

робництва дієтичних бізбілкових і безглютоєвих хлібобулочних виробів Для кращого тістоутворення у безбілковій тістовій системі доведено доцільність внесення кантану. Рекомендовано внесення добавки в концентрації 0,3% до маси крохмалю та подальше збільшення чи зменшення її кількості є небажаним.

Список літератури

1. Фенілкетонурія. Клініка, діагностика, лікування [Текст] : методичні рекомендації для фахівців / О. Я. Гречанина [та ін.]. – Київ ; Харків, 2001. – С. 13.
2. Інформаційний портал та он-лайн магазин [Електронний ресурс]. – Електронні текстові дані (560 байт). – Режим доступу: <<http://www.myspecialdiet.com>>.
3. Губская, Е. Ю. Целиакия: новая старая проблема [Текст] / Е. Ю. Губская, О. А. Наумова. // Здоров'я України. – 2008. – 7 апр.
4. Продукція дієтичного спрямування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://www.mygeneticdiet.ru>>.
5. Кучерук, З. І. Вплив кантану на пористість дієтичного безбілкового хліба [Текст] / З. І. Кучерук, Г. М. Лисюк, Я. В. Свіридов // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі : зб. наук. праць / Харківський держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – С. 46–49.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.
© З.І. Кучерук, О.С. Луньова, 2009.

УДК 640.4:641.8.5.85/86

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук (*ХДУХТ, Харків*)

Н.В. Дібрівська (*ПУСКУ, Полтава*)

В.В. Погарська, канд. техн. наук (*ХДУХТ, Харків*)

В.В. Яницький, канд. техн. наук (*Департамент харчової промисловості Мінагрополітики України, Київ*)

В.А. Афанасьєва, канд. техн. наук (*ХДУХТ, Харків*)

Т.В. Крячко (*ХДУХТ, Харків*)

АКТИВАЦІЯ РОСЛИННИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА БІОПОЛІМЕРІВ ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб активації біологічно активних речовин та біополімерів плодової сировини (дикорослих ягід) під час попередньої обробки у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля (магнітної складової, перемішування та подрібнення) в апараті ВА-100, що проявляється у більш повному вищудженні БАР із зв'язаного

стану з біополімерами у вільний і деструкції біополімерів: пектинових речовин, целюлози, білка – трансформації в розчинну форму.

Научно обоснован и разработан новый способ активации биологически активных веществ и биополимеров плодового сырья (дикорастущих ягод) при предыдущей обработке в вихревом слое ферромагнитных частиц сменного электромагнитного поля (магнитной составляющей, перемешивание и измельчение) в аппарате ВА-100, которая проявляется в более полном изъятии БАВ из связанного состояния с биополимерами в свободное и деструкции биополимеров: пектиновых веществ, целлюлозы, белка – трансформации в растворимую форму.

The new way of activation of biologically active substances and biopolymers of fruit raw materials (wild-growing berries) is scientifically proved and developed at the previous processing in a vortical layer of ferromagnetic particles of a replaceable electromagnetic field (by a magnetic component, hashing and crushing) in device VA-100 which is shown in fuller withdrawal BAS from the connected condition with biopolymers in free and destruction biopolymers: pectinaceous substances, cellulose, fiber - and transformation in the soluble form.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Однією з головних умов функціонування організму людини у відповідності до теорії раціонального та збалансованого харчування, яка прийнята в міжнародній практиці, є обов'язкова наявність у раціоні харчування біологічно активних речовин (БАР), таких, як вітаміни, фенольні сполуки, каротиноїди та ін. Основним їх джерелом є плоди, овочі, продукти їх переробки та функціональні продукти з їх використанням. Але споживання фруктів населенням України вдвічі нижче рекомендованої норми; консервованою вітчизняною плодоовочевою продукцією населення забезпечено на 20%, у тому числі напівфабрикатами для підприємств ресторанного господарства лише на 0,5%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливе місце серед рослинної сировини, яка містить значну кількість БАР, займають дикорослі ягоди – натуральні вітаміноносії, для яких характерні різні лікувально-профілактичні властивості. У даний час в Україні є можливість їх заготовляти до 1 млн тонн на рік, проте фактично заготівля дикорослих ягід складає близько 20 тис. тонн, тобто їх потенціал використовується недостатньо. Серед продуктів із фруктів та ягід важливе місце посідають пастоподібні добавки – напівфабрикати в формі паст, пюре, які відносяться до функціональних продуктів. Вони є незамінними натуральними збагачувачами різними БАР, структуроутворювачами та барвниками для харчових продуктів, у тому числі для солодких страв. Однак в Україні спостерігається їх дефіцит. Більш широке

їх використання у виготовленні різних харчових продуктів стримується недостатністю відомостей про їх хімічний склад, технологічні властивості, а також відсутністю технологій і обладнання для їх виробництва. У цей час у всьому світі стоїть проблема збереження БАР, зокрема антоціанових пігментів, L-аскорбінової кислоти тощо під час переробки фруктів, ягід, у тому числі дикорослих. Труднощі під час переробки дикорослих ягід (чорної бузини, чорноплідної горобини, калини та ін.) у пастоподібні добавки, напівфабрикати і соки зумовлені більш щільною морфологічною структурою, ніж у традиційної сировини (твердішою оболонкою, зниженою соковіддачею, більшою кількістю протопектину, ніж водорозчинного пектину) та специфічним смаком і ароматом тощо. У зв'язку з цим, актуальною є розробка технологій функціональних добавок у формі пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід, які б максимально зберігали БАР вихідної сировини. Під час отримання пастоподібних добавок використовують такий технологічний прийом, як бланшування, яке призводить до втрат БАР від 20 до 40%. Відомо, що одним із прогресивних методів обробки харчової сировини є електрофізичні методи обробки (ультразвук, електромагнітна обробка та ін.), які застосовуються з метою інтенсифікації різних процесів виробництва. Перспективною є обробка харчових продуктів у вихровому шарі феромагнітних часток (ВШФЧ) змінного електромагнітного поля (ЕМП). Проте в науковій літературі практично відсутні дані з її використання під час переробки плодів та одержання пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід (ДЯ).

Вітчизняна промисловість випускає апарати (ВА-100, АВС-100), які використовують принципи електромагнітної обробки різних харчових систем у ВШФЧ. Їх застосовують в Україні для інтенсифікації різних технологічних процесів у харчових технологіях при одержанні емульсій у виробництві майонезу, соусів, а також при виробництві пива, для активації дріжджів у виробництві хлібобулочних виробів, для механодеструкції різних харчових систем.

Нами під попередньої обробки дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля в апараті ВА-100, що супроводжується процесами механодеструкції, був виявлений ефект активації біологічно активних речовин та біополімерів (пектинових речовин, целюлози, білка), що дозволило розробити новий спосіб переробки ягід у пастоподібні добавки з високим вмістом БАР.

У зв'язку з цим актуальним є використання апарата ВА-100 для попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ ЕМП із метою максимального збереження БАР і виключення стадії бланшування, розробки

технології функціональних пастоподібних напівфабрикатів із ДЯ з високим вмістом БАР та желейних страв на їх основі на підприємствах ресторанного господарства.

Мета і завдання статті. Метою роботи є розробка науково-обґрунтованої технології отримання функціональних добавок – напівфабрикатів із дикорослих ягід із використанням фізичних методів шляхом комплексної обробки у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля та механодеструкції, виявлення закономірності їх впливу на біологічно активні речовини та біополімери.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роботі наведено результати хімічних, фізико-хімічних, спектроскопічних, мікробіологічних досліджень, які є науковою основою під час розробки технології пастоподібних напівфабрикатів добавок із ДЯ (чорної бузини, чорноплідної горобини, калини) з попередньою обробкою ДЯ з використанням фізичних методів у ВШФЧ змінного електромагнітного поля замість бланшування.

Головним завданням було зберегти антоціанові барвні речовини, L-аскорбінову кислоту та інші БАР. Відомо, що це найлабільніші речовини ягід при дії на них різних факторів при їх переробці та служать основним критерієм оцінки якості рослинних продуктів. Їх втрати можуть складати від 20 до 80%. Нова технологія отримання пастоподібних напівфабрикатів із ДЯ відрізняється використанням обробки ягід у ВШФЧ ЕМП та виключення стадії бланшування. Відомо, що під час переробки у пастоподібні продукти ягоди, бланшують гострою парою, подрібнюють. При цьому спостерігаються значні втрати БАР, особливо відбувається ферментативне окислення L-аскорбінової кислоти та фенольних сполук. У зв'язку з цим, завданням роботи було виявлення закономірностей ферментативного окислення L-аскорбінової кислоти та барвних антоціанових речовин і утворення темнозабарвлених речовин – продуктів окислення фенольних сполук під час бланшування та подрібнення ягід для подальшого отримання пастоподібних напівфабрикатів. Показано, що після подрібнення свіжих ягід бузини чорної, калини, чорноплідної горобини через 15...60 с відбувається ферментативне окислення і руйнування L-аскорбінової кислоти від 15 до 20% і паралельно відбувається утворення темнозабарвлених продуктів невідомої природи – 11,0...18,0%. Показано, що при бланшуванні гострим паром дикорослих ягід втрати L-аскорбінової кислоти протягом 3...60 с складають 10...15%, протягом 5...60 с – 20...25%. Втрати антоціанових пігментів більші ніж L-аскорбінової кислоти (протягом 3...60 с – 18...25%, протягом 5...60 с – 25...32%). У зв'язку з цим, вико-

ристано обробку у ВШФЧ ЕМП в апараті ВА-100 в новій технології для інактивації окислювальних ферментів дикорослих ягід. Доведено, що ягоди в апараті ВА-100 доцільно обробляти протягом 55...60 с при величині магнітної індукції 0,13 Тл, щоб повністю зберегти БАР.

Установлено, що обробка і подрібнення у ВШФЧ ЕМП дикорослих ягід не тільки інактивує окислювальні ферменти, але призводить до більш повного вилучення із ягід біологічно активних речовин (рис. 1). Так, масова частка антоціанів збільшується на 28...32%, флавонолових глікозидів на 27...37%, катехинів на 30...36%, L-аскорбінової кислоти на 12...18% по відношенню до вихідної сировини.

Ці закономірності підтверджено за допомогою спектрів поглинання антоціанових барвних речовин, катехинів, флавонолових глікозидів (рис. 2). Показано, що спектральні криві фенольних сполук мають три максимуми при довжині хвиль $\lambda=540...550$, $\lambda=270...280$ і $\lambda=340...350$ нм, які відповідають відповідно спектрам поглинання антоціанів, катехинів і флавонолових глікозидів.

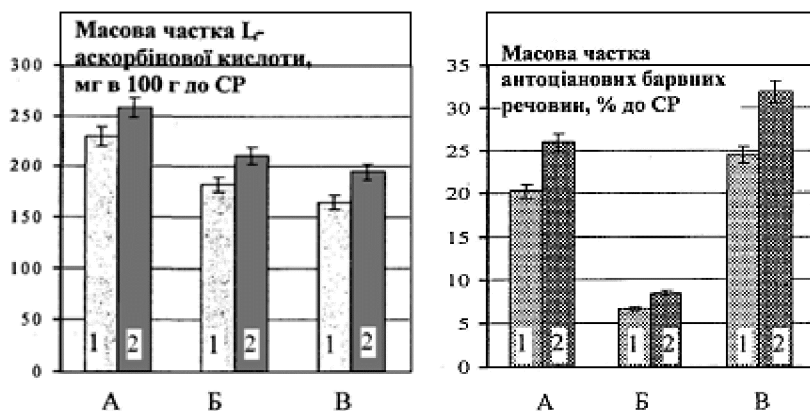


Рисунок 1 – Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ ЕМП в апараті ВА-100 на вміст L-аскорбінової кислоти, антоціанових барвних речовин під час одержання пастоподібних напівфабрикатів із чорноплідної горобини (А), калини (Б), чорної бузини (В), де: 1 - свіжі ягоди; 2 - ягоди оброблені у ВШФЧ

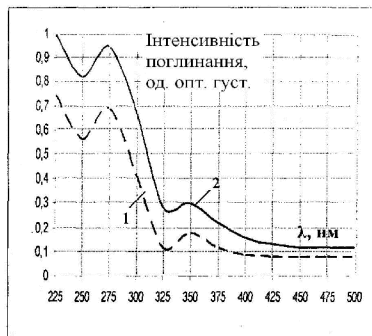
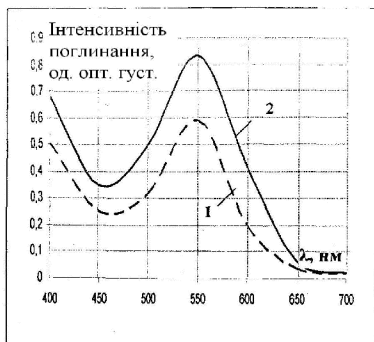


Рисунок 2 – Спектри поглинання антоціанів ($\lambda=540\text{...}550$ нм), катехинів ($\lambda=270\text{...}280$ нм), флавонолових глікозидів ($\lambda=340\text{--}350$ нм) пастоподібних функціональних напівфабрикатів з чорної бузини: 1 – свіжі ягоди, 2 – ягоди, оброблені у ВШФЧ змінного електромагнітного поля

Показано (рис. 2), що форма спектрів вище перерахованих речовин свіжих ягід і оброблених у ВШФЧ ЕМП однакова, а інтенсивність і оптична густина вища в екстрактах, які оброблені у ВШФЧ ЕМП.

Це свідчить про підвищене вилучення БАР у розчин із дикорослих ягід, попередньо оброблених у ВШФЧ, а також про інактивацію окислювальних ферментів. Механізм цього процесу пов'язаний з тим, що під час обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля відбувається активація БАР рослинної сировини за рахунок комплексної дії, механоактивація, яка приводить до механоактивації, а також поляризації, зміщення зв'язаних електронів в атомах та атомів у молекулах, а також внутрішньомолекулярної і міжмолекулярної перебудови, суттєвої орієнтації диполів води в одному напрямку, що приводить до значних пошкоджень, та паралельно відбувається механокренінг, який приводить до більш повного вилучення БАР і переходу їх із зв'язаного стану з біополімерами в вільний, тобто дозволяє повніше використати біологічний потенціал сировини.

Паралельно вивчали вплив обробки у ВШФЧ ЕМП на біополімери такі, як пектинові речовини, для яких характерні желеутворювальні властивості. Але відомо, що в ягодах вони знаходяться в неактивній формі – зшитий пектин. Існують різні способи активації пектинових речовин із метою їх трансформації в розчинну метоксильну форму для посилення їх желеутворювальних властивостей у разі використання як наповнювачів під час виготовлення різних харчових продуктів. Відомо, що розчинність пектинів визначається величиною метоксильної складової, а зшитий пектин - протопектин, здатний до обмеженого на-

брюкання у воді. Уперше встановлено, що під час обробки ДЯ у ВШФЧ відбувається суттєва активація пектинових речовин, деградація, деструкція та трансформація протопектину (30...40%) у розчинний пектин (його кількість зростає на 50...92% відносно до вихідного розчинного пектину) і галактуранову кислоту за рахунок неферментативного руйнування водневих та іонних зв'язків у протопектині і виявляється в суттєвому зростанні органічних кислот (39...50%) за рахунок вільних карбоксильних груп галактуранової кислоти, що мають кислу реакцію (рис. 3).

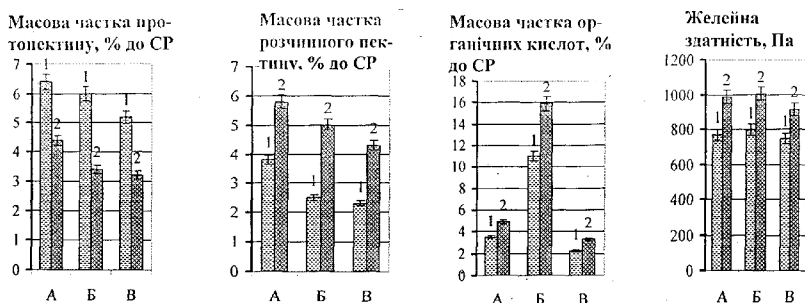
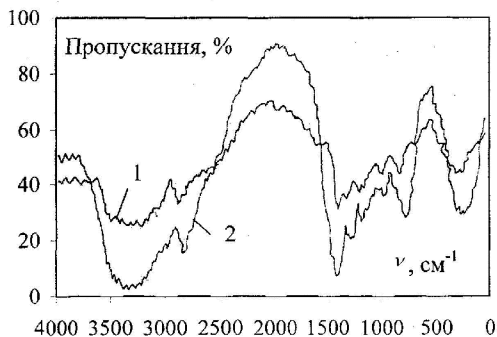


Рисунок 3 – Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ на деструкцію і трансформацію протопектину, розчинного пектину, вміст органічних кислот та желейну здатність під час одержання ПФН з чорної бузини (А), калини (Б), горобини чорноплідної (В): 1 – традиційний спосіб, 2 – після обробки у ВШФЧ

Показано також, що під час попередньої обробки ДЯ у ВШФЧ відбувається суттєва деструкція целюлози і кількісне її зменшення на 8...12% та збільшення загальної кількості цукрів на 10...12%, желейної здатності – на 25...30%, що є позитивним моментом при використанні напівфабрикатів під час виготовлення желейних страв.

Покращення якості пастоподібних напівфабрикатів із ДЯ, оброблених у ВШФЧ змінного ЕМП, а також підтвердження механізму його впливу на збереження і трансформацію низькомолекулярних БАР і деструкцію комплексів біополімерів з БАР, які знаходяться у зв'язаному стані, було доповнено результатами вимірів ІЧ-спектрів. Під час порівняння ІЧ-спектрів ягід бузини чорної свіжих і оброблених в ВШФЧ виявлені суттєві відмінності в ІЧ-спектрах вихідних ягід та оброблених у ВШФЧ (рис. 4).



Валентні коливання груп, cm^{-1}	
ОН	NH
3645...2500	3500...3300
Валентні коливання груп, cm^{-1}	
СН	S-H
3350...2850	2600...2550
Валентні коливання груп, cm^{-1}	
C=O	C-O-
1750...1720	1300...1000
Валентні коливання груп, cm^{-1}	
COOH	S=S
1750...1700	50...4500
Валентні коливання груп, cm^{-1}	
C=N	CH ₂
1230...1030	1470...1355

Рисунок 4 – Вплив обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на ІЧ-спектри дикорослих ягід під час отримання ФПН (на прикладі бузини чорної): 1 – вихідна БЧ; 2 – оброблена в ВШФЧ та подрібнена БЧ

Зміни і зменшення інтенсивності широкої характеристичної смужки в області частот $3000...3500 \text{ cm}^{-1}$, що характерна для валентних коливань функціональних ОН-груп, які знаходяться у вільному стані та беруть участь у внутрішньомолекулярних та міжмолекулярних водневих зв'язках, як у комплексах біополімер – БАР, так і в самих біополімерах, свідчать про руйнування водневих зв'язків у різних комплексах сполук біополімерів з БАР, їх трансформацію у вільний стан, які визначаються і фіксуються хімічними методами і показують їх більш повну екстракцію.

Висновки. Таким чином, уперше науково обґрунтовано та доведено доцільність використання попередньої обробки у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля, яка супроводжується процесом подрібнення дикорослих ягід для отримання з них пастоподібних функціональних добавок, напівфабрикатів як способу підвищення якості, активації та більш повного видлучення із сировини антоціаново-фенольного комплексу, трансформації протопектину в розчинну форму і отримання напівфабрикатів із більш високими драглеутворюючими властивостями.

Уперше науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб активації біологічно активних речовин та біополімерів плодової сировини за умов попередньої обробки у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля (магнітної складової, перемішування та подрібнення) в апараті ВА-100, що проявляється у більш повному видлученні БАР із зв'язаного стану з біополімерами у вільний і деструкція біополімерів – пектинових речовин, їх трансформацію в розчинну форму.

Уперше встановлено, що обробка і подрібнення дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних частинок змінного електромагнітного поля з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 60 с не тільки інактивує окислювальні ферменти, але й сприяє більш повному вилученню із ягід БАР, тобто дозволяє повільніше використати біологічний потенціал сировини. Визначено механізм цього процесу.

Уперше встановлено, що під час обробки ДЯ у ВШФЧ відбувається суттєва активація пектинових речовин, деградація, деструкція та трансформація протопектину в розчинний пектин і галактуранову кислоту за рахунок неферментативного руйнування водневих та іонних зв'язків у протопектині, і виявляється в суттєвому зростанні органічних кислот за рахунок вільних карбоксильних груп галактуранової кислоти.

Розроблені нові технології отримання функціональних пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід (чорної бузини, калини, чорноплідної горобини), які відрізняються від традиційних тим, що виключається стадія бланшування і вводиться обробка ВШФЧ змінного ЕМП з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с. Показано, що нові напівфабрикати відрізняються високим вмістом БАР (особливо антоціанових барвних речовин, різних фенольних сполук, поліфенолів, пектинових та мінеральних речовин та ін.) і можуть використовуватись як збагачувачі та поліпшуючі кольору під час виготовлення желейних страв.

Список літератури

1. Павлюк, Р. Ю. Комплексні дослідження під час розробки технології функціональних пастоподібних оздоровчих добавок із дикорослих ягід [Текст] / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська // Вісник Нац. техн. ун-ту „ХПІ“ : зб. наук. пр. – Харків, 2006. – № 25. – С. 154–159.

2. Вплив електромагнітної обробки дикорослих ягід на пектинові речовини та желейні властивості одержаних пастоподібних напівфабрикатів [Текст] / Р. Ю. Павлюк [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Харків, 2007. – Вып. 2 (6). – С. 118–125.

3. Вплив електрофізичних методів обробки на антоціаново-фенольний комплекс дикорослих ягід під час отримання функціональних оздоровчих добавок / Р. Ю. Павлюк [та ін.] // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV міжнар. наук.-практ. конф., 24-25 травня 2006 р. / ХДУХТ. – Харків, 2006. – Ч. 1. – С. 324–326.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© Р.Ю. Павлюк, Н.В. Дібрівська, В.В. Погарська, В.В. Яницький, В.А. Афанасьєва, Т.В. Крячко, 2009.