

УДК 579.67:613.29

МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АДСОРБЕНТІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Капрельянць Л.В., д-р техн. наук, професор, Тіщенко В.М., канд. техн. наук, доцент,

Шалигін О.В., асистент, Гоцуленко М.І., канд. техн. наук, асистент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті розглянуто питання визначення та узагальнення поверхневих характеристик адсорбентів природного походження та одержання емпіричних рівнянь

The questions are regarded at the article: surface characteristics of natural adsorbent are determined and summarized, the empirical equations have been obtained.

Ключові слова: функціональні продукти харчування, харчові волокна, адсорбція, адсорбат.

Сучасний етап розвитку вітчизняної харчової промисловості обумовлюється проблемою сьогодення – здоров'ям нації України. Відсутність систематичного отримання та вживання продуктів, повноцінних за калорійним складом та вмістом основних фізіологічних інгредієнтів, приводить до дисбалансу біохімічних реакцій організму та психосоціальної поведінки людини. Вирішити питання можливо шляхом формування раціонів харчування згідно з потребами населення (вікова група, темп життя) і збільшення об'ємів виробництва функціональних продуктів харчування, здатних скорегувати порушення мікробіоценозу та підтримати гомеостаз організму [1, 2]. Щороку зростає кількість ксенобіотиків у навколошньому середовищі, збільшується кількість захворювань, пов'язаних з його екологічним станом, при цьому значно знижується ефективність фармакологічних принципів корекції здоров'я людини. На цьому фоні зростає значущість сорбційної дієтотерапії, яка спрямована на виведення з організму людини шкідливих речовин і патогенних мікроорганізмів. У цьому ракурсі особливу цікавість становлять природні рослинні компоненти біополімерів целюлози, геміцелюлози, лігніну, які здатні виконувати функцію ентеросорбентів у харчовому раціоні людини.

Аналіз інформаційного поля та наукових досліджень фахівців з питань здорового харчування є підставою для твердження про те, що необхідним складником раціону людини є харчові волокна (ХВ). Утримання від їх споживання може розвинути цукровий діабет, зайву вагу, атеросклероз та інші захворювання. Також відомо, що харчові волокна (ХВ) здатні до адсорбції та виведення токсинів з організму. Основною перевагою при виробництві ХВ з погляду ресурсо- та енергозбережних технологій є можливість використання біотехнологічних способів, а також застосування в якості сировини для їх виробництва відходів харчової та переробної промисловості, що дозволяє отримати вагомий економічний ефект. Адсорбційні властивості сорбентів обумовлені наявністю розвиненої поруватої структури, яка має достатньо велику активну поверхню. Останній факт пояснює здатність адсорбента утримувати гази, рідину, пари або речовини, які знаходяться у розчині.

Відомо, що ХВ взаємодіють із середовищем шляхом адсорбції; існує декілька загальних характеристик адсорбції, які б задовільно пояснюють процес стосовно не тільки певного адсорбенту, але й групи харчових волокон, споріднених, наприклад, за своїм походженням.

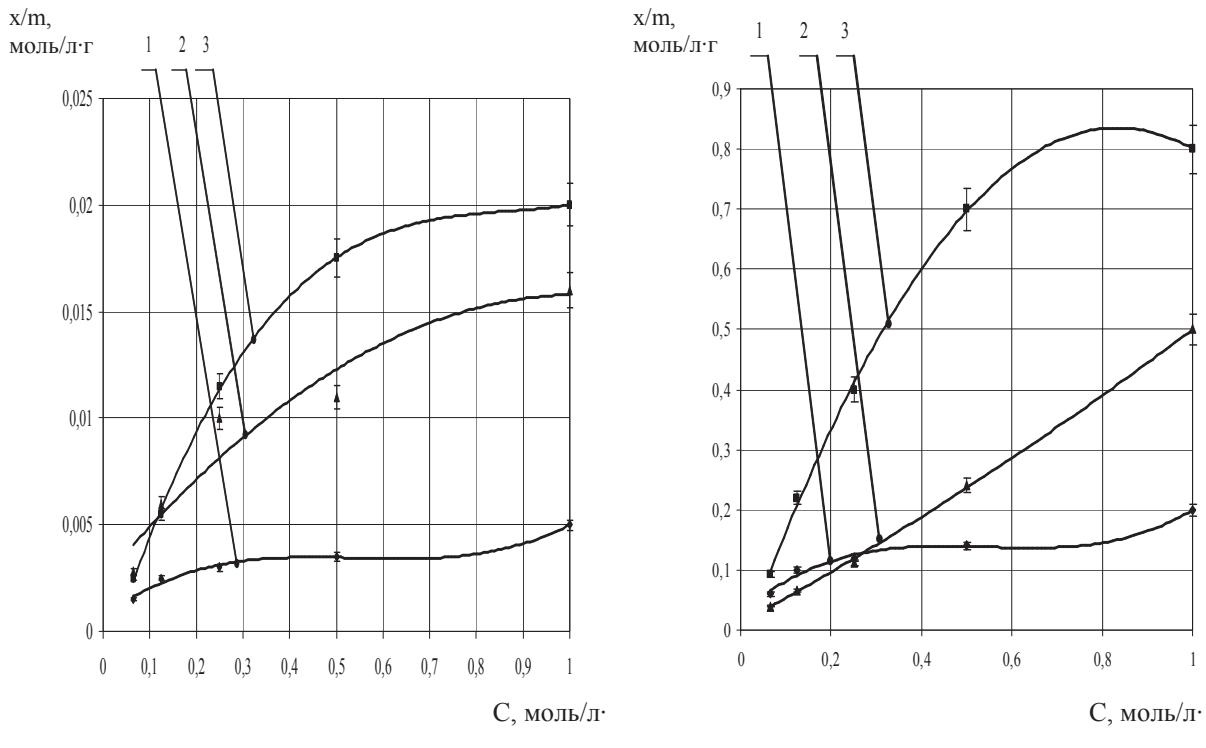
Метою даної наукової роботи є узагальнення поверхневих характеристик та одержання ряду емпіричних рівнянь, які описують процес адсорбції низькомолекулярних речовин на ХВ. Реалізація ідеї складається з наступних етапів:

- селекція харчових волокон та їх фракціонування за розміром часток;
- створення модельної системи типу адсорбент – адсорбат;
- проведення процесу адсорбції (адсорбат – харчові кислоти);
- визначення кількісних характеристик адсорбції [3 – 6];
- обробка експериментальних даних з використанням апарату математичної статистики.

В якості адсорбентів було обрано ХВ природного походження – біополімерний комплекс цукрового буряку, висівки пшениці, жом цукрового буряку [7]. Адсорбат – оцтова кислота. Температура під час проведення досліджень була постійною і дорівнювала 25 ± 1 °C. Для дослідження використовували ХВ заданої дисперсності у межах 0,25 – 1 мм. Акцентування уваги на таких значеннях розмірів частинок, що пов'язане з подальшою іммобілізацією ферменту на поверхні ХВ (результати дослідів не входять в рамки цієї роботи). Розділення ХВ на фракції, які мають відповідні розміри, здійснювали, використовуючи різні сита. Розчини адсорбтивів (оцтової кислоти) готували з крижаної оцтової кислоти і атестували їхню концентрацію методом об'ємного титрування з використанням розчину гідроксиду калію, приготовлено-

го з використанням фіксоналів. Адсорбцію проводили протягом 1 години [4]. Розрахунки граничної адсорбції проводили з використанням фундаментальних рівнянь Френеліха та Ленгмюра. Рівняння описують процеси мономолекулярної адсорбції та містять ряд констант [6].

На рис. 1 (а, б) наведені криві залежності адсорбції від концентрації адсорбату.



І – жом цукрового буряку; 2 – висівки пшеничні; 3 – біополімерний комплекс цукрового буряку;
(а – схід сита № 1 мм, б – схід сита № 0,25 мм)

Рис. 1 – Залежність адсорбції оцтової кислоти на біополімерних адсорбентах від її концентрації

Найбільш характерними для адсорбції є залежності 3 (біополімерний комплекс цукрового буряку). Є підстави припускати, що подібна субстанція схильна до суттєво фізичної адсорбції з заповненням поверхні та утворенням адсорбційного і дифузійного шарів. Для жому цукрового буряку крива (рис. 1 а, б) адсорбція протикає ступінчасто і можливим є варіант кластерної адсорбції з локальним заповненням ділянок поверхні з відповідною поверхневою енергією. Подальше зростання адсорбції при значеннях концентрації 0,7...0,75 (для двох рисунків) можна пояснити заповненням ділянок з іншим значенням поверхневої енергії, не виключним є факт перебудови поверхневого шару.

Для висівок пшениці ступеня дисперсності 1 мм (крива 2) адсорбція схожа на варіант з біополімерним комплексом цукрового буряку. Випадок з ХВ нагадує варіант з полімолекулярною адсорбцією (теорія Поляні), коли після утворення мономолекулярного шару адсорбція не зупиняється.

На основі проведених експериментальних досліджень і одержаних відповідних адсорбційних характеристик розглянемо таку параметричну схему процесу адсорбції (рис. 2). Загальновідомою є інформація щодо впливу окремих факторів на процес адсорбції [6]. Ряд констант, які є однозначними функціями від температури [6]. Останній факт обґрунтуете вибір температури як фактора, який здатен вплинути на значення адсорбції. Якщо має місце хемадсорбція, то показник активності іонів водню впливає на константу дисоціації функціональних груп біополімерної матриці, а відповідно, на адсорбційні властивості. Ступінь дисперсності адсорбенту визначає його питому поверхню і є також впливовим фактором.

Для випадку з адсорбцією з модельного середовища, роль якого виконує оцтова кислота (лабораторні умови), за умов ізотермічності процесу, два фактори можна зафіксувати та провести дослідження у випадку часткової ізофакторіальності. Відомо, що такі дві характеристики, як температура і pH та концентрація і pH, є достатньо корельованими, тобто мають властивість мультиколінеарності. Останній факт може привести до нестійкості коефіцієнтів одержаних емпіричних рівнянь.

Врахуємо останнє і зафіксуємо такі два фактори: $T = 298 \text{ K}$, $\text{pH} = 3,2 \dots 4$. Заплановані граничні умови звужують рівень універсальності перспективних математичних моделей, але підвищують рівень їх адекватності.

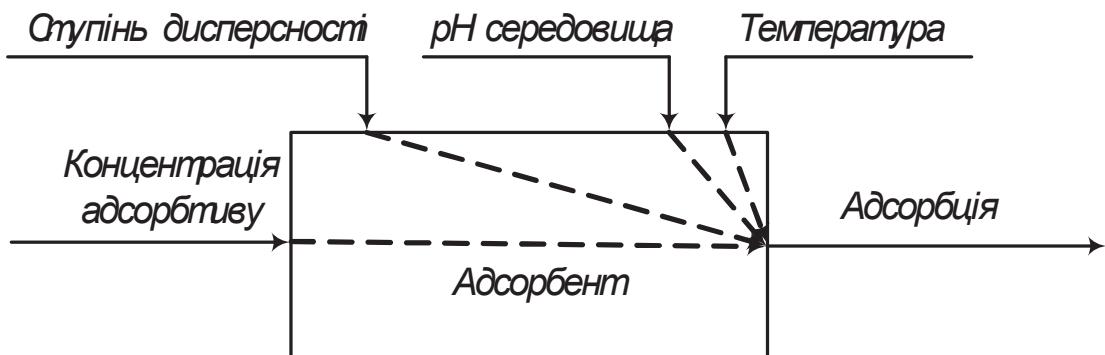


Рис. 2 – Повнофакторна параметрична схема процесу адсорбції

Беручи до уваги все це, можна перейти до простішої параметричної схеми (рис. 2).

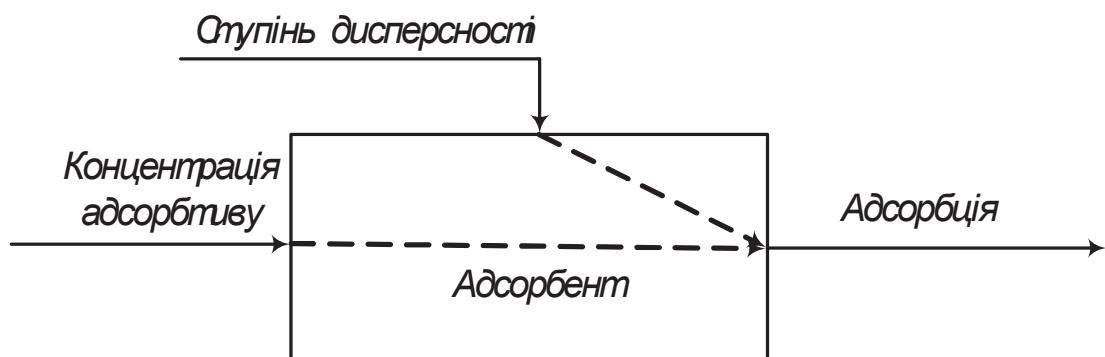


Рис. 3 – Скорочена параметрична схема процесу адсорбції

На підставі одержаних даних виведено емпіричні рівняння, які описують вищевказані залежності (рис. 1).

Для ступеня дисперсності (1 мм)

$$x/m = 0,019C^3 - 0,031C^2 + 0,0163C + 0,0007, R^2 = 0,988 \text{ – жом цукрового буряку}$$

$$x/m = -0,0128C^2 + 0,0262C + 0,0024, R^2 = 0,931 \text{ – висівки пшеничні}$$

$x/m = 0,0305C^3 - 0,0797C^2 + 0,0712C - 0,0019, R^2 = 0,9995$ – біополімерний комплекс жому цукрового буряку.

Для ступеня дисперсності (0,25 мм)

$$x/m = 0,7584C^3 - 1,2383C^2 + 0,6525C + 0,0274, R^2 = 0,988 \text{ – жом цукрового буряку;}$$

$$x/m = 0,0798C^2 + 0,4093C + 0,0116, R^2 = 0,9995 \text{ – висівки пшеничні;}$$

$$x/m = -1,2517C^2 + 2,0852C - 0,0331, R^2 = 0,9992 \text{ – біополімерний комплекс жому цукрового буряку.}$$

Розробили план типу 2^2 і одержали повнофакторне рівняння яке побудовано на підставі аналізу властивостей біополімерного комплексу цукрового буряку.

$$\frac{x}{m} = 0,23 + 0,18 \frac{C - 0,533}{0,468} - 0,22 \frac{D - 0,625}{0,375} - 0,17 \frac{C - 0,533}{0,468} \cdot \frac{D - 0,625}{0,375} \quad (1)$$

Інтервал варіювання факторів C $0,065 \dots 1 \text{ моль}/\text{м}^3$, D $0,25 \dots 1 \text{ мм}$

На підставі одержаних результатів можна прогнозувати адсорбційні властивості при заданих значеннях відповідних факторів. Наведені рівняння дозволяють розраховувати значення такого параметра як адсорбція при заданому значенні концентрації адсорбтиву і відповідних значеннях температури і pH середовища. Повнофакторне рівняння дозволяє оптимізувати процес при заданій вхідній характеристиці.

Вся одержана інформація дає можливість оцінювати ефективність адсорбенту, одержаного з біополімерів рослинного походження.

Література

1. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти/ Л. В. Капрельянц, К. Г. Йоргачова. – О.: Друк, 2003. – 333 с.
2. Гемміцеллюзози/ М.С. Дудкін, В.С. Громов, Н.А. Ведерников С.К. и др. – Рига: Зинатне, 1991. – 488 с.
3. Воюцкий С.С. Курс коллоїдної хімії. Ізд. 2-е, перераб и доп. – М.: Хімія, 1976. – 512 с.
4. Фролов Ю.Г. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии/ Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский, В.В. Назаров. – М.: Хімія, 1986. – 216 с.
5. Алесковский В.Б. Физико-химические методы анализа/ В.Б. Алесковский, В.В. Бардин, М.И. Булатов и др. – Л.: Хімія, 1988. – 376 с.
6. Фролов Ю.Г. Курс коллоїдної хімії. Поверхностные явления и дисперсные системи. – М.: Хімія, 1982. – 400 с.
7. Пат. 26442. Україна, МПК A23L 1/0524. Спосіб одержання харчової добавки з адсорбційною здатністю/ Л.В. Капрельянц, М.І. Гоцуленко – № и 2007 03843; заявл. 06.04.2007; опубл. 25.09.2007, Бюл. № 15.

УДК 664.002.35 : 573.6

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОСАХАРИДОВ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Безусов А.Т., д-р техн. наук, проф., Пилипенко И.В., канд. техн. наук, ассистент,
Средницкая З.Ю., старший научный сотрудник
Одесская национальная академия пищевых технологий

*Регуляция клеточного метаболизма путём внешнего воздействия на клубни *Helianthus tuberosus L.*. Позволяет индуцировать синтез специфических полифруктозанов с целью увеличения их содержания в сырье и разработки эффективного способа их извлечения*

*The cells metabolism regulation of root *Helianthus tuberosus L.* by outer influence indicates the specific polyfructosans synthesis for their contents increasing, and searching ways for effective obtaining polyfructosans*
Ключевые слова: топинамбур, инулин, инулиноподобные вещества, инулаза, полифруктозаны

В настоящее время изучению пребиотического действия олигосахаридов уделяется большое внимание. Создана Европейская комиссия по неперевариваемым олигосахаридам – ENDO (European commission on non-digestible oligosaccharides). В соответствии с положениями, выдвигаемыми ENDO, пребиотические эффекты олигосахаридов реализуются по следующим направлениям: увеличение числа и активности бифидо- и лактобактерий, оптимизация функции кишечника, увеличение абсорбции кальция, магния и др. металлов, модуляция липидного метаболизма, снижение уровня холестерина и триглицеридов, предотвращение развития рака кишечника.

На мировом рынке появляется все большее число пищевых добавок и продуктов функционального питания, содержащих олигосахариды, что отражает перспективность данного направления для коррекции нарушений микробиоценоза у человека.

Нормальная микрофлора кишечника является одним из барьеров на пути экзогенной инфекции - участвует в обезвреживании токсинов, ограничивая болезнетворность токсигенных бактерий, попадающих в кишечник, и их размножение. Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры возникают уже в дистальных отделах тонкой кишки, куда не попадают секреты желудка и поджелудочной железы, некоторые компоненты желчи, бактериостатические и бактерицидные эффекты которых ослабевают по мере приближения к толстому кишечнику.