

Досліджено вплив мікробних полісахаридів ксампану та енносану на технологічні властивості пшеничного борошна. Встановлено, що в їх присутності укріплюється клейковина, підвищується пружність, знижується розтяжність, збільшується водопоглинальна здатність та стійкість тіста. Показано зміни властивостей крохмалю за додавання мікробних полісахаридів, зокрема раніше фіксується початок та кінець його клейстеризації, збільшується в'язкість борошняної суспензії

Ключові слова: пшеничне борошно, тісто, мікробні полісахариди, ксампан, енносан, клейковина, крохмаль, білок

Исследовано влияние микробных полисахаридов ксампана и энносана на технологические свойства пшеничной муки. Установлено, что в их присутствии укрепляется клейковина, повышается упругость, снижается растяжимость, увеличивается водопоглотительная способность и стойкость теста. Показано изменения свойств крахмала при добавлении микробных полисахаридов, в частности раньше фиксируется начало и конец его клейстеризации, увеличивается вязкость мучной суспензии

Ключевые слова: пшеничная мука, тесто, микробные полисахариды, ксампан, энносан, клейковина, крахмал, белок

ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

О. В. Самохвалова

Кандидат технічних наук, професор*

E-mail: sam-ov@mail.ru

Ю. О. Чернікова

Здобувач*

E-mail: smikalova@yahoo.com

С. Г. Олійник

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: 77os@mail.ru

К. Р. Касабова

Кандидат технічних наук, старший викладач*

E-mail: kas_kat@ukr.net

*Кафедра технології хліба, кондитерських,

макаронних виробів і харчоконцентратів

Харківський державний університет

харчування та торгівлі

вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

1. Вступ

Борошняні кондитерські та хлібобулочні виробі традиційно користуються високим попитом завдяки приємним зовнішньому вигляду, смаку та запаху, а також різноманітній текстурі. Проте вони не завжди за якістю і ціною повністю задовольняють сучасним вимогам споживачів. Це, в першу чергу, пояснюється нестабільними властивостями сировини, зокрема пшеничного борошна.

Одним з шляхів підвищення споживчих властивостей вітчизняних борошняних виробів і виведення їх на рівень конкурентоспроможної продукції є створення вискоєфективних технологій із застосуванням покращувачів, загусників, стабілізаторів консистенції тощо.

Останніми роками хлібопекарські підприємства галузі України переробляють значну кількість пшеничного борошна зі зниженими технологічними властивостями, зокрема з слабкою клейковиною, що, безумовно, не може не сказатися на якості продукції.

Відомо, що за кордоном у технології кондитерських виробів застосовується спеціальне борошно цільового призначення. У вітчизняній кондитерській промисловості використовується хлібопекарське борошно, якість якого не завжди дозволяє отримати виробі з необхідними структурно-механічними властивостями.

Якість випечених борошняних напівфабрикатів значною мірою залежить від властивостей білків

клейковини та крохмалю пшеничного борошна. Тому, впливаючи на стан цих біополімерів можливо регулювати структурно-механічні характеристики тіста та готових виробів.

Поширеним способом стабілізації властивостей борошна різної якості та гнучкого регулювання технологічного процесу є використання багатокомпонентних хлібопекарських поліпшувачів або добавок поліфункціональної дії, у тому числі полісахаридів, отриманих мікробним синтезом [1]. До основних переваг останніх можна віднести відносно невисоку вартість, стійкість властивостей навіть за жорстких режимів технологічної обробки.

Зважаючи на це, застосування мікробних полісахаридів для регулювання структури тіста та якості борошняних кондитерських та хлібобулочних виробів є актуальним.

2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

Продуктування полісахаридів за допомогою мікроорганізмів набуло важливого промислового значення ще у другій половині 20 століття [2]. Одним з перших і на сьогоднішній момент найбільш вивченим з них є ксампан, що продукується бактеріями *Xanthomonas campestris* [3]. Унікальні, багатогранні властивості зумовлюють його широке використання у технології різноманітних харчових продуктів у якості згущу-

вача [4], піноутворювача [5], драглеутворювача [6] та плівкоутворювача [7], стабілізатора емульсій [8] тощо. Ксантан внесений до переліку дозволених харчових добавок, у тому числі в Україні, під індексом E 415 [9]. Найважливішою функціональною характеристикою ксантану є здатність збільшувати в'язкість водних розчинів за малих концентрацій. Такі поліфункціональні властивості зумовлюють його застосування у якості стабілізатора складної полідисперсної системи, якою є борошняне тісто [10]. Присутність ксантану в тісті сприяє підвищенню його вологопоглинальної здатності [11] та стійкості [12], а також текстури випечених хлібобулочних виробів за рахунок його гідрофільних властивостей та взаємодії з гідроколідами борошна [11, 13]. Відомим також є той факт, що ксантан здатен затримувати процес черствіння борошняних виробів [14]. Дослідженнями останніх років показано роль ксантану у технології безглютенових виробів на основі рисового [15], кукурудзяного [16, 17], каштанового борошна [18] у якості ефективного структуроутворювача.

В Україні технологія ксантану розроблена фахівцями Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ (Україна, м. Київ), який у нашій країні вони випускаються під торговими марками «ксампан» [19]. Авторами [20] встановлено, що його введення в дріжджове тісто в кількості 0,1...0,5 % до маси борошна сприяє зміцненню клейковини, підвищенню її пружності і зниженню розтяжності. Оптимальними дозуваннями препарату в разі приготування тіста з слабокю борошна є 0,5 %, середнього за силою – 0,3 % та сильного – 0,1 % до маси борошна.

Вітчизняними фахівцями досліджувалися властивості і можливість застосування у хлібопекарському виробництві і мікробних полісахаридів, синтезованих іншими культурами мікроорганізмів, такими як *Micrococcus* sp., *Methylococcus thermophilus*, асоціаціями *Candida tropicalis* і *Acinetobacter* sp. [21], *Bacillus polymyxa* та *Acinetobacter* sp. [22]. Показано, що більшість з них сприяє підвищенню сили пшеничного борошна і укріпленню клейковини. Проте практичного застосування дані мікробні полісахариди не знаходять, оскільки не продукуються у промислових масштабах для харчової промисловості.

Відносно новим полісахаридом мікробного походження ксантанового типу є енпосан, що продукується бактеріями *Bacillus polymyxa*. Хоча він має близькі до ксампану будову та властивості, його технологічний потенціал до кінця не оцінений. Отже завдання вивчення його впливу на властивості пшеничного борошна у порівнянні з таким у ксампану, на наш погляд, є актуальним.

3. Мета та завдання статті

Метою досліджень, результати яких узагальнені у даній статті, є дослідження впливу мікробних полісахаридів ксампану та енпосану на технологічні властивості пшеничного борошна.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити вплив дослідних мікробних полісахаридів на властивості клейковини пшеничного борошна;

- визначити зміни структурно-механічних та фізичних характеристик тіста у їх присутності;
- дослідити вплив ксампану та енпосану на властивості крохмалю борошна.

4. Матеріали та методи досліджень

Визначали вплив добавок на кількість клейковини, її пружність, розтяжність, гідратаційну здатність за методами [23], фізичні властивості тіста з їх додаванням вивчали на альвеографі Шопена, а структурно-механічні – на фаринографі Брабендера. Зміни вуглеводно-амілазного комплексу борошна з дослідними добавками визначали за аналізом амілограм, отриманих на амілографі Брабендера. Для визначення здатності крохмалю до ретроградації використовували методику заморожування відтаювання крохмальної дисперсії за Ріхтером [24].

5. Дослідження впливу мікробних полісахаридів на властивості пшеничного борошна

Було проведено порівняльну оцінку впливу полісахаридів ксампану та енпосану на технологічні властивості клейковини борошна пшеничного вищого гатунку, яке найчастіше використовується у технологіях хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів. Дослідні мікробні полісахариди вносили у вигляді 1 %-го розчину в інтервалі дозувань 0,1...0,7 % до маси борошна. В якості контрольних служили зразки без добавок.

Результати досліджень впливу ксампану та енпосану на клейковину пшеничного борошна (табл. 1) свідчать, що додавання обох дослідних добавок до пшеничного борошна спричиняє близькі за характером зміни стану клейковини.

Таблиця 1

Вплив мікробних полісахаридів ксампану та енпосану на властивості клейковини пшеничного борошна (n=3, P<0,05)

Показники якості клейковини	Клейковина з додаванням мікробних полісахаридів, % до маси борошна								
	без добавок (контроль)	ксампану				енпосану			
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,1	0,3	0,5	0,7
Маса сирової клейковини, %	22,1	21,5	21,4	21,2	20,1	21,8	21,4	20,9	20,3
Гідратація, %	214	200	197	195	190	204	201	197	193
Розтяжність, см	14	12	11	9	8	13	12	10	9
Пружність на ІДК-1, од. пр.	88	83	78	75	72	85	81	78	74

Так, під дією дослідних МПС кількість сирової клейковини дещо зменшується. Це, вірогідно, пов'язано зі зниженням її гідратації, яка за додавання ксампану в

Таблиця 3

Вплив мікробних полісахаридів на властивості тіста за даними фаринограм (n=3, P≤0,05)

Зразки тіста з добавками	% заміни борошна	Значення показників				
		Водопоглинальна здатність, %	Час утворення тіста, τ·60 ⁻¹ , с	Еластичність, од. ф.	Стабільність, τ·60 ⁻¹ , с	Розрідження, од. ф.
Контроль (без добавки)		61,0	1,5	14	4,0	65,0
Ксампану	0,1	63,5	1,8	12	5,0	40,0
	0,3	66,0	2,2	11	6,5	25,0
	0,5	68,0	2,7	10	7,5	15,0
	0,7	70,0	3,2	9,5	8,0	10,0
Енпосану	0,1	62,5	1,7	13	4,5	45,0
	0,3	63,5	2,0	12	5,5	30,0
	0,5	67,0	2,6	10	7,5	20,0
	0,7	69,0	3,0	10	8,0	15,0

досліджуваному діапазоні дозувань зменшується на 6,5...11,2 %, а енпосану – на 4,7...9,8 %. Відомо, що такі зміни можуть відбуватися у результаті дегідратуючої дії мікробних полісахаридів на клейковинні білки за рахунок конкуруючого поглинання ними води. Також можливо, що частина білків, вступаючи у взаємодію з полісахаридами, не бере участі у формуванні клейковини.

Про «зміцнюючий» ефект мікробних полісахаридів свідчить також зниження розтяжності клейковини на 15,8...36 % і 10,5...31,5 %, і збільшення її пружності на 5...24 і 4...23 од. пр. відповідно.

Результати визначення фізичних властивостей тіста з ксампаном і енпосаном на альвеографі наведені в табл. 2. Слід зазначити, що експеримент з додаванням 0,7 % добавок провести не вдалося з причини надмірно високої в'язкості зразків тіста.

Таблиця 2

Вплив мікробних полісахаридів на фізичні властивості тіста за даними альвеограм (n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Контроль (без добавки)	Значення показників зразків борошна з додаванням мікробних полісахаридів, % до маси борошна					
		ксампану			енпосану		
		0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5
Пружність тіста (P), мм	90,0	95,0	105,0	114,0	98,0	110,0	120,0
Розтяжність тіста (L), мм	64,0	60,0	57,0	53,0	59,0	55,0	50,0
Відношення P/L	1,40	1,6	1,8	2,2	1,70	2,0	2,4
Питома робота деформації, W, 10 ⁻⁴ Дж/г	187,0	210	255,0	370,0	230	270,0	390,0

Внесення енпосану і ксампану в кількості 0,1...0,5 % до маси борошна порівняно з контролем сприяє підвищенню пружності тіста на 6,5...26,6 % і 7,2...27,5 %, а також зменшенню його розтяжності на 6,3...17,1 % і 7,8...21,9 % відповідно. Питома робота деформації у разі додавання обох МПС підвищується від 1,2...2,0 разів, причому в присутності енпосану дещо менше, ніж у присутності ксампану. Це можна пояснити як укріпленням клейковинного каркасу, так і «армуючою» дією гідратованих полісахаридних молекул.

Результати розшифровки фаринограм наведені в табл. 3.

Видно, що структурно-механічні властивості тіста під впливом дослідних мікробних полісахаридів суттєво покращуються. Водопоглинальна здатність підвищується за додавання ксампану та енпосану на 4,1...14,8 % та 3,0...13,1 % у порівнянні з контрольним зразком відповідно. При цьому спостерігається зростання часу його утворення у 1,2...2,1 і 1,1...2,0 разів відповідно, при цьому дещо зменшується показник еластичності тіста, а також спостерігається збільшення показнику стабільності та суттєве зниження показнику розрідження тіста порівняно з контролем, що також можна пояснити вищезазначеними змінами в системі.

Дані щодо впливу дослідних добавок на властивості крохмалю наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Вплив мікробних полісахаридів енпосану і ксампану на показники клейстеризації крохмалю в борошняній суспензії (n=3, P≤0,05)

Показники клейстеризації крохмалю	Контроль (без добавки)	Значення показників зразків з додаванням мікробних полісахаридів, % до маси борошна							
		ксампану				енпосану			
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,1	0,3	0,5	0,7
Час початку клейстеризації, τ·60 ⁻¹ , с	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	16,5	16,0	15,0	15,0
Час закінчення клейстеризації, τ·60 ⁻¹ , с	33,0	32,0	31,5	29,5	29,0	32,0	31,0	30,5	30,0
Температура початку клейстеризації, °C	52,0	51,0	50,0	49,5	49,0	51,5	50,5	50,0	49,5
Температура закінчення клейстеризації, °C	74,0	73,5	72,5	70,0	68,0	73,5	72,0	71,0	69,0
Максимальна в'язкість, од. ам.	760	890	920	1000	1030	880	910	950	980

Видно, що збільшення у борошняній суспензії вмісту обох мікробних полісахаридів від 0,1...0,7 % сприяє зниженню часу початку клейстеризації крохмалю десь на (0,5...2)·60 с, а кінця – на (1,0...4,0)·60 с відповідно. При цьому температура початку цього процесу знижується порівняно з контрольним зразком на 0,5...2,0 °C і а кінця – на 0,5...6,0 °C. Також відзначається зростання значень максимальної в'язкості борошняної суспензії: за додавання ксампану на 14,6...26,2 %, а енпосану на –

13,6...22,4 %. Отриманні дані співпадають з результатами досліджень впливу некрохмальних гідроколоїдів, у тому числі ксантану, на процес клейстеризації деяких видів крохмалю [16].

Також було проведено дослідження стійкості клейстеру пшеничного крохмалю в присутності обох препаратів, результати яких представлені у табл. 5. Для цього після досягнення максимуму в'язкості клейстерів їх нагрівали до температури 95 °С і витримували 15-60 с і визначали в'язкість (η_{min}). Після чого розраховували відносний коефіцієнт їх стійкості як відношення величин η_{min} до η_{max} . Наближення величини η_{min} до величини η_{max} свідчить про те, що крохмальний клейстер має більш стійку структуру. З представлених у таблиці даних видно, що присутність ксампану та енпосану в системі сприяє підвищенню його стійкості.

Таблиця 5

Вплив мікробних полісахаридів на стійкість крохмального клейстеру пшеничного борошна (n=3, P<0,05)

Кількість МПС, % до маси борошна	Максимальна в'язкість (η_{max}), од. ам.	В'язкість (η_{min}) при 95 °С, од. ам.	Відносний коефіцієнт стійкості ($k=\eta_{min}/\eta_{max}$)
Контроль (без добавок)			
0	1060	800	0,75
З ксампаном			
0,1	1090	875	0,80
0,3	1120	918	0,82
0,5	1200	1010	0,84
0,7	1230	1060	0,86
З енпосаном			
0,1	1080	853	0,79
0,3	1110	900	0,81
0,5	1150	955	0,83
0,7	1180	1000	0,85

Тобто зниження в'язкості борошняних суспензій за рахунок термічної і механічної дії у зразках з їх додаванням відбувається меншою мірою порівняно з контрольним зразком.

Про стабілізуючий вплив обох полісахаридів на властивості пшеничного крохмалю свідчать і дані щодо кількості води, виділеної після заморожування-розморожування клейстеру з добавками (рис. 1).

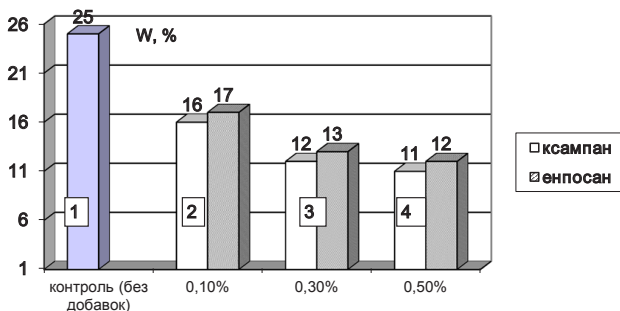


Рис. 1. Кількість води, що виділилася після розморожування крохмального клейстеру (W, %) з додаванням мікробних полісахаридів (% до маси крохмалю): 1 – контроль (без добавок), 2 – 0,1; 3 – 0,3; 4 – 0,5

Результати показують, що зразки з добавками після розморожування випресовують води менше на 12...50 %, ніж контрольний зразок.

6. Обговорення результатів дослідження на властивості пшеничного борошна

Аналіз і узагальнення отриманих експериментальних даних дозволяє доповнити систему знань про вплив мікробних полісахаридів на властивості клейковини, крохмалю та структурно-механічні властивості тіста з пшеничного борошна. Можна констатувати, що енпосан виявляє аналогічну дію на біополімери пшеничного борошна, як і ксампан, проте з дещо меншим ефектом. Отже, його можна рекомендувати для стабілізації структури борошняних тістових систем. Проте залишається не до кінця вивченим механізм впливу мікробних полісахаридів на властивості білків і крохмалю пшеничного борошна.

Для більш повної характеристики впливу дослідних полісахаридів на білково-протеїназний та вуглеводно-амілазний комплекси борошна у подальшому буде досліджено активності протеолітичних та амілолітичних ферментів у їх присутності, що обумовлюють інтенсивність технологічно значущих процесів формування структурно-механічних властивостей тіста і якість готових виробів.

7. Висновки

1. Встановлено, що енпосан, як і ксампан, у кількості 0,1...0,7 % до маси борошна надає укріплючої дії на клейковину пшеничного борошна, що виявляється у підвищенні її пружності та зниженню розтяжності. Проте вплив енпосану виражений дещо меншою мірою, ніж ксампану.

2. За внесення енпосану та ксампану у дослідному інтервалі дозувань суттєво покращуються структурно-механічні властивості тіста. Показано, що його пружність збільшується на 6,5...26,6 % і 7,2...27,5 %, а розтяжність зменшується 6,3...17,1 % і 7,8...21,9 %. Доведено, що водопоглинальна здатність тіста з добавками зростає на 4,1...14,8 та 3,0...13,1 %, а час утворення підвищується 1,2...2,1 і 1,1...2,0 разів відповідно, збільшуються також його міцності, стабільності та пружність.

3. Показано, що у присутності мікробних полісахаридів раніше фіксується початок та кінець клейстеризації крохмалю, збільшується в'язкість борошняної суспензії за додавання ксампану на 14,6...26,2 %, а енпосану на – 13,6...22,4 %. а також підвищується стійкість крохмального клейстеру під час термічної та механічної дії.

Література

1. Stacey, M. Polysaccharides of microorganisms [Text] / M. Stacey, S. A. Barker. – London: Oxford Univ. press, 1960. – 312 p.
2. Jeanes, A. Polysaccharide (xanthan) of Xanthomonas campestris NRRL B-1459; procedures of culture maintenance and polysaccharide production, purification

- and analysis [Text] / A. Jeanes, P. Rogovin, M. C. Cadmus et. al. – Agr. Res. Service. U. S. Department of Agriculture, North Central Region, 1976. – P. 1–14.
3. Jeanes, A. Applications of extracellular micro-bial polysaccharide-polyelectrolytes: Review of literature, including patents [Text] / A. Jeanes // Journal of Polymer Science: Polymer Symposia. – 1974. – Vol. 45, Issue 1. – P. 209–227. doi: 10.1002/polc.5070450118
 4. Грешнов, А. Г. Пищевые добавки фирмы The Nutro Sweet Kelco Company [Текст] / А. Г. Грешнов, А. Л. Взоров // Пищевая промышленность. – 1997. – № 11. – С. 68–71.
 5. Xie, Y. R. Effect of xanthan gum on enhance the foaming properties of soy protein isolate [Text] / Y. R. Xie // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 1998. – Vol. 75, Issue 6. – P. 729–732. doi: 10.1007/s11746-998-0214-5
 6. Самохвалова, О. В. Технологія желейної продукції з використанням мікробних полісахаридів [Текст] / О. В. Самохвалова, М. В. Артамонова, Г. М. Лисюк. – Харків: Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2010. – 109 с.
 7. Garcia-Ochoa, F. Xanthan gum: Production, recovery and properties [Text] / Garcia-Ochoa F., Santos V. E., Casas J. A., Gomez E. // Biotechnology Advances. – 2000. – Vol. 18, Issue 7. – P. 549–579. doi: 10.1016/S0734-9750(00)00050-1
 8. Drakos, A. Stability of Acidic Egg White Protein Emulsions Containing Xanthan Gum [Text] / A. Drakos, V. Kiosseoglou // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol. 54, Issue 26. – P. 164–169. doi: 10.1021/jf061306d
 9. Кочеткова, А. А. Пищевые гидроколлоиды: теоретические заметки [Текст] / А. А. Кочеткова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2000. – № 1. – С. 10–11.
 10. Sidhu, J. P. Dough characteristics and baking studies of wheat flour fortified with xanthan gum [Text] / J. P. Sidhu, A. S. Bawa // International Journal of Food Properties. – 2002. – Vol. 5, Issue 1. – P. 1–11. doi: 10.1081/jfp-120015588
 11. Linlaud, N. Hydrocolloid interaction with water, protein, and starch in wheat dough [Text] / N. Linlaud, E. Ferrer, M. C. Puppo, C. Ferrero // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2011. – Vol. 59, Issue 2. – P. 713–719. doi: 10.1021/jf1026197
 12. Rosell, C. M. Influence of hydrocolloids high rheology and bread quality [Text] / C. M. Rosell, J. A. Rojas, C. Benedito de Barber // Food Hydrocolloids. – 2001. – Vol. 15, Issue 1. – P. 75–81. doi: 10.1016/S0268-005X(00)00054-0
 13. Christianson, D. D. Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum and cellulose gum [Text] / D. D. Christianson, J. E. Hodge, D. Osborne, R. W. Detroy // Cereal Chem. – 1981. – Vol. 58, Issue 6. – P. 513–517.
 14. Guarda, A. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents [Text] / A. Guarda, C. M. Rosell, C. Benedito, M. J. Galotto // Food Hydrocolloids. – 2004. – Vol. 18, Issue 2. – P. 241–247. doi: 10.1016/S0268-005X(03)00080-8
 15. Lazaridou, A. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations [Text] / A. Lazaridou, D. Duta, M. Papageorgiou, N. Belc, C. G. Biliaderis // Journal of Food Engineering. – 2007. – Vol. 79, Issue 3. – P. 1033–1047. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032
 16. Gimeno, E. Effect of Xanthan Gum and CMC on the Structure and Texture of Corn Flour Pellets Expanded by Microwave Heating [Text] / E. Gimeno, C. I. Moraru, J. L. Kokini // Cereal Chemistry. – 2004. – Vol. 81, Issue 1. – P. 100–107. doi: 10.1094/cchem.2004.81.1.100
 17. Preichardt, L. D. The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients [Text] / L. D. Preichardt, C. T. Vendruscolo, M. A. Gularte, A. da S. Moreira // International Journal of Food Science & Technology. – 2011. – Vol. 46, Issue 12. – P. 2591–2597. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02788.x
 18. Moreira, R. Rheology of commercial chestnut flour doughs incorporated with gelling agents [Text] / R. Moreira, F. Chenlo, M. D. Torres // Food Hydrocolloids. – 2011. – Vol. 25, Issue 5. – P. 1361–1371. doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.12.015
 19. Гвоздяк, Р. И. Микробный полисахарид ксантан [Текст] / Р. И. Гвоздяк и др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 212 с.
 20. Самохвалова, О. В. Використання мікробних полісахаридів для поліпшення якості хліба [Текст] / О. В. Самохвалова // Хлебный бизнес. – 2013. – № 1 (8). – С. 40–41.
 21. Арсеньева, Л. Ю. Получение пищевых полисахаридов микробным синтезом и использование их в хлебопекарном производстве [Текст]: всесоюз. конф. тез. докл. / Л. Ю. Арсеньева, В. И. Дробот, В. Ф. Доценко и др. // Химия пищевых веществ. Свойства и использование биополимеров в пищевых продуктах. – Могилев, 1990. – С. 223.
 22. Дробот, В. І. Харчові добавки та їх функціональна роль у технологічному процесі [Текст] / В. І. Дробот // Хранение и переработка зерна. – 2003. – № 9. – С. 25–27.
 23. Дробот, В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв [Текст]: навч. посібник / В. І. Дробот. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
 24. Рихтер, М. Избранные методы исследования крахмала [Текст]: учебн. пособие / М. Рихтер, Э. Аугустман, Ф. Ширбаум. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 178 с.