до маси борошна	тригліцериду стеаринової кислоти 0,3% до маси борошна	сорбату тристеарату 0,5% до маси борошна	моностеарату гліцерину 0,6% до маси борошна
Органолептичні показники					
Готові вироби:					
- колір	світлий		світлий	світлий із жовтуватим відтінком	світлий, дещо темніший за контроль
- скловидність	скловидні	скловидні			
- наявність мікротріщин	практично відсутні				
- стан поверхні	гладенька	більш гладенька порівняно з контролем	більш гладенька порівняно з використанням емульгатора Естер-П		більш гладенька порівняно з контролем
Міцність, Н	3,2	4,3	4,9	3,9	4,0
Варильні властивості					
Коефіцієнт збільшення маси, K_m	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7
Коефіцієнт збільшення об'єму, K_v	2,3	2,3	2,6	2,4	2,3
Перехід сухих речовин у варильну воду, %	5,7	5,4	5,5	5,6	5,7

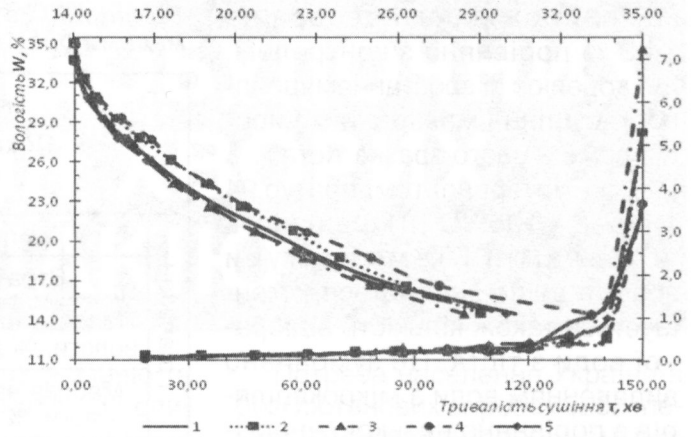


Рисунок . 3. Криві сушіння та криві швидкості сушіння макаронних виробів із внесенням поверхнево-активних речовин і камедей рослинного походження:
1 - контроль; 2 - МВ із додаванням 0,3 % емульгатора Естер-П та 0,15 % камеді гуара; 3 - МВ із додаванням 0,3% тригліцериду стеаринової кислоти та 0,15 % камеді гуара; 4 - МВ із додаванням 0,4 % сорбату тристеарату та 0,15 % камеді гуара; 5 - МВ із додаванням 0,6 % моностеарату гліцерину та 0,15 % камеді гуара

Аналіз кривих зміни температури (ТА) та зміни маси тіста (ТГ), а також їх похідних (ДТА і ДТГ) дає змогу виділити 4 температурних діапазони, які відрізняються швидкістю видалення вологи, що характеризує міцність її зв'язку з матеріалом. **На першому етапі сушіння в діапазоні температур 24 - 103 °С спостерігається значна втрата вологи (33 - 48 % від маси вологи в тісті).** Очевидно, в цьому інтервалі температур видаляється вільна волога й волога, що знаходиться в крупних макрокапілярах та іммобілізована вода. Вміст цієї вологи збільшується лише в зразку із внесенням

камеді рожкового дерева на 14,3 % порівняно з контролем, що корелює зі зростанням швидкості сушіння макаронних виробів саме з цього зразка тіста.

В інтервалі температур 94 - 105 °C (II) швидкість зміни температури зразків дещо знижується, зменшується також кількість відібраної води з тіста. Це зумовлено видаленням води з мікрокапілярів з порівняно низькою енергією зв'язку. На цьому етапі вилучається від 10 до 15 % вологи стосовно до загальної маси води в тісті. Кількість вологи в мікрокапілярах у всіх зразках практично однакова, лише в зразку із камеддю рожкового дерева - істотно зменшується щодо контролю. **Тобто, можна зробити висновок, що загальна кількість вологи макро- та мікрокапілярів у дослідних зразках майже не змінюється порівняно з контролем, проте в зразку з камеддю рожкового дерева більше міститься вологи макрокапілярів і менше - мікрокапілярів, що призводить до збільшення швидкості видалення вологи при сушінні.**

При нагріванні зразків тіста вище 100 °C на ДТА та ДТГ видно глибокий складний ендотермічний пік, який відповідає видаленню води в інтервалі температур 103-115 °C (III діапазон) і 110 - 138 °C (IV діапазон). Очевидно, в цих температурних інтервалах відбувається видалення вологи набухання (20 - 28 % від маси вологи в тісті) та вологи, яка зв'язана адсорбційно та має досить високу енергію зв'язку (15,4 - 15,6 % від маси вологи в тісті). **Аналіз дериваторам свідчить, що в зразках із камедями гуара та дерева тара зростає кількість осмотично зв'язаної вологи на 2,8 - 3,4 %.**

Як відомо, осмотично зв'язана вода досить важко видаляється з матеріалу, чим пояснюється деяке сповільнення процесу сушіння макаронних виробів з цими добавками. Адсорбційно зв'язана волога у даних зразках не змінюється порівняно з контролем. **У зразку із внесенням камеді рожкового дерева кількість осмотично зв'язаної вологи зменшується на 4,6 %, що корелює із збільшенням швидкості сушіння цього зразка. Отже, саме кількість осмотично зв'язаної води у зразках найбільшою мірою впливає на кінетику видалення вологи у другому періоді сушіння.**

Таблиця 2. Результати аналізу дериваторам макаронних виробів із камедями рослинного походження

Показники		Контроль	Зразки із внесенням 0,15% до маси борошна		
			камеді гуара	камеді тара	камеді рожкового дерева
I діапазон	Температура, °C	27 - 96	24 - 94	26 - 103	24 - 103
	Втрати маси, мг	118	116	118	168
	Масова частка видаленої вологи, % до маси СР тіста	18,2	17,8	18,2	25,8
	Масова частка видаленої вологи, % до маси вологи	33,7	33,2	33,7	48,0
II діапазон	Температура, °C	96-103	94-101	103-105	103-103
	Втрати маси, мг	48	52	42	34
	Масова частка видаленої вологи, % до маси СР тіста	7,4	8,0	6,5	5,2
	Масова частка видаленої вологи, % до маси вологи	13,7	14,9	12,0	9,7
III діапазон	Температура, °C	103-113	101-112	105-115	103-110
	Втрати маси, мг	86	98	96	70
	Масова частка видаленої вологи, % до маси СР тіста	13,2	15,1	14,8	10,8
	Масова частка видаленої вологи, % до маси вологи	24,6	28,0	27,4	20,0
IV діапазон	Температура, °C	113-137	112-136	115-138	110-138
	Втрати маси, мг	54	54	54	60
	Масова частка видаленої вологи, % до маси СР тіста	8,3	8,3	8,3	8,5
	Масова частка видаленої вологи, % до маси вологи	15,4	15,4	15,4	15,6

Таким чином, встановлено, що досліджувані добавки істотно не впливають на процес сушіння макаронних виробів. Деяке збільшення швидкості зневоднення макаронних виробів із камеддю рожкового дерева пояснюється збільшенням маси вологи макрокапілярів та зменшенням осмотично зв'язаної води. **Використання інших камедей практично не впливає на форми зв'язку вологи з матеріалом.**

Літературні джерела.

1. Левадна Т.І., Юрчак В.Г. Вплив соєвого лецитину на властивості тіста та макаронних виробів // Харч. пром-сть. - К.: УДУХТ, 2000. № 45. С. 49-55.
2. Роль емульгаторів і стабілізаторів при формуванні структури здобного печива. / В.Оболкіна, Н.Залевська, В.Дорохович, О.Шовгун // Зерно і хліб. 2004. - № 3. - С. 28-29.
3. Совершенствование технологии макаронного производства. / Берзина Н.И., Юрчак В.Г., Макаренко А.А., Евенко Ю.Н. - К.: Урожай, 1991. - 104с.
4. Юрчак В.Г., Левадна Т.І., Дегтярьов Л.С., Манк В.В. Перерозподіл води в макаронному тісті з антиоксидантами та його мікроструктура // Харч. пром-сть. - 2001. № 46. С. 65-69.