

ту. Текстура подрібненої чуфи характеризується однорідністю, відсутністю твердих включень і високим ступенем полідисперсності.

Застосування запропонованих нами режимів обробки не супроводжується окисними і гідролітичними перетвореннями, про що свідчить несуттєва зміна жирнокислотного складу чуфи (таблиця 2). Масова частка найбільш лабільної ліноленової кислоти зменшується на 12,7 %. Значення показників якості жиру – перекисного, кислотного та йодного чисел практично не змінюються. Розроблений напівфабрикат з бульб чуфи може бути уведений до композиції страв для досягнення збалансованого складу за вмістом жирних кислот.

Таблиця 2

Дослідження зміни жирнокислотного складу чуфи (n = 3; P ≥ 0,95)

Перелік жирних кислот	Жирні кислоти, в % від суми жирних кислот	
	до обробки	після комбінованої обробки
Пальмітинова (16:0)	13,10	13,86
Стеаринова (18:0)	2,56	2,49
Олеїнова (18:1)	68,27	69,32
Лінолева (18:2)	10,68	11,63
Ліноленова (18:3)	1,10	0,96
Інші	4,29	1,74

У порівнянні з жирнокислотним складом оливкової олії, чуфа має високий вміст олеїнової і лінолевої кислот. А особливо важливим для харчової цінності чуфи є наявність в її складі ліноленової кислоти, яка відсутня в складі більшості продуктів.

Висновки: було встановлено можливість використання чуфи для збагачення продуктів харчування поліненасиченими жирними кислотами. Було розроблено комплексний двостадійний метод попередньої обробки чуфи з подальшим подрібненням, що дозволяє створити багатий на поліненасичені жирні кислоти продукт, який легко поєднується з різними стравами в сфері ресторанного господарства. Отже, введення чуфи до складу страв дає можливість скорегувати склад жирних кислот.

Література:

1. Рубина Т.В., Шеленга Т.В., Гаврилова В.А. Эколого-географическая изменчивость химического состава клубней *Cyperus esculentus* L. (чуфа). *Аграр. Россия*. 2009. №6. С. 35-39.
2. Belew M.F., Abodunrin O.A. Preparation of Kunnu from Unexploited Rich Food Source: Tiger Nut (*Cyperus esculentus*). *World J. Dairy Food Sci.* 2006. № 1(1). P. 19-21.
3. Bamishaiye E.I., Muhammad N.O., Bamishaiye O.M. Assessment of biological value of tiger nut (*Cyperus Esculentus*) tuber oil mealbased diet in rats. *Anal Biol. Res.* 2010. №1(4). P. 274-280.
4. Salau R.B., Ndamitso M.M., Paiko Y.B. Assessment of the proximate composition, food functionality and oil characterization of mixed varieties of *Cyperus esculentus* (tiger nut) rhizome flour. *Contin. J. Food Sci. Technol.* 2011. №6(2). P.13-19.

5. Top 10 Health Benefits of Tiger Nuts. Linda Nwadiwe. URL <https://buzzsouthafrica.com/health-benefits-eating-tiger-nuts> (дата звернення 05.09.2018).

6. Антипов С.Т., Соболев С.Н., Кармарев Д.Ю., Санина Т.В. Забутий чуфа. Новые перспективы. *Масложир. пром-сть*. 2009. №4. С. 40-41.

7. Sánchez-Zapata E., Fernández-López J., Pérez-Alvarez J.A. Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Commercialization: Health Aspects, Composition, Properties, and Food Applications. *Comprehensive Reviews Food Science Food Safety*. 2012. Vol.11. P. 366-377.

8. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2011 р. / М-во аграр. політики України, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Витяг станом на 15.04.11. Київ, 2011. 301 с.

9. Николаев О. Чуфа – земляной миндаль из семейства осоковых. *Первая крымская информ.-аналит. газета*. 2011. №365. С. 11. URL: <http://1k.com.ua/365/details/11/1> (дата звернення 05.09.2018).

10. Марушко Р.В., Тутченко Л.І., Шадрін О.Г.. Вплив пренатального забезпечення довго ланцюговими поліненасиченими жирними кислотами на стан здоров'я і розвиток дітей раннього віку. *Перинатология и педиатрия*. 2010. №1(41). С. 13-18.

11. Holman R.T. The slow discovery of the importance of omega-3 essential fatty acids in human health. *J. Nutr.* 1998. Vol. 128, № 2. P. 427S–433S.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛОЇДНИХ ПРОЦЕСІВ
ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Карпик Г. В.

кандидат технічних наук,

доцент кафедри харчової біотехнології і хімії

Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
м. Тернопіль, Україна

З кожним роком в світі зростає попит на харчові продукти, що містять незамінні природні компоненти. Одними з важливих функціональних речовин є харчові волокна, вживання яких є найбільш природним засобом профілактики та комплексної терапії захворювань травної системи [1, с. 41]. В пшеничному зерні харчові волокна знаходяться, в основному, в клітинних плівках периферійної частини зерна, зокрема, в оболонці та алейроновому шарі, які при помелі відділяються від зерна і відходять у висівки.

На даний час в Україні вузький асортимент макаронних виробів функціонального призначення. Ряд підприємств малої потужності виготовляють макаронні вироби з зерновими висівками, з оббивного борошна. Їх виробництво ускладнюється необхідністю забезпечення високих варильних властивостей продукції. Наукове обґрунтування технології виготовлення макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами, потребує ряду досліджень, серед

яких важливим є вивчення процесів, що відбуваються під час замішування тіста.

Макаронне тісто є складною дисперсною системою. Воно має специфічну структуру завдяки колоїдним речовинам борошна та додаткової сировини. Важливими складовими клітинних стінок злакових культур є целюлоза, геміцелюлози, лігнін. Висівки відзначаються значною крупністю (середній розмір гранул становить 360 мкм) та мають капілярну структуру. Їх висока гідрофільна здатність може впливати на структурно-механічні властивості тіста та показники якості клейковини [2, с. 49; 3, с. 26-27; 4, с. 10].

В роботі ставили завдання визначити хімічний склад сировини, оскільки дані показники обумовлюють водопоглинальну здатність її, відповідно, реологічні властивості тіста. В суміші пшеничного борошна другого сорту і висівок досліджували стан білково-протеїназного комплексу, а саме: визначали кількість клейковини та основні показники її якості. Визначення сили борошна, водопоглинальної здатності та структурно-механічних властивостей тіста проводили за допомогою фаринографа фірми «Брабендер» (Швеція). Дозування висівок складало 10 %, 15 %, 20 % до маси борошна. Для контролю використовували борошно другого сорту.

Результати визначення хімічного складу досліджуваної сировини свідчать, що загальний вміст харчових волокон у пшеничних висівках в 8,2 рази більший за їх вміст у борошні другого сорту (4,69%) і становить відповідно 38,39 % до СР. При цьому висівки мають високий вміст целюлози та геміцелюлоз – відповідно 6,12 % та 30,87 % до СР. Збільшується, порівняно з борошном другого сорту, вміст білка та жиру.

Таблиця 1

Хімічний склад сировини для виготовлення макаронних виробів

Сировина	Білки	Жири	Вуглеводи	Харчові волокна		
				целюлоза	геміцелюлози	лігнін
				% до СР		
	грам/100г продукту					
Борошно пшеничне в/с	10,3	0,9	74,2	0,02	0,07	-
Борошно пшеничне II с	10,9	1,6	68,4	0,83	3,76	0,10
Висівки пшеничні	14,6	3,8	52,7	6,12	30,87	1,40

Нааявність в сировині значної кількості гідрофільних і гідрофобних речовин будуть визначати сорбційні властивості напівфабрикатів та готових виробів.

Вирішальний вплив на реологічні властивості тіста спричиняють білки, при цьому суттєве значення має кількість та якість клейковини. Як свідчать результати досліджень (табл. 2), дозування висівок в кількості 10 %...20 % призводить до зростання кількості відмитої сирої клейковини з 27,2 % (в контрольному зразку) до 28,5 %...29,9 % відповідно. При цьому спостерігається включення висівкових часточок у клейковинну масу. Кількість сухої клейковини відносно контролю також збільшується на 0,3 – 0,6 %.

Таблиця 2

Характеристика клейковини пшеничного борошна та суміші його з висівками

Показник	Борошно другого сорту	Суміш борошна другого сорту і пшеничних висівок, % до маси борошна		
		10	15	20
Вміст сирої клейковини, %	27,2±0,5	28,5±0,5	29,4±0,5	29,9±0,5
Вміст сухої клейковини, %	10,1±0,1	10,4±0,1	10,6±0,1	10,7±0,1
ИДК, од.пр.	47±2	47±2	43±2	40±2
Гідратаційна здатність, %	170±2	173±2	176±2	180±2
Розтяжність, см	13±1	13±1	11±1	10±1

Гідратаційна здатність клейковини у тісті з висівками збільшується на 3 – 10 % і становить 173 – 180 % порівняно з 170 % для контрольного зразка. При цьому спостерігається зростання пружності клейковини та зменшення розтяжності, що свідчить про її укріплення. Ймовірно, за рахунок високих гідрофільних властивостей висівок, які включені в клейковину, зростає її гідратаційна здатність. З іншого боку, саме вони спричиняють збільшення пружності та зниження розтяжності клейковини.

Таблиця 3

Вплив дозування висівок на показники фаринограм

Показники	Борошно пшеничне II с	Борошно II с та пшеничні висівки, % до маси борошна	
		10	20
ВПЗ, см ³ /100г	60,2	63,2	66,6
Час утворення тіста, хв	2,0	2,5	5,0
Стійкість, хв	0,5	2,5	3,0
Розрідження тіста, од. фаринографа	70	60	50
Пружність, од. фаринографа	140	120	100
Сила борошна по Брабендеру, од. приладу	46	54	63

Як свідчать результати розшифрування фаринограм (табл. 3), висівки збільшують водопоглинальну здатність тіста в порівнянні з контролем. Їх введення в кількості 10 % і 20 % підвищує водопоглинальну здатність на 5 % та 10,6 % по відношенню до контролю.

Збільшення дозування висівок призводить до зростання часу утворення тіста, що буде потребувати тривалішого замішування для рівномірного розподілу вологи. Пружність тіста зменшується на 20 – 40 од. фаринограми. Але розрідження тіста відбувається повільніше та знижується на 10 – 20 од. приладу.

Сила борошна по Брабендеру для тіста з 10 % та 20 % висівок збільшується на 8 і 17 од. фаринограми.

Таким чином, дослідження механізму впливу різного дозування висівок на білково-протеїназний комплекс борошна свідчить про підвищення вмісту енергії й сухої клейковини порівняно з контролем, зростання її гідратаційної здатності та одночасне збільшення пружності та зниження розтяжності.

Вивчення властивостей тіста за допомогою фаринографа показало, що підвищена водопоглинальна здатність висівок призводить до зростання водопоглинання в тісті, що в подальшому потребуватиме збільшення його вологості. Тісто з висівками менш пружне та на його заміс потрібно затратити більше часу.

Література:

1. Капрельянц Л. В., Іоргачова К. Г. Функціональні продукти. Одеса: Друк, 2003. 312 с.
2. Карпик Г. В., Шелест Н. О., Юрчак В. Г. Технологічна характеристика висівок різної дисперсності та їхній вплив на якість макаронних виробів. *Хранение и переработка зерна*. Днепропетровск, № 8. 2013. С. 48–50.
3. Козлов Г. Ф., Сорочан Д. В. Влияние гемицеллюлоз отрубей на хлебопекарные свойства пшеничной муки. *Хлебопекарная и кондитерская промышленность*. 1987. № 8. С. 25–27.
4. Влияние метилцеллюлозы на качество теста и макарон / Рыскина И. И. и др. *Пищевая промышленность*. 1994. № 1. С. 9–10.

CAVITATION LIQUID EXTRACTION OF ORGANIC SUBSTANCES

Litvinenko A. A.

*Doctor of Technical Sciences, Professor
The National University of Food Technologies*

Kadomskiy S. V.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
The National University of Food Technologies*

Boyko Yu. I.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
The National University of Food Technologies*

Pashchenko B. S.

*assistant
The National University of Food Technologies*

Shtefan E. V.

*Doctor of Technical Sciences, Full Professor
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute
Kyiv, Ukraine*

The principal and most lengthy process in existing production technologies for biologically active substances-based preparations is a liquid extraction, effected at a mechanical stirring of a preliminary ground raw material in an extragent. The traditional technology, however, fails to provide a complete enough extraction of components being extracted, and therefore improving the process of liquid extraction of organic substances is aimed at increasing the degree of extraction of the components from the raw material being processed and shortening the process time [1].

One of the most promising ways for solving these problems is to utilize the erosional effect of the hydrodynamic cavitation. It's dispersing effect results from action of numerous force impacts of collapsing cavitation bubbles on the medium being processed and associated physico-mechanical effects which instantaneously break down the cellular structure of the raw material [2].

This process has been effectively implemented in production equipment of a new type: Hydrodynamic Cavitation Apparatus (HCA), where the medium under processing is intermittently or continuously acted upon by hydrodynamic cavitation, purposefully generated in the production flow. The medium is fed by a pump to the HCA, where it passes through a zone of cavitation excited by a cavitator. The governing effect on the efficiency of extraction is exerted by design features of the HCA, parameters of the process, and physico-chemical properties of the raw material.

Processes in the HCA are based on using hydrodynamic cavitation and connected with physical and mechanical effects (shock waves, cumulation, self-excited oscillation, vibroturbolization, straightened diffusion) arising at a collapse of cavitation bubbles. The volume concentration of the cavitation bubbles in devices reaches the value of the order of $1 \dots 10^{10} \text{ l/m}^3$. At the collapse of each small bubble pressure pulses reaching 103 MPa are initiated. Such high shock wave pulses with the volume of concentration of bubbles in the operating HCA zone being high make the specific power fed to the unit of volume equal to $10^4 \dots 10^5 \text{ kw/m}^3$. It is several orders higher than the specific power released during the processing of the technological media in ultrasound devices, disintegrators, vortex layer devices. Such an influence results in formation of conditions for occurrence of hydromechanical, physical and chemical processes which are hampered or impossible under ordinary conditions. In addition, a vacuum space with a pressure ranging from 4 to 10 kPa is created in the HCA various liquid and gaseous components immediately to the device.

The HCA advantages are as follows. Increased output: a high carrying capacity helps to reduce mixing process 3...10 fold. Low power rate: at the expense of the local power concentration in the flow. Reaction course acceleration: at the expense of an increase of interphase surfaces the course of the mass transfer processes and chemical reactions is accelerated 2...10 fold. Production quality improvement: essential saving of reagents, emulsifiers, stabilizers and other admixtures. Long service life: at the expense of a simple construction and absence of moving parts. Minimum of working areas: at the expense of installation immediately on technological pipe lines. All-purpose character of employment: at the expense of a constructive version facilitating its maintenance. The processing may be exercised both periodically and continuously.