

Погожих М. І.,
Пак А. О.,
Пак А. В.,
Мольський О. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ ВОДИ КРОХМАЛІВ ТЕНЗОМЕТРИЧНИМ ТА ЕПР-МЕТОДАМИ

Відзначена актуальність розвитку фундаментальних уявлень про форми, структуру та стан води в харчових системах. Методом ЕПР-спінних міток досліджено кінетику видалення вологи із модельних тіл із різних крохмалів з різною мольною концентрацією. Проведено тензометричні дослідження модельних тіл із різних крохмалів з різною мольною концентрацією.

Ключові слова: системна вода, ЕПР метод, тензометричний метод.

1. Вступ

Вода є основою всіх живих організмів і складає більшу частину маси багатьох харчових продуктів. Будь-яку харчову сировину або продукти із неї можна представити як систему, що складається із води та сухих речовин. При цьому вода є одночасно і середовищем, і учасником біохімічних реакцій в продуктах харчування. Інформація про якісний та кількісний склад води, яка утримується системою, дає можливість спеціалістам технологам прогнозувати та науково обґрунтувати функціонально-технологічну роль того чи іншого компонента на предмет його взаємодії з водою харчової сировини або продуктів із неї.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми у загальному вигляді

Вода, що утримується системою, або системна вода [1–3], має різні форми зв'язку та структуру. Під формою зв'язку в даному випадку розуміється частина від загальної кількості води, яка ідентифікується за феноменологічними ознаками її внутрішньо- та між-молекулярних зв'язків. Під структурою — частина загальної кількості води, що ідентифікується відносним просторовим розташуванням молей води відносно молей сухих речовин.

Практично під час будь-якої технологічної обробки харчової сировини або продуктів системна вода змінюється за своїм складом, тобто змінюються її форма та структура. Таким чином, отримання та аналіз інформації про системну воду представляє особливий інтерес для спеціалістів харчової промисловості.

Існує велика кількість різноманітних як термодинамічних, так і молекулярно-кінетичних методів дослідження системної води харчової сировини та продуктів, за допомогою яких отримана велика кількість інформації, але інтерпретація такої інформації не досить чітка [5, 6]. Наприклад, до сих пір в наукових колах стоїть питання яким чином класифікувати системну воду — за формами зв'язку або за значенням активності води. Навіть класифікуючи її за формами зв'язку, за інформацією отриманою різними способами одну і ту ж воду відносять до різних форм.

Таким чином, актуальним є розвиток фундаментальних уявлень про форми, структуру та стан системної води в харчових системах.

3. Завдання статті

Завдання поставлене в роботі полягає, по-перше, у наведенні кореляції між термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами дослідження системної води харчових продуктів, по-друге, у отриманні нових даних про динамічну поведінку системної води крохмалів та крохмальутримуючої сировини під час зневоднення.

4. Дослідження системної води крохмалів методом ЕПР-спінних міток

Об'єктом дослідження було модельне колоїдне капілярно-пористе тіло із крохмалю [7–11]. Модельне тіло отримували наступним чином. Із крохмалю заварювали клейстер, який витримували у калориметричній камері з температурою $-10...-15$ °С впродовж 24 годин, після чого об'єкт розморожували. Варіювання мольною концентрацією зразків проводилось шляхом використання різної кількості крохмалю під час заварювання клейстеру, а варіювання величиною молекул крохмалю — шляхом використання різних крохмалів. В дослідженнях використовували кукурудзяний ($1 \cdot 10^6$ г/моль), пшеничний ($2 \cdot 10^6$ г/моль) та картопляний ($6 \cdot 10^6$ г/моль) крохмалі. Мольна концентрація досліджуваних зразків дорівнювала, $\cdot 10^7$ (моль крохмалю)/(моль води): 1,1; 1,9; 4.

В якості спінової мітки під час ЕПР досліджень використовувався іон Mn^{2+} солі $MnSO_4$. Спінову мітку вводили в досліджувані зразки шляхом використання під час заварювання клейстеру розчину солі $MnSO_4$.

Під час досліджень зразки по черзі розміщали в резонатор ЕПР-спектрометра та висушували до рівноважного вологовмісту (6...8 %). В процесі сушіння безперервно реєстрували сигнал ЕПР.

Спектр ЕПР спініченого матеріалу складається з двох: спектр, який представляє собою 6 піків однакової ширини, та спектр, який складається із однієї широкої лінії. 6-піковий спектр — це спектр, який дає іон Mn^{2+} солі $MnSO_4$, коли сіль знаходиться в розчиненому стані; 1-піковий — відповідає кристалічному стану солі $MnSO_4$. Виходячи із цього вважається, 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 в процесі сушіння вологих зразків, можна дослідити процес

видалення розчинника із найближчого оточення мітки, тобто іона Mn^{2+} .

Приклад сигналу, отриманого під час сушіння модельного колоїдного капілярно-пористого тіла наведено на рис. 1.

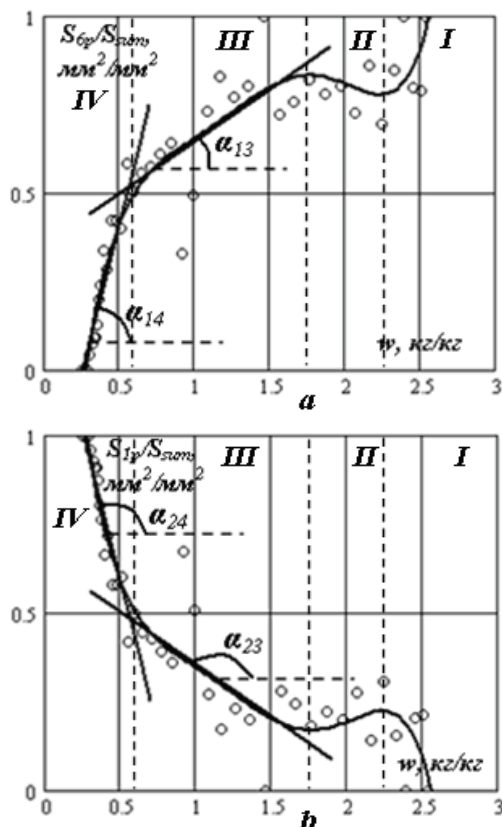


Рис. 1. Площа під 6-піковим (а) та 1-піковим (б) ЕПР-сигналом модельного тіла з мольною концентрацією $1,1 \cdot 10^{-7}$ (моль крохмалю)/(моль води) під час сушіння

Зміни площі під 6-піковим та 1-піковим сигналами в процесі зневоднення для різних зразків за різних мольних концентрацій та молярних мас крохмалю мають однаковий характер. Так для 6-пікового сигналу: за зменшення вологовмісту, відносно початкового, S_{6p} зменшується до досягнення певних величин вологовмісту, за яких мають місце локальні мінімум та максимум кривої. При подальшому зменшенні вологовмісту локальних екстремумів не має. Для 1-пікового сигналу залежність зворотна.

Кожну із кривих можна розбити на 4 характерні ділянки.

На першій ділянці відбувається інтенсивне видалення вологи з поверхні матеріалу та нагрівання 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, 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.

Оскільки дослідження вологи проводиться у даному випадку непрямым способом, тобто досліджується стан та оточення мітки, то на перших двох ділянках аналіз експериментальних даних ускладнений зміною розчинності солі $MnSO_4$. Таким чином, дослідження системної вологи проводилось лише на третій та четвертій ділянках, при чому окремо для кожної ділянки, оскільки чутливість мітки на них різна.

ЕПР спектри отримувались під час сушіння вологих зразків, тобто досліджувалась кінетика процесу видалення вологи, тому кількість молів води на третій та четвертій ділянках можна визначити за формулами:

$$v_{w3}(\tau) = v_{w3}(\tau) \cdot A_{13}(v_{w3}) + v_{w3}(\tau) \cdot A_{23}(v_{w3}),$$

$$v_{w4}(\tau) = v_{w4}(\tau) \cdot A_{14}(v_{w4}) + v_{w4}(\tau) \cdot A_{24}(v_{w3}),$$

де A з індексом «1» відповідає частині вологи, яка є розчинником, а з індексом «2» частині води яка не розчиняє сіль $MnSO_4$.

Коефіцієнти A є тангенсами кута нахилу апроксимаційних прямих на відповідних ділянках кривих, які описують зміну площі під 6-піковим та 1-піковим ЕПР-сигналами під час сушіння вологого зразка:

$$A_{13} = \text{tg } \alpha_{13}; \quad A_{14} = \text{tg } \alpha_{14};$$

$$A_{23} = \text{tg } \alpha_{23}; \quad A_{24} = \text{tg } \alpha_{24}.$$

Приклад знаходження апроксимаційних прямих наведений на рис. 1.

На рис. 2 представлені залежності тангенсів кута нахилу на відповідних ділянках апроксимаційних кривих від мольної концентрації зразку для крохмалів з різною молярною масою. На рисунку наведено результати лише для зміни S_{6p} в процесі сушіння, оскільки зміна S_{1p} — зворотна.

З наведених на графіках даних видно, що тангенс кута нахилу як третьої, так і четвертої ділянок по мірі збільшення мольної концентрації зростає. По мірі збільшення кількості молекул крохмалю в одиниці об'єму зразка збільшується площа поверхні отриманого модельного тіла, в результаті чого збільшується кількість вологи моно та полімолекулярної сорбції, а також вологи мікро та макрокапілярів.

Необхідно відмітити, що на четвертій ділянці найбільший кут нахилу до осі, на якій відкладено мольну концентрацію, має модельне тіло з картопляного крохмалю, а найменший — із кукурудзяного. Чим більший кут нахилу має залежність, тим більше вологи моно та полімолекулярної сорбції може поглинути тіло за збільшення мольної концентрації крохмалю в ньому. Виходячи з цього, при збільшенні кількості молів картопляного крохмалю на моль води площа поверхні модельного тіла зростає у більшому ступені, ніж для модельних тіл із кукурудзяного та картопляного крохмалю (рис. 2,а).

На третій ділянці кривих картина зворотна: найбільший кут нахилу до осі, на якій відкладено мольну концентрацію, має модельне тіло з кукурудзяного кро-

хмалю, а найменший — із картопляного. Третя ділянка відповідає волозі мікро та макрокапілярів та частині води змочування, таким чином, чим більший кут нахилу має залежність, тим у більшому ступені відбувається розвиток пористості досліджуваного зразка у порівнянні з іншими. Під розвитком пористості мається на увазі збільшення відношення середнього радіуса пор об'єкту до найбільш імовірного, що є характеристикою властивостей тіла поглинати вологу. Таким чином, з рис. 2, *b* видно, що при збільшенні мольної концентрації кукурудзяного крохмалю в модельному тілі розвиток пористої структури відбувається у більшому ступені, ніж для зразків із пшеничного та картопляного крохмалів.

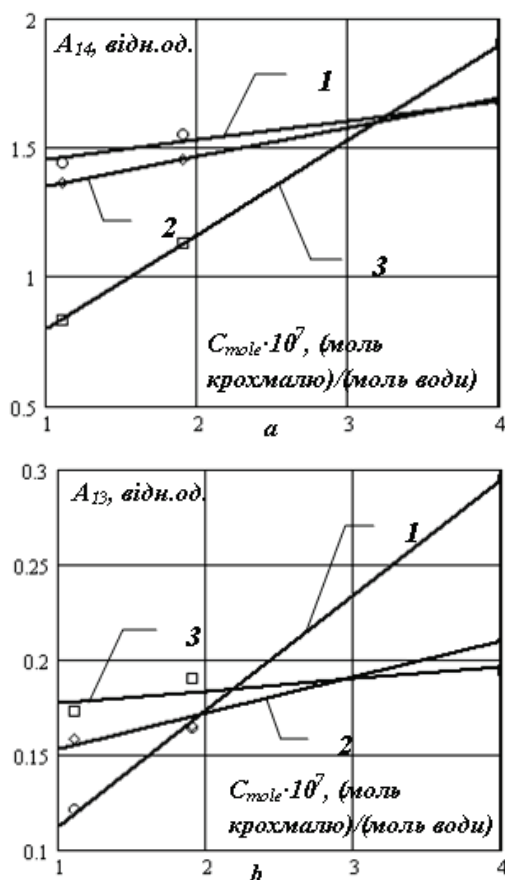


Рис. 2. Тангенси кута нахилу на четвертій (а) та третій (б) ділянках апроксимаційних кривих за різної мольної концентрації зразку для крохмалів: 1 — кукурудзяний; 2 — пшеничний; 3 — картопляний

Отримані результати свідчать про те, що чим більша молярна маса молекул крохмалю, тим більшу площу поверхні має модельне тіло, але в той самий час, збільшення розміру молекул крохмалю сприяє зменшенню пористості досліджуваних об'єктів.

5. Дослідження модельних тіл із крохмалю тензометричним методом

Тензометричні дослідження проводили з об'єктами описаними у попередньому пункті. Зразки розміщали у ексикаторі з відносною вологістю повітря в них від 10 до 90 % та витримували за температури 20...23 °С до досягнення ними постійної маси.

На рис. 3 наведено ізотерми сорбції для колоїдного капілярно-пористого модельного тіла із пшеничного крохмалю з різною мольною концентрацією.

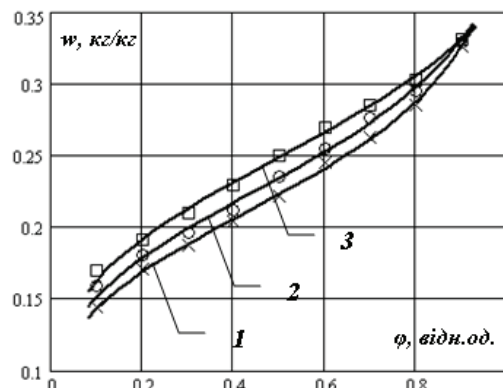


Рис. 3. Ізотерми сорбції для модельного тіла із пшеничного крохмалю з мольною концентрацією, $\cdot 10^7$ (моль крохмалю)/(моль води): 1,1; 1,9; 4

Ізотерми сорбції для зразків з тими ж мольними концентраціями з картопляного та кукурудзяного крохмалів мають такий же характер, але інші значення рівноважного вологовмісту за однакових значень вологості в ексикаторі. Отримане свідчить про близькі гігроскопічні властивості досліджуваних об'єктів. Різниця у кількості поглинутої води свідчить про по різному розвинуту пористу структуру досліджуваних зразків. Даний висновок підтверджується результатами, наведеними нижче.

За ізотермами сорбції по методиці описаній у роботі [12] для модельних тіл були знайдені диференціальні функції розподілу пор за радіусами. Далі за отриманими диференціальними функціями пор по радіусам знаходили середній та найбільш імовірний радіуси пор. Їх значення для колоїдних капілярно-пористих модельних тіл із різних крохмалів з різною мольною концентрацією наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Середній (\bar{R}) та найбільш імовірний (R_m) радіуси пор досліджуваних зразків

Мольна концентрація, $\cdot 10^7$ (моль крохмалю)/(моль води)	$\bar{R} \cdot 10^7$, м	$R_m \cdot 10^7$, м
кукурудзяний крохмаль		
1,1	13,95	3,87
1,9	18,53	5,04
4,0	52,78	5,49
пшеничний крохмаль		
1,1	11,98	6,27
1,9	17,76	7,69
4,0	42,96	8,15
картопляний крохмаль		
1,1	13,38	4,34
1,9	18,99	4,63
4,0	21,98	4,77

Із даних наведених в таблиці видно, що за збільшення мольної концентрації крохмалю в зразках найбільш

імовірний радіус пор змінюється наступним чином: для кукурудзяного крохмалю збільшується — в 1,4 рази; для пшеничного — в 1,3 рази; а для картопляного — в 1,1 рази. Збільшення мольної концентрації крохмалю, а, відповідно, і кількості сухих речовин, супроводжується утворенням пор із різними радіусами, в результаті чого найбільш імовірний радіус пор збільшується. Для модельного тіла із картопляного крохмалю найбільш імовірний радіус змінюється порівняно з іншими у найменше число разів при однаковій зміні молярної концентрації крохмалю, таким чином, збільшення кількості пор відбувається за рахунок утворення пор з радіусом близьким до вихідного, а не за рахунок утворення радіусів з іншими розмірами. В результаті цього кількість води моно та полісорбції для нього зростає у більшому ступені порівняно із зразками із пшеничного та кукурудзяного крохмалю. Отримане пояснює більший кут нахилу залежності на четвертій ділянці (рис. 2,а) для модельного тіла із картопляного крохмалю у порівнянні з двома іншими зразками.

На рис. 4 наведено відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного за різної мольної концентрації крохмалю в модельних тілах.

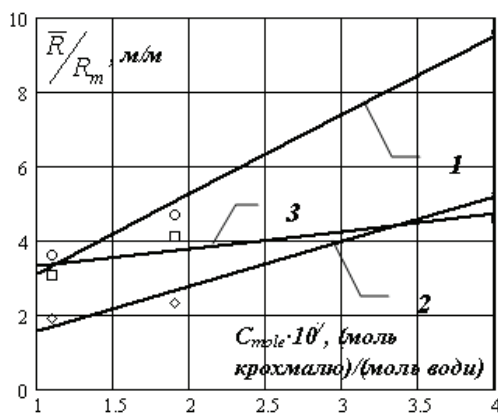


Рис. 4. Відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного за різної мольної концентрації крохмалю у зразку: 1 — кукурудзяний; 2 — пшеничний; 3 — картопляний

З рис. 4 видно, що дані відношення зростають по мірі збільшення мольної концентрації. При чому для модельного тіла із кукурудзяного крохмалю збільшення відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного зростає у більшому ступені, ніж для зразків із пшеничного та картопляного, що свідчить про більш розвинену пористу структуру даного модельного тіла. Отримане свідчить про те, що модельне тіло із кукурудзяного крохмалю у порівнянні з іншими зразками може поглинути найбільшу кількість води макро та мікрокапілярів та води змочування. Це доводить результати отриманні у попередньому пункті.

Необхідно відмітити, що отримані дані можна використовувати під час аналізу форм та структури води в крохмальутримуючій сировині та продуктах під час їх технологічної обробки.

6. Висновки

Аналізом літературних джерел встановлена актуальність розвитку фундаментальних уявлень про форми, структуру та стан води в харчових системах.

Методом ЕПР-спінових міток досліджено кінетику видалення води із колоїдних капілярно-пористих модельних тіл із крохмалю з варіюванням значень його молярної маси та молярної концентрації. Варіювання молярної маси проводилось шляхом використання різних крохмалів, а варіювання молярної маси — шляхом використання різної кількості крохмалю під час приготування модельного тіла.

Встановлено, що чим більша молярна маса молекул крохмалю, тим більшу площу поверхні має модельне тіло. Відзначено, збільшення розміру молекул крохмалю сприяє зменшенню пористості модельних тіл із крохмалю і, як наслідок, зміні їх властивостей поглинати воду.

Відмічено, що отримані дані можна використовувати під час аналізу форм та структури води в крохмальутримуючій сировині та продуктах під час їх технологічної обробки.

Література

1. Погожих, М. І. Дослідження системної води 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.
2. Погожих, М. І. Дослідження стану води швидковідновлюваної каші методом ЕПР-спінових міток [Текст] / 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 [Текст] : Міжнародна науково-практична конференція, 18 жовтня 2012 р.: [присвячена 45-річчю ХДУХТ тези: у 2 ч.]. — Харків : ХДУХТ, 2012. — Ч. 1. — С. 425–427.
3. Пак, А. О. Дослідження впливу властивостей крохмалю на системну вод зернових культур [Текст] / А. О. Пак // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2012. — Т. 6, № 3(8). — С. 9–10.
4. Moebius, K. High-field EPR spectroscopy on proteins and their model systems [Текст] / K. Moebius, A. Savitsky. — RSC Publishing, 2009. — 350 p. — ISBN: 0-8540-4368-3.
5. Lund, A. Principles and Applications of Electron Spin Resonance [Текст] / A. Lund, M. Shiotani. — Springer Verlag, 2008. — 367 p. — ISBN: 1-4020-5343-6.
6. Погожих, М. І. Дослідження стану води в області гігроскопічного вологовмісту харчової сировини методом ЕПР-спінових міток [Текст] / М. І. Погожих, І. С. Ромоданов, А. О. Пак // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: 36. наук. пр. — Харків : ХДУХТ, 2007. — Вип. 1(5). — С. 480–486.
7. Погожих, М. І. Дослідження стану води в області гігроскопічного вологовмісту харчової сировини методом ЕПР-спінових міток [Текст] : Програма і 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.
8. Погожих, Н. І. Исследование гигроскопических свойств среды для культивирования бактерий методом Фурье-анализа ЭПР-спектров [Текст] / Н. И. Погожих, А. О. Пак, Я. В. Толстова // Тезисы докладов VII-й международной научно-технической конференции, 21–22 мая 2009 г. — Могилев: УО МГУП, 2009. — С. 113.
9. Погожих, М. І. Аналіз стану води 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. / М. І. Погожих, А. О. Пак // Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — Харків, ХДУХТ: 2010. — С. 278–279.

10. Погожих, М. І. Використання методу ЕПР-спінових міток під час дослідження стану вологи в харчовій сировині [Текст] : Міжнародна науково-практична конференція, 19 травня 2011 р.: [тези: у 4 ч.] / 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.
11. 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.
12. Потапов, В. О. Структурно-енергетичний метод аналізу ізотерм сорбції-десорбції харчової сировини [Текст] : зб. наук. пр. / В. О. Потапов // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. — Харків : ХДУХТ, 2005. — Вип. 1. — С. 313–322.

ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ ВОДЫ КРАХМАЛОВ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИМ И ЭПР-МЕТОДАМИ

Отмечена актуальность развития фундаментальных представлений о форме, структуре и состоянии воды в пищевых системах. Методом ЭПР-спиновых меток исследована кинетика удаления влаги из модельных тел из различных крахмалов с разной мольной концентрацией. Проведены тензометрические исследования модельных тел из различных крахмалов с разной мольной концентрацией.

Ключевые слова: системная вода, ЭПР метод, тензометрический метод.

Погожих Микола Іванович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри енергетики та фізики, Харківський державний університет харчування та торгівлі, e-mail: drpogozhikh@mail.ru.

Пак Андрій Олегович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра енергетики та фізики, Харківський державний університет харчування та торгівлі, e-mail: pak_andr@mail.ru.

Пак Аліна Володимирівна, кандидат технічних наук, кафедра товароведення в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі, e-mail: pak_alyna@mail.ru.
Мольський Олександр Сергійович, факультет обладнання та технічного сервісу, Харківський державний університет харчування та торгівлі, e-mail: Molsky@gmail.com.

Погожих Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой энергетики и физики, Харьковский государственный университет питания и торговли.

Пак Андрей Олегович, кандидат технических наук, доцент, кафедра энергетики и физики, Харьковский государственный университет питания и торговли.

Пак Алина Владимировна, кандидат технических наук, кафедра товароведения в таможенном деле, Харьковский государственный университет питания и торговли.

Мольский Александр Сергеевич, факультет оборудования и технического сервиса, Харьковский государственный университет питания и торговли.

Pogozhikh Micola, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, e-mail: drpogozhikh@mail.ru.

Pak Andrey, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, e-mail: pak_andr@mail.ru.

Pak Alina, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, e-mail: pak_alyna@mail.ru.

Molsky Alexander, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, e-mail: Molsky@gmail.com

УДК 004.056

Петров А. О.

АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНОЇ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЗАХИСТОМ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Розглядаються аспекти розробки систем управління захистом інформації в комп'ютерних системах та мережах. Проведено дослідження технологій, методів і засобів, що дозволяють в реальному часі оцінювати ризик порушення інформаційної безпеки в комп'ютерних мережах корпоративних інформаційних систем, а також прогнозувати рівень захисту інформації при проектуванні систем захисту інформації.

Ключові слова: управління захистом інформації, комп'ютерні мережі, корпоративні системи, системний аналіз, прогнозування.

1. Вступ

Наступив новий етап у розвитку обміну інформацією, що характеризується інтенсивним впровадженням сучасних інформаційних технологій, широким розповсюдженням комп'ютерних мереж, та створює нові можливості та якість інформаційного обміну [1].

Корпоративні інформаційні системи (КІС) стають сьогодні одним з головних інструментів управління

бізнесом, найважливішим засобом виробництва сучасного підприємства, використовуються в банківській, фінансовій сферах, у сфері державного управління. КІС включає в себе інфраструктуру та інформаційні сервіси.

Однак застосування інформаційних технологій неможливе без підвищеної уваги до питань інформаційної безпеки через наявність загроз захищеності інформації [2].

Для сучасного етапу розвитку теорії та практики забезпечення захисту інформації (ЗІ) характерна наступна