

УДК 664.8/9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРИСТОСТІ КРУПИ ГРЕЧАНОЇ ВІД РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ

Пак А.В., к.т.н., доцент, Григор'єв А.В., магістр,
Пак А.О., д.т.н., доцент

Українська інженерно-педагогічна академія,
Державний біотехнологічний університет

В дослідженні отримано ізотерми сорбції крупи гречаної від різних виробників: ТМ «Розумний вибір», ТМ «Хуторок», ТМ «Сквирянка», ТМ «Своя лінія», ТМ «Терра». За ізотермами сорбції отримано диференціальні функції розподілу пор за радіусами досліджуваної харчової продукції. Визначені найбільш імовірний та середній радіуси пор для крупи гречаної, співвідношення між якими визначають властивість сировини набухати у змочуючій рідині.

Очевидно здатність харчової сировини та продуктів поглинати або віддавати вологу визначається їх пористістю. Об'єктивною характеристикою пористості є розподіл пор досліджуваних зразків за радіусами.

Визначення диференціальної функції розподілу пор за радіусами в крупі гречаній від різних виробників проводилось за допомогою ізотерм сорбції досліджуваної сировини наступним чином [1, 2]. Тензометричним методом отримувались ізотерми сорбції для круп гречаних від різних виробників: ТМ «Розумний вибір», ТМ «Хуторок», ТМ «Сквирянка», ТМ «Своя лінія», ТМ «Терра». Ізотерми сорбції досліджуваних зразків наведено на рис.1.

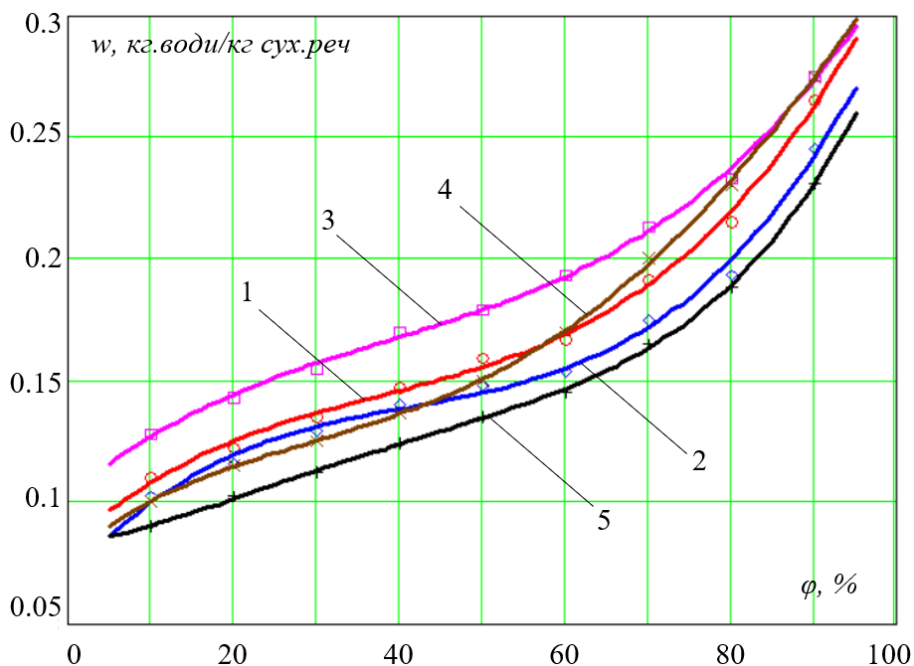


Рис.1. Ізотерми сорбції крупи гречаної від різних виробників:
1 – ТМ «Розумний вибір»; 2 – ТМ «Хуторок»; 3 – ТМ «Сквирянка»,
4 – ТМ «Своя лінія»; 5 – ТМ «Терра»

Апроксимація експериментальних даних проводилась функцією виду [1]:

$$\varphi = \frac{w^{A_3}}{A_1 + A_2 w^{A_3}}, \quad (1)$$

де A_1, A_2, A_3 – апроксимаційні коефіцієнти;

w – вологовміст.

Використання даної апроксимаційної функції дає можливість отримувати таку важливу структурно-фізичну характеристику як диференціальна функція розподілу пор за радіусами $f_n(R^*)$.

Диференціальна функція розподілу пор за радіусами визначається наступним чином:

$$f_n(R^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_R R^*} \exp\left(-\frac{(\ln(R^*) - m_R)^2}{2\sigma_R^2}\right), \quad (2)$$

де m_R та σ_R – параметри логарифмічно нормального розподілу;

R^* – безрозмірний радіус пори $R^* = (R - d_0)/d_0$;

R – радіус пори, м;

$d_0 = 0,3 \cdot 10^{-9}$ м – радіус молекули води.

Параметри логарифмічно нормального розподілу розраховуються [1, 2] за формулами:

$$m_R = \left(\frac{A_2}{0,433}\right)^{1,247}, \quad (3)$$

$$\sigma_R = -\frac{\ln(6,12A_1)}{0,625} \left(\frac{A_3 - 0,957}{0,223}\right)^{-0,6}. \quad (4)$$

Функції розподілу пор за радіусами для крупы гречаної від різних виробників, розраховані за ізотермами сорбції даної сировини з використанням формул (1)–(4), представлені на рис.2.

Наведені на рис.2 диференціальні функції розподілу пор за радіусами крупы гречаної від різних виробників для наочності пронормовані на максимальне значення.

За визначеним аналітичним видом функцій розподілу пор за радіусами були визначені середній:

$$\bar{R} = d_0[1 + \exp(m_R + \sigma_R^2/2)] \quad (5)$$

та найбільш ймовірний радіус пор (центр розподілу):

$$R_m = d_0[1 + \exp(m_R - \sigma_R^2)]. \quad (6)$$

Середній та найбільш ймовірний радіус пор розраховані за формулами (5) та (6) наведені в табл.1.

Середній та найбільш імовірний радіус пор крупи гречаної від різних виробників

Виробник	$\bar{R} \cdot 10^7, \text{ м}$	$R_m \cdot 10^{10}, \text{ м}$
ТМ «Розумний вибір»	4.128	10.443
ТМ «Хуторок»	2.331	5.012
ТМ «Сквирянка»	6.291	17.426
ТМ «Своя лінія»	1.469	2.908
ТМ «Терра»	1.017	1.739

Отримані функції розподілу мають схожий характер та близькі положення максимумів відносно осі, на якій відкладено безрозмірний радіус пор, що підтверджують і найбільш імовірні радіуси наведені в таблиці: розкид їх значень знаходиться в межах похибки.

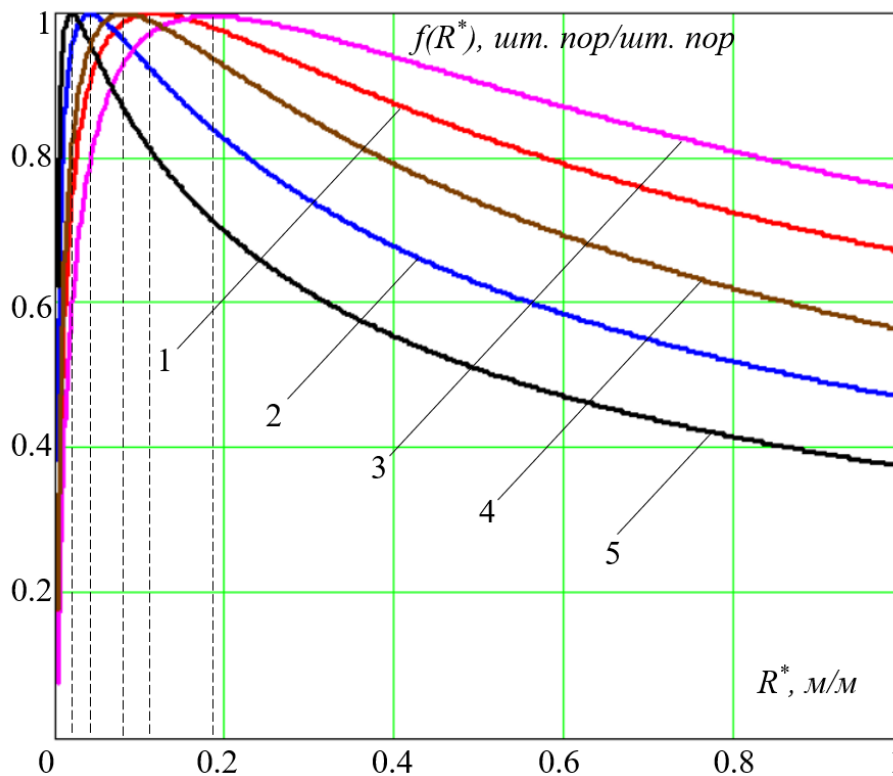


Рис.2. Диференціальні функції розподілу пор за радіусами крупи гречаної від різних виробників: 1 – ТМ «Розумний вибір»; 2 – ТМ «Хуторок»; 3 – ТМ «Сквирянка», 4 – ТМ «Своя лінія»; 5 – ТМ «Терра»

Щодо ширини лінії, то найбільша ширина у функції розподілу пор за радіусами для крупи гречаної від ТМ «Сквирянка», а найменша – від ТМ «Терра». Внаслідок цього найбільший середній радіус у крупи гречаної від ТМ «Сквирянка», а найменший – від ТМ «Терра». Крупи гречані від інших виробників займають проміжне положення.

Чим більше відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного має матеріал, тим більше вологи він може поглинути. Значення даних відношень

для досліджуваної сировини, $\cdot 10^{-3}$: ТМ «Розумний вибір» – 2.53, ТМ «Хуторок» – 2.15, ТМ «Сквирянка» – 2.77, ТМ «Своя лінія» – 1.98, ТМ «Терра» – 1.71. Такі значення відношення середнього радіуса пор до найбільш імовірного пояснюють характер поведінки ізотерм сорбції, представлених на рис.1. Ізотерма сорбції для крупи гречаної від ТМ «Сквирянка», яка має найбільше значення відношення середнього радіуса пор до найбільш імовірного, знаходиться вище за інші зразки, а ізотерма для крупи гречаної від ТМ «Терра» – найнижча, оскільки для даного зразка дане відношення найменше.

Наслідком такого перерозподілу є різна властивість крупи гречаної від різних виробників поглинати вологу не тільки із оточуючого газового середовища під час зберігання, а також і властивість набухати у змочуючій рідині перед та в процесі приготування.

Список літератури:

1. Потапов В. О. Структурно-енергетичний метод аналізу ізотерм сорбції-десорбції харчової сировини / В. О. Потапов // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі : Зб. наук. пр. Харків : ХДУХТ, 2005. – Вип.1. – С.313-322.

2. Погожих М. І. Дослідження системної вологи крохмалю зернових культур методом ЕПР / М. І. Погожих, А. О. Пак, А. В. Пак, М. В. Жеребкін // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 5/6 (59). Харьков, 2012. – С.62-66.