

## **РОЖЬ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ СЫРЬЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРАХМАЛОПРОДУКТОВ**

Андреев Н.Р., *д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РАН;*  
Лукин Н.Д., *д-р техн. наук; Папахин А.А., аспирант*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
крахмалопродуктов», п. Красково, Московская область

Зёрна ржи включают практически все необходимые для здоровья человека вещества – воду, белки, жиры, углеводы, пищевые волокна, микро- и макроэлементы (калий, кальций, магний, натрий, фосфор, железо, марганец, медь, цинк, селен), витамины и аминокислоты, которые необходимо сохранять при целенаправленной переработке ржи.

Рожь является потенциальным видом сырья для производства крахмала, что следует из результатов совместных исследований ВНИИ крахмалопродуктов и НИИ сельского хозяйства Северо-Востока. В некоторых сортах ржи содержание крахмала составляет более 60 % [1, 2]. Кроме того, из всех зерновых рожь имеет наиболее крупные зерна крахмала – до 60 мкм, что особенно важно в технологических операциях при осаждении и извлечении крахмала [1].

Глубокая переработка зерна ржи включает извлечение и фракционирование белков, аминокислотный состав которых более сбалансирован, чем у пшеницы и ячменя, поэтому выделенные белковые концентраты зерна ржи могут служить эффективными добавками, повышающими биологическую ценность пищевых продуктов [3].

Во ВНИИК разработали технологию глубокой переработки ржи с полным использованием всех компонентов зерна.

Были проведены исследования по биоконверсии некрахмальных компонентов ржаной муки различной степени помола с применением выбранных гидролаз целлюлолитического и протеолитического действия с целью разработки требований к перерабатываемому сырью – ржаной муке и комплексу ферментных препаратов, обеспечивающих разрушение некрахмальных составляющих муки для получения белково-углеводных продуктов [3].

Исследования проводили с использованием методов: Эверса (определение содержания крахмала), вискозиметрии (определение реологических характеристик), Лейна-Эйнона (определение глюкозного эквивалента), Шоха (определение содержания растворимых веществ), Кьельдаля (автоматический анализатор азота) и определение аминокислотного состава белков методом ВЭЖХ на хроматографе фирмы Metrohm (Швейцария).

В используемых для извлечения крахмала образцах ржаной муки обдирной и обойной было определено содержание белков и незаменимых аминокислот, отмечено более высокое их содержание у обойной муки, что соответствует литературным данным [3,4], поэтому дальнейшие опыты по экстрагированию белков проводили с обойной мукой ГОСТ 7045-90.

В первой серии опытов готовили водную суспензию муки без ферментов в соотношении 1:3, доводили рН до оптимальной величины и, периодически перемешивая, выдерживали при температуре 45 °С в течение четырёх часов. Затем продукт подвергали центрифугированию при 6000 об/мин в течение 10 мин с однократной промывкой осадка. В экстракте определяли содержание сухих веществ (СВ) белка и его аминокислотный состав, глюкозный эквивалент (ГЭ), промочи смешивали с экстрактом и смесь подвергали увариванию и распылительной сушке. Содержание белков по СВ в водном экстракте составило в среднем 21 %.

Во второй серии опытов при тех же условиях в водную суспензию добавляли ферменты. Результаты исследований показали, что наиболее эффективными катализаторами процесса экстрагирования некрахмальных составляющих ржаной муки являются композиции следующих ферментных препаратов: протеолитического Distizym Protacid Extra (Экстра) и ксиланазы Distizym XL Erbsloh – Дистицим XL фирмы ERBSLOH (Германия). Содержание белков в экстракте, полученном с применением ферментов, составило 30 %.

Полученные образцы экстрактов были подвергнуты аминокислотному анализу с выборкой содержания незаменимых аминокислот в сравнении с исходной ржаной мукой, зерном ржи и эталонным яичным белком ФАО [3], представленными на рисунке 1.

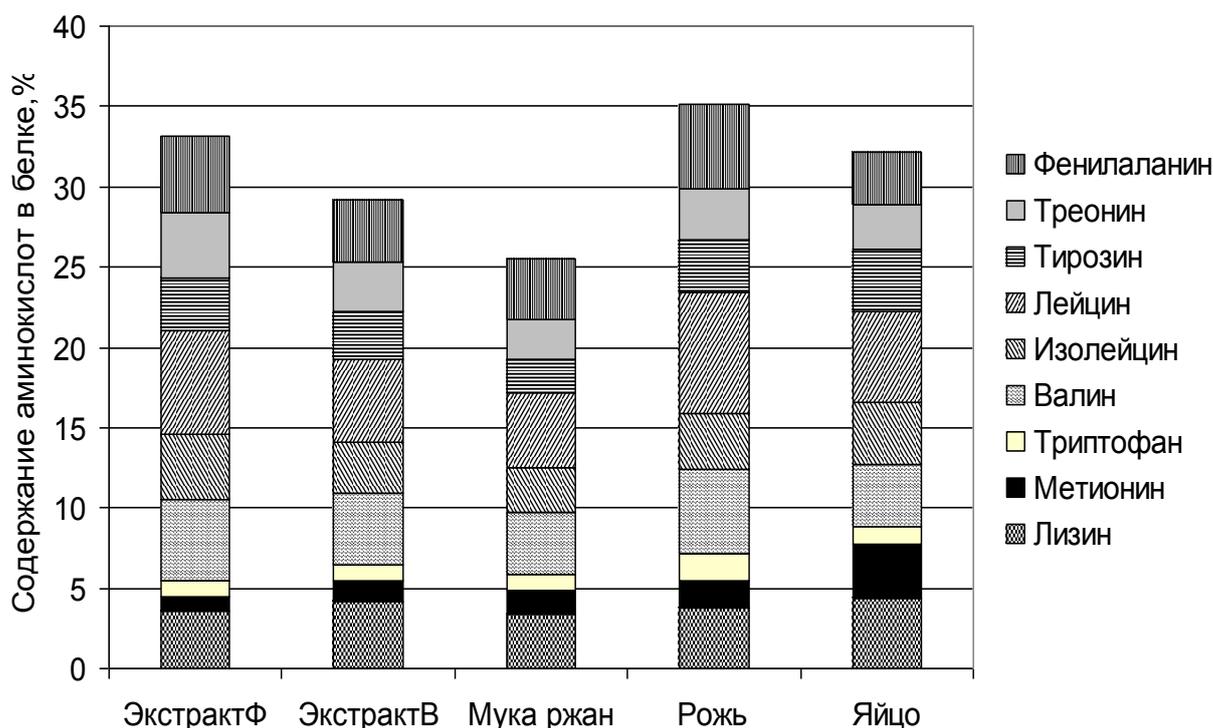


Рис. 1. Сравнительное содержание незаменимых аминокислот в белках: ржаного экстракта с ферментом (ЭкстрактФ), ржаного экстракта водного (ЭкстрактВ), ржаной муки (Мука ржан), зерна ржи и яйца (эталон ФАО)

Отмечена высокая сбалансированность белков ржи по незаменимым аминокислотам за исключением метионина, что необходимо учитывать при комбинировании белковых концентратов в функциональных пищевых продуктах.

В результате исследований из ржаной муки получены образцы белково-углеводного концентрата с содержанием белка 25-32 %, редуцирующих веществ 20-30 %, имеющего сбалансированный состав незаменимых аминокислот, комплекс витаминов и минеральных веществ.

Белки ржи содержат все незаменимые аминокислоты, состав которых можно регулировать при разных условиях экстрагирования с применением протеаз и создавать белково-углеводные композиты для пищевых целей [3].

Глубокая переработка зерна ржи включает не только извлечение крахмала, но и его дальнейший гидролиз для получения целой гаммы сахаристых продуктов.

В опытно-производственных условиях ВНИИК были проведены сравнительные испытания по гидролизу ржаного крахмала для получения сахаристых продуктов [5] со следующими характеристиками:

- карамельная ферментативная патока – продукт неполного гидролиза крахмала с использованием ферментных препаратов и получением следующего углеводного состава: глюкозы – менее 10 %, мальтозы 30-40 % и декстринов 50-60 %;

- мальтозная патока – продукт неполного ферментативного гидролиза крахмала с ГЭ 38 % и углеводным составом: глюкозы – менее 7 %, мальтозы 50-60 %, декстринов 30-40 %, используется при производстве пива и кондитерских изделий;

- высокосахаренная патока – продукт неполного ферментативного гидролиза крахмала с ГЭ более 45 % и углеводным составом: глюкозы 30-40 %, мальтозы 30-35 %, декстринов 30-35 %, применяется при производстве кондитерских изделий, мороженого, муссов, засахаренных фруктов;

- глюкоза кристаллическая ангидридная – продукт полного гидролиза крахмала с ГЭ около 100 %. Относится к моносахарам с влажностью 0,4 %, применяется для производства сорбита, аскорбиновой кислоты, антибиотиков и глюкозы фармакопейного качества в медицинских целях;

- глюкозно-фруктозные сиропы (ГФС) – продукты полного гидролиза крахмала до глюкозы с последующей ферментативной изомеризацией части глюкозы во фруктозу, используются взамен сахара в производстве безалкогольных и фруктовых напитков, кондитерских изделий, сгущенного молока, плодоовощных консервов, мороженого, вин, ликеров.

В результате испытаний выявлено, что ржаной крахмал является полноценным заменителем кукурузного и пшеничного крахмалов, используемых для производства сахаристых продуктов.

К сахаристым продуктам, получаемым из ржаного крахмала, относится и ржаной сироп, его состав и блок-схема производства представлены на рисунке 2.

Технологический процесс производства ржаного сиропа включает следующие операции: измельчение зерна и ячменного солода, приготовление солодовой суспензии и раствора ферментного препарата, осахаривание мучной суспензии, фильтрование и уваривание сиропа до СВ 72 %.

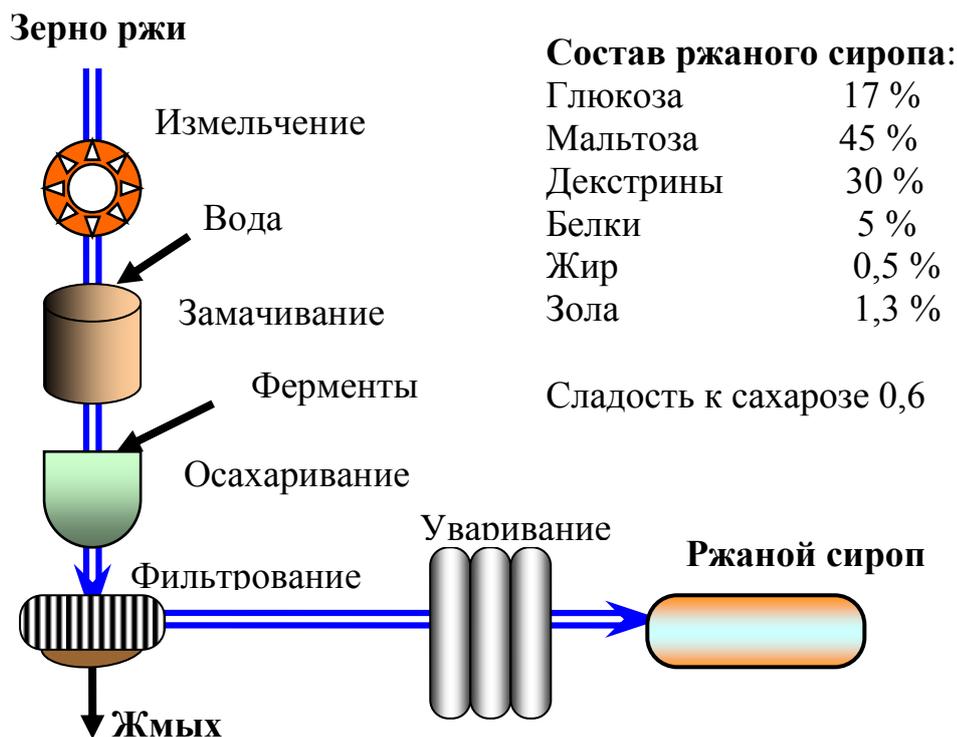


Рис. 2. Блок-схема производства ржаного сиропа

Ржаной сироп отличается достаточной сладостью, не кристаллизуется в процессе длительного хранения, содержит биологически активные компоненты: аминокислоты, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР в количествах, соответствующих их содержанию в овощах и фруктах, макро- и микроэлементы [5].

### Выводы

Глубокая переработка зерна ржи включает не только извлечение крахмала и его гидролиз на сахаристые продукты, но и извлечение белков с применением протеолитических ферментных препаратов, что позволяет получать концентраты с содержанием белка до 30 %.

Выделение растворимых белков и некрахмальных углеводов в начале технологического процесса извлечения крахмала снижает вязкость мучной суспензии, упрощает процесс ситования и промывку крахмала.

Разработка технологии белковых продуктов и композитов с заданным составом и функциональными свойствами является одним из приоритетных направлений увеличения и качественного совершенствования ресурсов продовольственного белка из растительного сырья.

### Литература

1. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Пищепромиздат, 2001. 282 с.
2. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Лаптева Н.К. Методы и технологии промышленной переработки зерна озимой ржи с целью эффективного использования в хлебопекарной, комбикормовой, крахмалопаточной и других

отраслях промышленности // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 1. С. 4-10.

3. Колпакова В.В, Мартынова И.В., Невский А.А., Чумикина Л.В. Функциональные свойства растительных белковых композитов и физико-химические характеристики их белков и липидов // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 4.

4. Лаптева Н.К., Митькиных Л.В. Оптимальное соотношение пшеничной, ржаной и тритикалевой муки в производстве сдобного печенья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 3(34).

5. Лукин Н.Д. Сахаристые продукты – вчера, сегодня, завтра. М.: Пищевая промышленность, 2003.