



ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ С МАТЕРИАЛОМ В МАКАРОННОМ ТЕСТЕ

Валерий Манк, Вера Юрчак, Татьяна Евсеенко

В настоящата работа са представени изследванията върху формата и енергията на свързване на водата в макароненото тесто чрез изучаване на процеса на вакуумно обезводняване на пресованото макаронено тесто в установката на Мак – Бен, сорбцията и десорбцията на водни пари в обезводнено тесто, а също така данните от определянето на количеството влага, при различни форми на връзката, получени по термогравиметричен метод.

Valery Mank, Vera Urchak, Tatyana Yevseyenko

The papers demonstrate the researching of form and energy of water existing in pasta dough. Processes of sorbtion and desorbtion and kinetic of dehydration of pasta dough also investigated. Influence of non-traditional raw materials and food additives on above-mentioned properties and colloidal processes are found out. Speed desorbtion constants in vacuum dehydration of dough are identified.

Кинетика процеса сушки макаронных изделий и качеств готовых изделий зависят от форм и энергии связывания влаги с материалом. Однако исследованию форм связи в макаронном тесте и влиянию на них различных факторов до настоящего времени уделялось мало внимания.

В данной работе представлены исследования форм и энергии связывания воды в макаронном тесте путем изучения процессов вакуумного обезвоживания пресованного макаронного теста в установке Мак – Бена, сорбции – десорбции паров воды обезвоженным тестом, а также данные по определению количества влаги разных форм связи термогравиметрическим методом. Изучали влияние нетрадиционного сырья и пищевых добавок на эти процессы.

Для характеристики процессов вакуумного обезвоживания макаронного теста предложено описание кинетики удаления воды с дисперсной системы в изотермических условиях при постоянном перепаде давления. Осуществлено использовать уравнение кинетики химической реакции первого порядка, которое даёт представление о приближении системы к состоянию равновесия:

$$\frac{da}{dt} = K(a_m - a), \quad (1)$$

где K – константа скорости десорбции, c^{-1} , a_m – максимальное количество удаленной влаги из образца, r/r СВ; a – количество удаленной влаги за определенное время, r/r СВ.

После интегрирования уравнения (1) и выполнения необходимых преобразований получено выражение для расчета константы скорости десорбции:

$$K = \frac{\ln(a_m - a)}{t}. \quad (2)$$

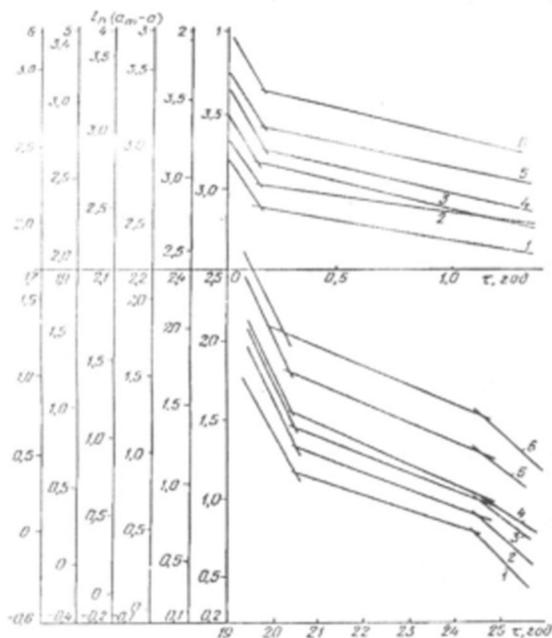
Экспериментальные данные, касающиеся влияния белкового сырья на кинетику обезвоживания макаронного теста, представленные в координатах $\ln(a_m - a) = f(t)$ (рисунок), свидетельствуют, что уравнение (2) хорошо описывает результаты опыта и его целесообразно использовать для количественной оценки этого процесса.

Анализ полученных зависимостей (см. рисунок.) дает возможность выделить пять участков в процессе удаления влаги из теста: на первом наблюдается быстрое удаление значительного количества влаги (около 10 %), на втором – медленнее удаляется 5 – 7 % влаги. После перерыва в опыте, который моделирует процесс отволаживания, наблюдается аналогичный характер удаления влаги (третий и четвертый участки). Пятому участку свойственны незначительное удаление влаги и незначительное влияние добавок на этот процесс.

Определены константы скорости десорбции на разных участках обезвоживания теста с нетрадиционным сырьем, что позволило количественно оценить влияние сырья на кинетику обезвоживания и пористую структуру теста.

Установлено, что в тесте с люпиновой мукой, с мукой из солода гороха, с желатином снижается константа скорости десорбции на первом участке, что свидетельствует о меньшем размере макропор в тесте с этим сырьем. По-иному влияют они на микропористую структуру теста: внесение муки из солода гороха и желатина увеличивает константу скорости обезвоживания и объем микропор (второй участок), совместное использование желатина с белковыми добавками растительного

происхождения тоже ускоряют обезвоживание, увеличивает объем микропор. Таким образом, белковое сырье способствует образованию более тонкопористой структуры теста, но объем и размер микропор



Фиг.1 Изменение влажности образцов макаронного теста 1 – без добавок (контроль); 2 – с люпиновой мукой ; 3 – с мукой из солода гороха; 4 – с желатином; 5 – с люпиновой мукой и с желатином; 6 – с мукой из солода гороха и с желатином на разных участках вакуумного обезвоживания.

увеличивается по сравнению с контролем, что ускоряет процесс его обезвоживания во втором периоде.

Исследование влияния пектинсодержащего сырья на кинетику обезвоживания позволило сделать вывод, что овощные порошки и пектины также способствуют

уменьшению размеров и объема макропор и соответственно уменьшению количества свободной воды. При этом образуются микрокапилляры большего размера, имеющие больший объем, и увеличивается количество влаги микрокапилляров и влаги гелевого пространства. Благодаря образованию более тонкопористой структуры скорость удаления влаги на первом участке уменьшается, а на втором – увеличивается. Это не только сокращает процесс сушки образцов с пектинсодержащим сырьем по сравнению с контролем, но имеет также важное технологическое значение: увеличение скорости обезвоживания во втором периоде, когда тесто приобретает упругие свойства, способствует снижению градиента влажности изделий, и соответственно снижению напряжений, которые приводят к образованию микротрещин в изделиях.

Анализ изотерм адсорбции теста с исследуемыми видами сырья свидетельствуют, что использование большинства из них приводит к увеличению активности воды, а следовательно, к снижению прочности связи влаги с тестом в равновесном адсорбционно-десорбционном процессе. Установлено, что практически все добавки способствуют увеличению ~~гигроскопической~~ влажности образцов. Это подтверждено также расчетами количества воды моно – и ~~полимолекулярной~~ адсорбции, влаги гигроскопического состояния и энергии связывания влаги в моно- и полимолекулярных слоях (таблица 1).

Влияние муки из бобовых культур и добавок – гелеобразователей
 На количество адсорбированной влаги и энергии ее связывания

Таблица 1

Макаронные изделия, дозировка добавки, % к массе пшеничной муки	Количество адсорбированной влаги, %			Энергия связывания влаги, Дж·10 ⁻³ /моль		Эффективный радиус микропор, $r_{эф} \cdot 10^{10}$, м
	мономолекулярного слоя, U_m	полимолекулярного слоя, U_n	гигроскопического состояния	мономолекулярного слоя, U_m	полимолекулярного слоя, U_n	
Без добавок (контроль)	3,0	10,0	16,0	5,60	1,37	12,67
С добавкой муки из солода гороха, 6	5,0	10,0	17,0	4,17	1,37	13,82
люпиновой муки, 6	6,0	10,0	17,00	3,18	1,37	13,80
желатина, 0,4	6,0	10,0	18,0	3,19	1,37	14,16
муки из солода гороха, 6, и желатина, 0,4	5,0	11,0	17,0	4,17	1,05	14,16
люпиновой муки, 6, и желатина, 0,4	5,0	11,0	17,0	4,17	1,05	12,92
карбюлозы, 0,6	8,0	11,0	17,0	2,23	1,05	13,99

Полученные по данным изотерм адсорбции интегральные $F(r)$ и дифференциальные $f(r)$ функции распределения микропор по их размерам подтверждают образование более тонкопористой структуры теста с исследуемыми видами сырья, причем отличия наблюдаются в области переходных пор $20 \cdot 10^{10} \dots 65 \cdot 10^{10}$ м. В то же время, эффективный радиус микропор в этих образцах увеличивается.

Применение метода термогравиметрии позволило более четко дифференцировать влагу в тесте по формам связи и дать количественную оценку влияния исследуемых видов сырья на состояние воды.

В работе впервые определено, что в образцах макаронного теста влажностью 35 % содержится небольшое количество свободной воды – около 8 % к СВ теста, влаги микрокапилляров – 4,5 – 11,0 %, осмотически связанной воды – 23 – 40 % и 11 – 24 % – воды, которая связана адсорбционными центрами коллоидной системы.

Установлено, что добавки – гелеобразователи способствуют увеличению количества прочно связанной влаги: пектин приводит к увеличению количества влаги капиллярной и осмотически связанной, карбюлоза – в большей степени осмотически, желатин – адсорбционно связанной, что обусловлено, прежде всего, разной химической природой этих пищевых добавок. Овощные порошки также способствуют увеличению прочно связанной влаги, в частности адсорбционной, за счет внесения с овощными порошками гидрофильных компонентов (пектина, клетчатки и гемицеллюлозы) и за счет большей удельной поверхности самих порошков.

Мука из семян бобовых культур, а также соевый лецитин и препараты β -каротина способствуют перераспределению воды в сторону уменьшения энергии связывания.

Выводы

1. Установлено, что мука из семян бобовых культур, пектинсодержащее сырье и некоторые пищевые добавки – гелеобразователи способствуют образованию тонкопористой микроструктуры изделий и ускорению процесса обезвоживания макаронного теста.

2. Анализ изотерм адсорбции тестом воды свидетельствует об увеличении активности воды и уменьшении прочности связывания влаги с тестом в равновесном сорбционно-десорбционном процессе.

3. Термогравиметрическим методом установлено, что в макаронном тесте влажностью 35 % содержится приблизительно 8 % свободной воды, 4,5 – 11,0 % влаги микрокапилляров, 23 – 40 % осмотически связанной и 11,0 – 24 % адсорбционно связанной влаги.

Литература

1. Манк В.В., Юрчак В.Г. Аналитическое описание кинетики обезвоживания макаронного теста и механизм процесса // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – №5. – С. 12 – 16.

2. Юрчак В.Г. Влияние улучшающих добавок на коллоидные процессы в макаронном тесте // Хлебопечение России. – 2002. – №5. – С. 41 – 42.

Валерий Вениаминович Манк, доктор химических наук, академик, профессор, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии, телефон +38 (044) 227 – 92 – 06, e-mail: V_Mank@nuft.edu.ua

Вера Гавриловна Юрчак, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов, телефон: телефон +38 (044) 227 – 92 – 50,

Татьяна Петровна Евсеенко, аспирант кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов, +38 (044) 227 – 96 – 50, +38 (044) 227 – 96 – 93, e-mail: tanyayev@ukr.net

Национальный Университет пищевых технологий.