УДК 664.834.2

А. О. Пак

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЮ НА СИСТЕМНУ ВОД ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Відзначена актуальність розвитку фундаментальних уявлень про форми, структуру та стан води в харчових системах. Методом ЕПР-спінових міток досліджено кінетику видалення вологи із крохмальної губки з різною мольною концентрацією

Ключові слова: *системна вода, ЕПР метод*

1. Вступ

Вода — найбільш поширена рідина на Землі. Вона є основою всіх живих організмів і складає більшу частину маси багатьох харчових продуктів. При цьому вода є одночасно і середовищем, і учасником біохімічних реакцій в продуктах харчування.

Воду, яка знаходиться в об'ємі харчової системи впродовж тривалого часу у порівнянні з характерним для даної системи періодами називають «системна вода». Дослідженням системної води присвячений ряд робіт [1—8].

2. Постановка проблеми

Історично в Україні склалося так, що найпоширенішою харчовою сировиною є зернові культури, такі як: гречка, пшоно, ячмінь, пшениця. Вони використовуються як самостійно, так і в складі багатьох харчових продуктів. Склад традиційних зернових культур близький. Так вміст жирів коливається від 1,9 до 3,3 %, вміст вуглеводів — 66,5 до 67,8 %, вміст білків — від 11,5 до 12,6 %. При цьому вміст крохмалю складає приблизно 60 % від загальної маси сировини. Таким чином, були проведені дослідження властивостей саме крохмалю утримувати вологу.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. Широко відоме застосування методу спектроскопії електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) у різних областях хімії, фізики, біології та медицини, а доповнення його методом спінових міток, тобто введенням парамагнітних зондів у досліджувану непарамагнітну систему, істотно розширило можливості методу завдяки унікальній чутливості спінової мітки до фізичних умов її молекулярного оточення [1—5].

Спектр ЕПР спінміченого матеріалу складається з двох [5, 6]: спектр, який представляє собою 6 піків однакової ширини, та спектр, який складається із однієї широкої лінії. 6-піковий спектр — це спектр, який дає перехідний іон Mn^{2+} солі $MnSO_4$, коли він знаходиться в розчині; 1-піковий — відповідає кристалічному стану солі $MnSO_4$. Виходячи із цього можна вважати, що площа під 6-піковим сигналом (S_{6p}) пропорційна кількості спінів електронів Mn^{2+}, які знаходяться в розчині, а площа під 1-піковим (S_{1p}) — кількості спінів електронів Mn^{2+}, які випали в осад через недостатню кількість розчинника. Таким чином, розраховуючи площі під сигналами, можна дослідити кількість вологи досліджуваного об'єкта, яка виконує роль розчинника, та кількість вологи, яка не розчинює сіль [6].

3.2. Результати досліджень. Досліджувані зразки готувались наступним чином [7, 8]: заварювали крохмальний клейстер визначеної концентрації, далі ємність з клейстером поміщали в калориметричну камеру з температурою нижче –10 °С. В таких умовах зразки витримувались впродовж 24 годин. Після цього їх розморожували і отримували крохмальну губку. Як рідина для заварювання клейстеру використовувався розчин солі $MnSO_4$. В дослідженнях використовувались зразки з мольною концентрацією крохмалю, 10^7 (моль крохмалю)/(моль води): 1,1; 1,9; 4. Під час досліджень зразки по черзі розміщали в резонатор ЕПР-спектрометра та висушували до рівноважного вологовмісту (≈10 %). В процесі сушіння безперервно реєстрували сигнал ЕПР.

Приклад залежностей зміни S_{6p} (*а*) та S_{1p} (*б*) представлені на рис. 1. Кожну із кривих можна розбити на 4 характерні ділянки.

На першій ділянці відбувається інтенсивне видалення вологи з поверхні матеріалу та підігрів зразка сушильним агентом. Через зменшення кількості системної вологи, зменшується кількість солі, яка знаходиться в розчині, результатом чого є зменшення S_{6p} та збільшення S_{1p}. На другій ділянці видалення вологи продовжується, але розчинна здатність системної вологи збільшується через підвищення температури і кількість розчиненої солі $MnSO_4$, а відповідно і іонів Mn^{2+} в розчині, зростає. В результаті цього S_{6p} збільшується,

 ISSN 2226-3780

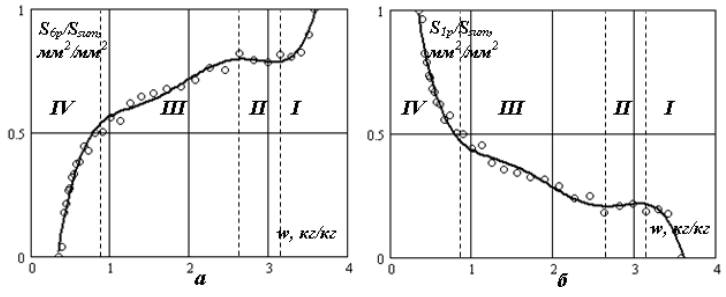

Рис. 1. Зміна S_{6p} (*а*) та S_{1p} (*б*) під час сушіння

а S_{1p} — зменшується. Третя ділянка відповідає видаленню вологи змочування: S_{6p} монотонно зменшується, а S_{1p} — монотонно збільшується. На четвертій ділянці відбувається збільшення кута нахилу кривої до осі вологовмісту. Пояснюється це тим, що мітка, тобто іон Mn^{2+}, є найбільш чутливою до найближчого свого оточення, а оскільки характер кривих стає більш різким, то це свідчить про видалення вологи із макро та мікрокапілярів, а також частини вологи полімолекулярної сорбції.

Необхідно відмітити, що кількість та поведінка вологи під час сушіння для крохмальутримуючої сировини буде визначатися величиною молекул крохмалю, тобто його молярною масою, та мольною концентрацією молекул крохмалю у досліджуваній сировині.

Робота виконувалась у межах держбюджетних тем: № 2-11ФБ «Дослідження стану та структури вологи в харчових продуктах методами ЯМР та ЕПР спектроскопії» (0108U001333), № 06-11-13Б «Наукові обґрунтування енергоефективних процесів харчової промисловості» (0110U006618).

Література

1. Погожих М. І. Дослідження стану води в області гігроскопічного вологовмісту харчової сировини методом ЕПР-спінових міток [Текст] : зб. наук. пр. / М. І. Погожих, І. С. Ромоданов, А. О. Пак // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. — Харків : ХДУХТ, 2007. — Вип. 1(5). — С. 480—486.
2. Погожих М. І. Дослідження стану води в області гігроскопічного вологовмісту харчової сировини методом ЕПР-спінових міток [Текст] : матеріали 73-ї наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2007 р. / М. І. Погожих, А. О. Пак // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті. — К. : НУХТ, 2007. — С. 148.
3. Погожих Н. И. Исследование гигроскопическихсвойств среды для культивирования бактерий методом Фурье-анализа ЭПР-спектров [Текст] : тезисы докладов VII-й международной научно-технической конференции, 21–22 мая 2009 г. / Н. И. Погожих, А. О. Пак, Я. В. Толстова. — Могилев : УО МГУП, 2009. — С. 113.
4. Погожих М. І. Аналіз стану вологи в полідисперсних системах методом ЕПР-спінових міток [Текст] : тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 20-річчю з дня заснування факультету обладнання та технічного сервісу, 18 листопада 2010 р.: Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі / М. І. Погожих, А. О. Пак. — Харків, ХДУХТ : 2010. — С. 278—279.
5. Погожих М. І. Використання методу ЕПР-спінових міток під час дослідження стану вологи в харчовій сировині [Текст] : тези Міжнародної науково-практичної конференції, 19 травня 2011 р. / М. І. Погожих, А. О. Пак // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. — Харків : ХДУХТ, 2011. — Ч. 2. — С. 83—84.
6. Погожих М. І. Методика дослідження стану вологи в капілярно-пористих колоїдних тілах методом ЕПР-спінових міток [Текст] / М. І. Погожих, І. С. Ромоданов, А. О. Пак // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2011. — Т. 2, № 6(50). — С. 22—24.
7. Погожих М. І. Дослідження системної вологи крохмалю зернових культур методом ЕПР [Текст] / М. І. Погожих, А. О. Пак, А. В. Пак, М. В. Жеребкін // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 5, № 6(59). — С. 62—66.
8. Погожих М. І. Дослідження стану вологи швидковідновлюваної каші методом ЕПР-спінових міток [Текст] : тези Міжнародної науково-практичної конференції, 18 жовтня 2012 р. (присвячена 45-річчю ХДУХТ) / М. І. Погожих, А. О. Пак, М. В. Жеребкін // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. — Харків : ХДУХТ, 2012. — Ч. 1. — С. 425—427.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ КРАХМАЛА НА СИСТЕМНУЮ ВЛАГУ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. О. Пак

Отмечена актуальность развития фундаментальных представлений о форме, структуре и состоянии воды в пищевых системах. Методом ЭПР-спиновых меток исследована кинетика удаления влаги из крохмальной губки с разной мольной концентрацией.

Ключевые слова: системная вода, ЭПР метод.

Андрей Олегович Пак**, доцент кафедры энергетики и физики Харьковского государственного университета питания и торговли, **тел.: (057) 349-45-86, e-mail: pak_andr@mail.ru.

THE INVESTIGATION OF INFLUENCE OF STARCH PROPERTIES ON SYSTEM WATER

A. Pak

The development of fundamental representations about form, structure and state of water of food systems is topical problem. The kinetics of drying of starch sponge of different molar concentration were investigate by the EPR-method.

Keywords: system water, EPR-method.

***Andrey Pak**, associate professor of Department of Energetic and Physic of Kharkiv State University of Food Technology and Trade, **tel.: (057) 349-45-86, e-mail: pak_andr@mail.ru**.*