

Исследование влияния добавок-обогащителей на процесс экструзии при производстве сухих завтраков повышенной пищевой ценности

Канд. техн. наук Н. Г. МИРОНОВА

Технологический университет Подолья, г. Хмельницкий

Д-р техн. наук В. Н. КОВБАСА

аспир. Е. В. КОБЫЛИНСКАЯ

Украинский государственный университет пищевых технологий,
г. Киев

Одним из направлений развития технологии продуктов профилактического и диетического назначения является применение в традиционных изделиях добавок-обогащителей, которые обладают функциональными свойствами.

Нами в качестве добавок-обогащителей были использованы пшеничный зародыш, спирулина и порошок топинамбура, для которых характерно наличие таких биологически активных веществ, как витамины, минеральные элементы, эссенциальные жирные кислоты, соединения с радиопротекторными свойствами. Ценный химический состав этих добавок обуславливает перспективность их использования в производстве экструзионных продуктов профилактического и диетического назначения на основе зерновых культур. Потребление таких продуктов населением целесообразно при проживании на территориях, загрязненных ксенобиотиками антропогенного происхождения, а также при несбалансированном обеспечении организма основными пищевыми нутриентами.

Особенностью химического состава пшеничных зародышей, спирулины и порошка топинамбура является отсутствие или небольшое количество крахмала, который играет ведущую роль в процессе экструзии, а именно в образовании высокопористой структуры экструдатов. В связи с этим возникает необходимость изучить влияние этих добавок на процесс экструдирования крахмалсодержащего сырья, а также на некоторые показатели качества готовых экструдатов, в том числе и на реологические свойства.

С целью предварительной оценки влияния добавок исследовали их микроструктуру. Для этого образцы замораживали и лиофилизировали. На высушенной пробе делали скол и напыляли углерод. Образец изучали в 10 полях зрения на электронном микроскопе JEOL ISM-T 200 (Япония).

Исследования микроструктуры добавок показали, что организация их основных компонентов на микроуровне значительно отличается от тонкого строения центральных и периферических частей эндосперма зерновых культур.

Клетки щитка пшеничного зародыша (рис. 1), который выполняет функции органа накопления питательных веществ, состоят из белковых частиц и жировых шариков. Белковые вещества образуют матрицу (или каркас), в которой, по аналогии с крахмальными зернами в эндосперме, распределены жироподобные вещества, сахара (в виде многогранных хлопьев), ферменты (в виде небольших белковых глобул). В местах расположения ферментов на жировой массе наблюдаются следы их действия — углубления.

Микроструктура клеток спирулины имеет вид продольно ориентированных волокон, основу которых составляют полисахаридные цепи, а также связанные с ними белковые вещества, пигменты (рис. 2).

Клетки топинамбура характеризуются сложной складчатой микроструктурой (рис. 3). Полисахариды имеют вид пластин неправильной формы, на поверхности которых адсорбированы сахара и ферменты. Между ними в виде хлопьев находятся белковые вещества.

Таким образом, добавки-обогащители растительного происхождения — пшеничный зародыш, топинамбур, спирулина — имеют различную организацию на микроуровне и значительно отличаются от строения эндосперма зерновых культур, поэтому их добавление в состав экструдированных смесей будет существенно влиять на показатели качества готовых продуктов.

Влияние добавок на процесс экструзии определяли при стандартных условиях, которые обеспечивают бесперебойную работу экструдера. За критерий качества сухих завтраков принимали коэффициент вспучивания, который равен отношению диаметра площади поперечного сечения экструдата к диаметру отверстия матрицы.

Пшеничный зародыш при добавлении к зерновому сырью (пшеничной муке, гречневой, рисовой и кукурузной крупам) предварительно поджаривали, что позволило значительно улучшить вкусовые характеристики готовых изделий.

Анализ экспериментальных данных зависимости коэффициента вспучивания от содержания пшенич-

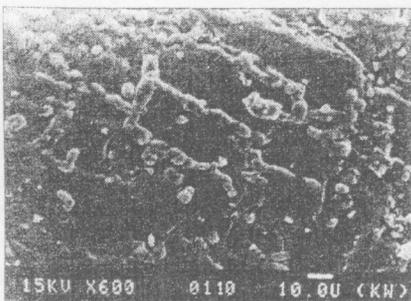


Рис. 1. Микроструктура пшеничного зародыша



Рис. 2. Микроструктура спирулины



Рис. 3. Микроструктура порошка топинамбура

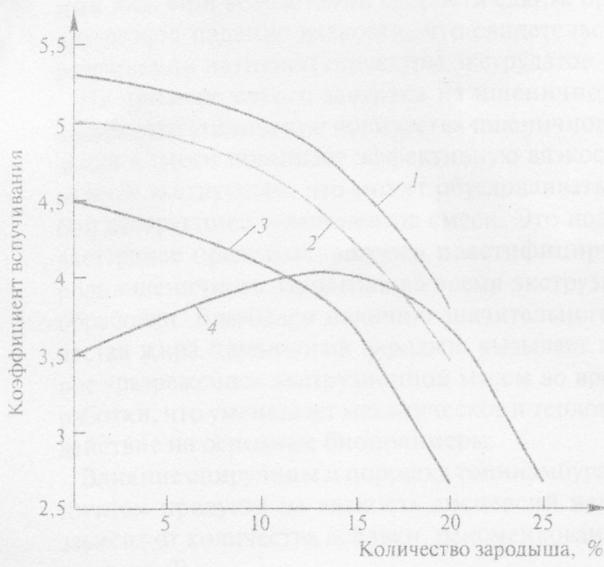


Рис. 4. Зависимость коэффициента вспучивания от количества зародыша в сухих завтраках: 1 – пшеничная мука + зародыш; 2 – кукуруза + зародыш; 3 – гречка + зародыш; 4 – рис + зародыш

ного зародыша (рис. 4) свидетельствует о том, что увеличение количества зародыша понижает коэффициент вспучивания всех продуктов, кроме рисового. В последней композиции при внесении зародыша в количестве до 15 % коэффициент вспучивания увеличивается, однако дальнейшее повышение содержания добавки в рисовой смеси (более 15 %) снижает этот показатель.

Такое влияние зародыша обусловлено особенностями его строения и состава – небольшим количеством крахмала и сравнительно высоким содержанием жира. При механической обработке в экструдере разрушается белковая матрица зародышей, которая фиксирует в себе жировые вещества, и они, принимая участие в формировании экструзионной массы, пластифицируют ее со снижением вязкости, что уменьшает степень сжатия массы перед матрицей. Вследствие этого перепад давлений не достигает оптимального значения и не обеспечивает образования высокопористой структуры. Добавление зародыша к пшеничной, кукурузной и гречневой муке имеет одинаковое влияние, а разница в коэффициентах вспучивания этих образцов обусловливается природными особенностями каждой культуры. Отличия в зависимости коэффициента вспучивания от количества пшеничного зародыша в рисовом продукте может объясняться наличием в зерне плотной белковой матрицы, которая прочно связана с крахмальными зёрнами. Экструзионная масса с излишне плотной структурой вызывает образование «забитых» пор. Внесение зародыша (в определенном количестве) несколько разряжает и пластифицирует массу, увеличивая коэффициент вспучивания.

Для определения оптимальной дозировки пшеничного зародыша с точки зрения максимального обогащения целевого продукта питательными веществами и получения сухих завтраков с высокими показателями качества, соответствующими требованиям стандартов, необходимо учитывать пластифицирующую роль пшеничного зародыша. В соответствии с проведенными исследованиями, оптимальное количество пшеничного зародыша в рисовых, кукурузных и пшеничных

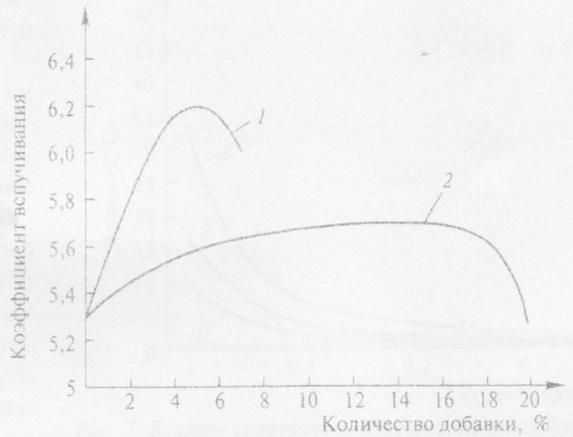


Рис. 5. Зависимость коэффициента вспучивания от спирулины и порошка топинамбура в сухих завтраках: 1 – пшеничная мука + спирулина; 2 – пшеничная мука + порошок топинамбура

продуктах составляет 15–20 % к зерновой массе, в гречневом – до 15 %.

Внесение спирулины (до 5 %) и порошка топинамбура (до 16 %) в продукт на основе пшеничной муки повышает коэффициент вспучивания (рис. 5), по нашему мнению, благодаря белковым веществам, которые улучшают структуру экструзионной массы и повышают перепад давлений до и после матрицы. Однако избыточное количество белка, как правило, понижает порообразование при «взрыве» массы. Поскольку в спирулине намного больше белка, чем в порошке топинамбура, ее оптимальное количество значительно меньше, чем порошка топинамбура.

С учетом органолептической оценки продуктов и результатов проведенных исследований оптимальное количество спирулины составляет до 3 % (увеличение дозировки вызывает появление в продукте специфического «водорослевого» привкуса), порошка топинамбура – до 16 % к массе пшеничной муки.

Чтобы подтвердить правильность истолкования результатов изучения влияния добавки пшеничного зародыша, спирулины и порошка топинамбура на процесс экструзии и качество сухих завтраков, изучали реологические свойства 3 %-ных дисперсий экструдатов.

Основной реологической характеристикой щелочно-спиртовых дисперсий экструдатов является вязкость, которая позволяет комплексно оценить степень деструкции основных биополимеров сырья во время экструзии. Данные рис. 6 показывают, что кривые зависимости вязкости от скорости сдвига имеют подоб-

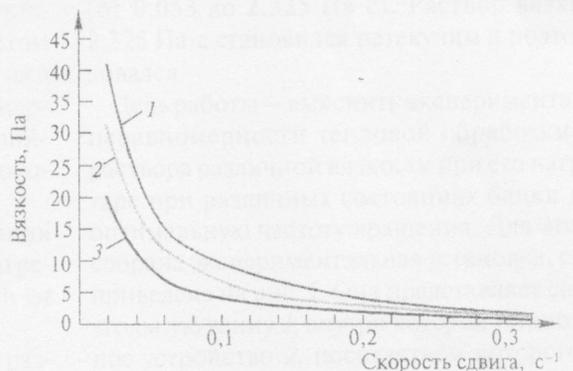


Рис. 6. Влияние количества пшеничного зародыша на вязкость экструдатов: 1 – пшеничная мука + зародыш (5 %); 2 – пшеничная мука + зародыш (15 %); 3 – пшеничная мука + зародыш (20 %)

ный вид. При возрастании скорости сдвига происходит резкое падение вязкости, что свидетельствует о разрушении нативной структуры экструдатов.

На примере сухого завтрака из пшеничной муки видим, что увеличение количества пшеничного зародыша в смеси повышает эффективную вязкость дисперсий экструдатов, что может обуславливаться слабой деструкцией компонентов смеси. Это подтверждает ранее предполагавшуюся пластифицирующую роль пшеничного зародыша во время экструзионной обработки. Благодаря наличию значительного количества жира пшеничный зародыш вызывает некоторое «разрежение» экструзионной массы во время обработки, что уменьшает механическое и тепловое воздействие на основные биополимеры.

Влияние спирулины и порошка топинамбура в пшеничном продукте на вязкость дисперсий напрямую зависит от количества добавки, рекомендованной ранее (рис. 7).

Вязкость образца с добавкой спирулины подобна вязкости пшеничной муки, поскольку количество спирулины составляет всего 3 % от массы муки. В продукте с топинамбуром наблюдаются более существенные отличия в величине эффективной вязкости, которые обусловлены большим содержанием порошка топинамбура (16 % от массы муки). В этом случае вязкость дисперсии продукта зависит как от экструзионной способности бимономеров пшеничной муки, так и от действия влаготермической обработки биополиме-

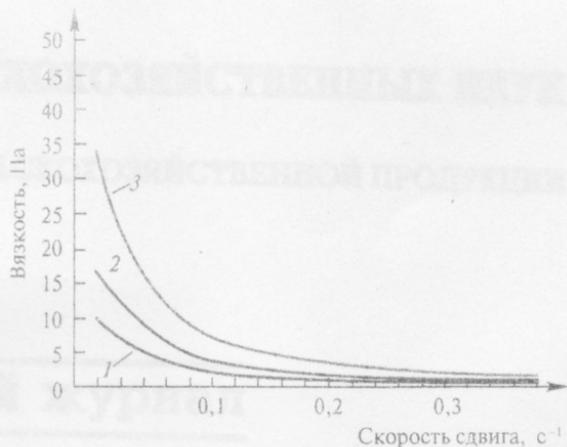


Рис. 7. Влияние спирулины и порошка топинамбура на вязкость дисперсий экструдатов пшеничной муки: 1 – пшеничная мука; 2 – пшеничная мука + спирулина; 3 – пшеничная мука + порошок топинамбура

ров топинамбура. Добавление порошка топинамбура повышает вязкость дисперсий экструдатов и снижает деструктивное влияние экструзии на компоненты топинамбура. Возможно также образование сложных комплексов, которые увеличивают эффективную вязкость.

Таким образом, реологические характеристики сухих завтраков с добавками пшеничного зародыша, спирулины и порошка топинамбура зависят как от природы добавки, так и от их количества в экструдруемой смеси.