

ВПЛИВ ОВОЧЕВИХ КРИОПАСТ НА ЧАС СПІН-СПІНОВОЇ РЕЛАКСАЦІЇ У МАКАРОННОМУ ТІСТІ

Д.О. Набоков, Н.В. Гревцева, О.Г. Дьяков, О.В. Моргун

Досліджено вплив морквяної та гарбузової криопаст, у тому числі в суміші зі спиртовими екстрактами календули та кори дуба – стабілізаторами β -каротину – на рухомість води в макаронному тісті. Установлено, що збільшення концентрації добавок сприяє зниженню рухливості води в тісті. Додавання спиртових екстрактів суттєво не впливає на показник спін-спінової релаксації порівняно зі зразками з додаванням лише овочевих криопаст.

Ключові слова: криопаста, екстракти, тісто, β -каротин, вода, рухомість.

ВЛИЯНИЕ ОВОЩНЫХ КРИОПАСТ НА ВРЕМЯ СПИН-СПИНОВОЙ РЕЛАКСАЦИИ В МАКАРОННОМ ТЕСТЕ

Д.А. Набоков, Н.В. Гревцева, А.Г. Дьяков, Е.В. Моргун

Исследовано влияние морковной и тыквенной криопаст, в том числе в сочетании со спиртовыми экстрактами календулы и коры дуба – стабилизаторами β -каротина – на подвижность воды в макаронном тесте. Установлено, что увеличение концентрации добавок способствует снижению подвижности воды в тесте. Внесение спиртовых экстрактов существенно не влияет на показатель спин-спиновой релаксации по сравнению с образцами с добавлением овощных криопаст.

Ключевые слова: криопаста, экстракты, тесто, β -каротин, вода, подвижность.

INFLUENCE OF VEGETABLE CRYOPASTES ON THE TIME OF SPIN-SPIN RELAXATION IN PASTA DOUGH

D.A. Nabokov, N.V. Grevtseva, A.G. Dyakov, O.V. Morgun

The worsening of ecological situation in the world causes an increase of popularity of food products of preventive action. We developed the technology of

pasta with the use of cryopastes made of carrot and pumpkin which have high content of free β -carotene. The alcohol extracts of calendula and oak bark were used for stabilisation of β -carotene. We researched the effect of the selected additives on the mobility of water in the dough because it contain large amount of hydrophilic fiber. The research was conducted by the method of the spin-spin echo of nuclear magnetic resonance (NMR). As the objects of research the samples of pasta dough with the addition of carrot cryopaste and pumpkin cryopaste without extracts and with extracts of calendula and oak bark. Were used free of additives pasta dough as a control. The results of the research presented that an increase from 0% to 15% of cryopaste concentration to the weight of flour leads to a decrease of the mobility of water in the dough. It is worth mentioning that carrot cryopaste has the stronger effect than pumpkin cryopaste. The addition of alcohol extracts does not significantly affect the mobility of water.

Keywords: *cryopaste, extracts, dough, β -carotene, water, mobility.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Дослідження належить до технічних наук. Погіршення екологічної ситуації у всьому світі зумовило суттєве збільшення популярності продуктів харчування профілактичної дії. Важливо охопити профілактикою вітамінної та мінеральної недостатності широкі верстви населення, тому потрібна орієнтація на продукти повсякденного й масового попиту, до яких належать макаронні вироби. Для їх збагачення актуальним є застосування добавок із рослинної сировини (у вигляді порошків, паст, концентратів, екстрактів, олій), що містять у своєму складі значну кількість біологічно-активних речовин імуномодельючої та антиоксидантної дії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробкою технології макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю займалися такі відомі вчені, як В. Юрчак, В. Манк, Г. Волощук, А. Грошев, Г. Осипова та ін. Велика увага приділялася збагаченню макаронних виробів β -каротином. Однак як каротинвмісна сировина використовувалися відварні протерті овочі, овочеві порошки та пасти, зокрема з моркви та гарбуза, у яких під час переробки вхідного продукту відбувалася значна втрата каротиноїдів. Крім того, майже не використовувалися добавки, що уповільнюють руйнування β -каротину під час зберігання макаронних виробів.

Мета статті – дослідити вплив каротинвмісної сировини та стабілізуючих добавок на рухомість води у макаронному тісті.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нами розроблено технологію макаронних виробів із використанням добавок антиоксидантної дії у вигляді кріопаст з моркви та гарбуза, що містять значну кількість вільного β -каротину. Завдяки технології кріогенного подрібнення, яку застосовано для отримання кріопаст з моркви та гарбуза, ці добавки містять доступних каротиноїдів у 2,5...3 рази більше, ніж зварені та протерті овочі. Це робить їх цінними збагачувальними добавками макаронного виробництва [1; 2]. Як відомо, під час термічної обробки, під впливом сонячного світла та зовнішнього середовища β -каротин здатен швидко руйнуватися. Урахувавши цей факт, як стабілізатори даного антиоксиданта ми використовували спиртові екстракти з календули та кори дуба.

Виробництво макаронних виробів складається з таких основних технологічних стадій: підготовка сировини, приготування тіста, пресування тіста, обробках сирих виробів, сушіння виробів [3].

У зв'язку з тим, що обрані овочеві добавки мають вологість у межах 97% та внесення їх передбачає перерахунок і зменшення кількості одного з основних рецептурних компонентів – води, для отримання тіста із заданою вологістю, згідно з правилами розрахунку рецептур на макаронні вироби, нами було досліджено, як саме змінюється рухливість води у тісті під час внесення добавок у різних концентраціях.

Для приготування тіста використовували борошно пшеничне вищого гатунку температурою не нижче 10°C, воду питну температурою не нижче 30°C, розморожені овочеві кріопасті (5, 10 та 15% до маси борошна) і підготовлені спиртові екстракти з календули та кори дуба.

Одним із сучасних методів дослідження стану води у харчових продуктах є метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Прилад, принцип дії якого заснований на ЯМР, дозволяє виміряти загальну кількість атомів водню у дослідному зразку. Майже всі компоненти харчових продуктів містять водень. Однак у твердих тілах атоми водню виявляють обмежену молекулярну рухливість порівняно з рухливістю у рідинах. З цього випливає, що тверді речовини дають

широкі лінії резонансу, рідини – гострі піки [4; 5]. ЯМР був використаний для кількісного визначення води, диспергованої у твердих речовинах [6; 7]. Метод ЯМР дозволяє безпосередньо виміряти воду та отримати показники за короткий проміжок часу. Його можна застосовувати й за низьких температур.

В основі методу лежить твердження про те, що величина сигналу спектрометра ЯМР пропорційна кількості резонуючих ядер у зразку [8; 9]. У спектрометрі ЯМР, що використовувався, резонуючими ядрами є ядра водню – протони. Визначивши величину сигналу ЯМР, можна оцінити кількість резонуючих ядер та визначити склад води у зразку.

Дослідження зразків макаронного тіста проводилося методом спіні-спінового відлуння ЯМР. Дослідні зразки поміщали в радіочастотну котушку, яка знаходилася в постійному магнітному полі. Під час подачі радіочастотних імпульсів збуджувалася система ядерних моментів зразка і виникав відгук системи у вигляді спіні-спінового відлуння. Радіочастотні імпульси разом із спіні-спіновим відлунням у вигляді радіоімпульсу надходили на вхід приймача установки ЯМР. Прийнятий сигнал посилювався і після відповідного перетворення відображався на екрані комп'ютера з автоматичним вимірюванням його амплітуди та попередньою статичною обробкою.

У даній методиці використовувався метод спіні-спінового відлуння (метод Хана), коли на дослідний зразок подавалися два радіочастотних імпульси різної довжини з інтервалом τ [8; 9]. Після їх впливу в момент часу 2τ спостерігався сигнал відлуння, амплітуду якого визначали за формулою:

$$A = A_0 \exp\left(-\frac{2\phi}{T_2}\right),$$

де τ – інтервал між зондуючими імпульсами;

T_2 – час спіні-спінової релаксації;

A_0 – максимальне значення сигналу спіні-спінового відлуння, яке визначається кількістю резонуючих ядер, у даному випадку кількістю

молекул води у дослідному зразку, і відповідає значенню сигналу відлуння при $\tau = 0$.

Величиною, яку необхідно було визначити з досліду і яка визначала рухливість води у дослідних продуктах, була T_2 . Вона характеризує час спин-спінової релаксації, тобто час, що потрібен для повернення збудженої після подачі імпульсів системи до її вихідного стану. Чим більше зв'язаний стан системи, тим менше цей час. Знайшовши величину T_2 , оцінювали ступінь рухливості води у дослідних зразках та визначали тенденцію її зміни залежно від рецептури, що використовувалася.

Під час проведення дослідів інтервал τ обирали дослідним шляхом. Зміна амплітуди відлуння сигналу та його попередня статистична обробка проводилася комп'ютеризованою вимірювальною системою.

Урахувавши, що за наведеною формулою нелінійне та безпосереднє визначення величин A_0 та T_2 з експериментальних даних викликає певні труднощі, оцінку даних величин проводили методом нелінійної регресії на базі стандартних програм пакету Mathcad [10; 11].

Під час виконання даної роботи досліджували 6 зразків макаронного тіста з додаванням:

- морквяної кріопасти;
- гарбузової кріопасти;
- морквяної кріопасти та спиртового екстракту календули;
- морквяної кріопасти та спиртового екстракту кори дуба;
- гарбузової кріопасти та спиртового екстракту календули;
- гарбузової кріопасти та спиртового екстракту кори дуба.

Як контроль обрали макаронне тісто без добавок.

Залежність часу спин-спінової релаксації від концентрації морквяної та гарбузової кріопаст наведено на рис.

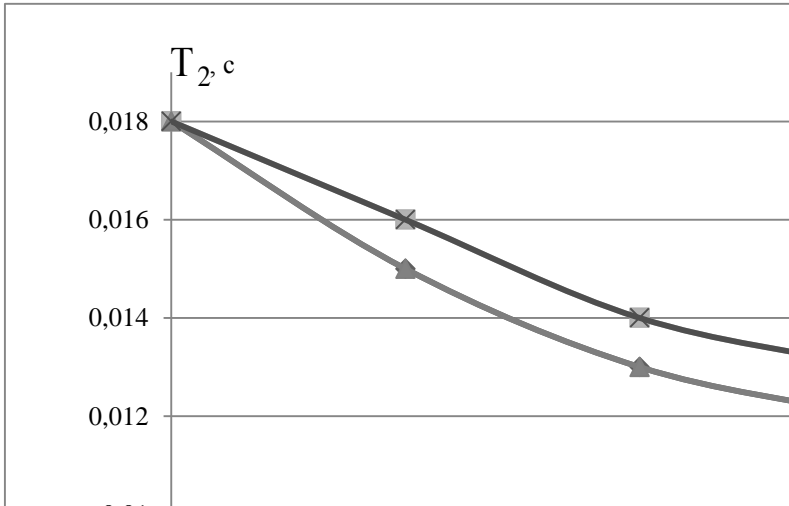


Рис. Залежність часу спин-спінової релаксації від концентрації морквяної (1) та гарбузової (2) кріопаст

Результати досліджень показали, що збільшення концентрації добавки сприяє зниженню рухливості води в макаронному тісті. При чому, як видно з рис., рухливість води у зразку з додаванням морквяної кріопасті дещо менше, ніж у зразку з додаванням гарбузової кріопасті. Таким чином, можна припустити, що морквяна кріопаста здатна сприяти переходу води у більш зв'язаний стан. Це пов'язано з наявністю харчових волокон, пектинових речовин, геміцелюлоз, що містяться в овочевих кріопастах, та з їх здатністю зв'язувати воду.

Дослідження часу спин-спінової релаксації у зразках з додаванням спиртових екстрактів календули та кори дуба показали, що результати суттєво не відрізняються від зразків з додаванням лише овочевих кріопаст. Додавання спиртового екстракту календули у зразки тіста з морквяною та гарбузовою кріопастами приводить до зниження спин-спінової релаксації від 0,018 с до 0,0122 с (морква) та до 0,0131 с (гарбуз). Аналогічні результати отримані й під час додавання спиртового екстракту кори дуба. Так, у разі введення цього

екстракту у зразок з додаванням морквяної кріопасті значення T_2 зменшується з 0,018 с до 0,0121 с; у зразок з додаванням гарбузової кріопасті – до 0,0132 с.

Висновки. Таким чином, встановлено, що введення кріопаст з моркви та гарбуза сприяє зменшенню рухливості води у макаронному тісті, що ймовірно свідчить про зниження кількості води, яка знаходиться у вільному стані. У той же час, додавання спиртових екстрактів несуттєво впливає на показник спін-спінової релаксації порівняно зі зразками, що містять овочеві кріопасті. Отримані дані доцільно враховувати під час визначення режимів сушіння макаронних виробів з додаванням овочевих кріопаст.

Список джерел інформації / References

1. Активация гидрофильных свойств каротиноидов растительного сырья : монография / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. А. Павлюк, Н. Ф. Максимова ; Харьк. гос. ун-т пит. и торговли; Харьк. торг. эконом. инс-т Киевск. нац. торг-эконом. ун-та. – Х., 2013. – 345 с.

Pogarskaya, V.V., Pavlyuk, R.Y., Cherevko, A.I., Pavlyuk, V.A., and Maksimova N.F. (2013), "Activation of the hydrophilic properties of carotenoids plant materials", *monograph*: ["Aktivatsiya gidrofilnykh svoystv karotinoidov rastitelnogo syrya"], *monografiya: Khark. gos. un-t pit. i torgovli; Khark. torг. ekonom. ins-t Kiyevsk. nats. torг-ekonom. un-ta*], Kharkov.

2. Верешко Н. В., Набоков Д. О. Макаронні вироби з підвищеним вмістом каротиноїдів. – Зб. наукових праць ОНАХТ. Серія : Технічні науки. – Одеса : ОНАХТ, 2011. – Т.1. – Вип. 40. – с. 179–184.

Vereshko, N.V. and Nabokov, D.O. (2011), "Pasta with high content of carotenoids", *Zb. naukovuh prats ONAHT* ["Makaronni vurobu z pidvushenum vmistom karotunoidiv", *Zb. naukovih prats ONAHT. Seriya: Tehnichni nauki*], Odesa.

3. Медведев Г. М. Технология макаронного производства / Г. М. Медведев – М.: Колос. – 1998. – 336 с.

Medvedev, H.M. (1998), "Technology pasta production" ["Tekhnologiya makaronnogo proizvodstva", *Kolos*], Moskow.

4. Dyer J.R. Applications of Absorptions Spectroscopy of Organic Compounds. Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1965.

Dyer, J.R. (1965), "Applications of Absorptions Spectroscopy of Organic Compounds". Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs.

5. Вода в пищевых продуктах / Под ред. Р. Б. Дакуорта. – Пер. с англ. – М.: Пищевая пром-сть. – 1980. – 376 с.

Dakuort, R.B. (1980), "Water in food products", ["Voda v pishchevykh produktakh", *Pishevaya prom-st*], Moskow.

6. Conway, T.F., Cohee, R.F., Smith, R.J. *Fd Engng*, 1957, 29, (60), 80.
 Conway, T.F., Cohee, R.F. and Smith, R.J (1957), "Fd Engng", pp. 29, 60, 80.
7. Miller, B.S., Kaslow, H.D. *Fd Technol*, 1963, 17, 142.
 Miller, B.S. and Kaslow, H.D. (1963), "Fd Technol", pp. 17, 142.
8. Дэрроум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М.: Мир. 1992. – С. 403.
 Deroum, E. (1992), "The modern NMR methods for chemical research" ["Sovremennyye metody YaMR dlya khimicheskikh issledovaniy", *Mir*], Moscow.
9. Фаррар Т., Беккер Э. Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР. М.: Мир, 1973. – С. 299.
 Farrar, T. and Bekker, E. (1973), "The pulse and Fure - NMR spectroscopy" ["Impulsnaya i Fure-spektroskopiya YaMR", *Mir*], Moscow.
10. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. – М.: Мир, 1977. – 552 с.
 Hartman, K., Letskiy, E. and Shefer V. (1977), "Design of experiments in the study process" ["Planirovaniye eksperimenta v issledovanii tekhnologicheskikh protsessov", *Mir*], Moscow.
11. Дьяконов В.П. Mathcad 11/12/13 в математике. Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 958 с.
 Dyakonov, V.P. (2007), "Mathcad 11/12/13 in mathematics. Directory" ["Mathcad 11/12/13 v matematike. Spravochnik", *Goryachaya liniya – Telekom*], Moscow.

Набоков Дмитро Олександрович, здоб., ЗАТ «Фоззі-Фуд». Адреса: вул. 23 Серпня, 70, кв. 97, м. Харків, Україна, 61072. Тел.: +38(099) 7683083; e-mail: mr_nabokoff@mail.ru

Набоков Дмитрий Александрович, соиск., ООО «Фоззі-Фуд». Адрес: ул. 23 Августа, 70, кв. 97, г. Харьков, Украина, 61072. Тел. +38(099) 7683083; e-mail: mr_nabokoff@mail.ru

Nabokov Dmitriy, a candidate for a PhD, LLC "Fozzy-Food", 23 Serpnya str., h.70, flat 97, Kharkov, Ukraine, 61072. Tel.: +38(099) 7683083; e-mail: mr_nabokoff@mail.ru

Гревецва Наталія Вячеславівна, канд. техн наук, доц., Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Родникова, б.5, кв.66, м. Харків, Україна, 61184. Тел. +38(066) 4916004; e-mail: nataver@yandex.ru

Гревецва Наталья Вячеславовна, канд. техн. наук, доц., Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Родниковая, 5, кв. 66, г. Харьков, Украина, 61184. Тел. +38(066) 4916004; e-mail: nataver@yandex.ru

Grevtseva Natalya, Candidate of Techniques, Associate Professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Rodnikovaja str., h.5, flat 66, Kharkov, Ukraine, 61184. Tel.: +38(066) 4916004; e-mail: nataver@yandex.ru

Дьяков Александр Георгиевич, канд. техн. наук, доц., Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел. +38(095) 5387760; e-mail: nataver@yandex.ru

Дьяков Александр Георгиевич, канд. техн. наук, доц., Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел. +38(095) 5387760; e-mail: nataver@yandex.ru

Dyakov Aleksandr Candidate of Techniques, Associate Professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Klochkovskaja str., h.333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: +38(095) 5387760; e-mail: nataver@yandex.ru

Моргун Елена Валеріївна, магістрант, Харківський державний університет харчування та торгівлі, кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчових концентратів. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел. +38(066) 2968859; e-mail – miss.morgun@inbox.ru

Моргун Елена Валерьевна, магістрант, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел. +38(066) 2968859; e-mail – miss.morgun@inbox.ru

Morgun Yelena, magistrant, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Klochkovskaja str., h.333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: +38(066) 2968859; e-mail: miss.morgun@inbox.ru

Рекомендовано до публікації канд. техн. наук С.Г. Олійник, канд. техн. наук О.В. Самохваловою.

Отримано 15.03.2014. ХДУХТ, Харків.