



КЛЕЙКОВИНА ИЛИ ПРОТЕИН?

В.В. Петриченко, канд. техн. наук, генеральный директор «Грейн Ингредиент», официальный партнёр DSM и Grain Improvers B.V. (Нидерланды);

Bert Strubbe, Product and Application Expert Baking Enzymes, DSM Food Specialties;

А.Ю. Шаззо, доктор техн. наук, заведующий кафедрой пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Клейковина – понятие, объединяющее группу сходных белков (проламинов и глютелинов), содержащихся в пшенице, ржи и ячмене. Клейковина – это комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать вязную эластичную массу. Клейковину оценивают по её количеству и качеству (для хлебопекарных целей: количество клейковины – не менее 23%, качество – не ниже II группы).

Глютен – другое название клейковины.

Белок (или протеин) – питательное вещество, определяющее пищевую ценность зерна, коррелирующее с количеством и качеством клейковины, а также со стекловидностью зерна. Показатель устанавливают по содержанию азота в зерне (классический метод Кьельдаля), но чаще используют экспресс-ИК-анализаторы, показывающие высокую точность определения.

Высоким считают содержание белка свыше 16–17%, средним – 14–16%, низким – менее 14% на сухое вещество (СВ). В новом ГОСТе 34702–2020 на пшеницу хлебопекарную предложена следующая классификация по массовой доле белка в пересчёте на СВ, %: не менее: 13,5 (сильная (улучшитель)); 12,5 (средняя по силе (ценная по качеству)); 11 (филлер); 8 (слабая).

В европейских странах чаще всего используют пшеницу и пшеничную муку для хлебопечения с массовой долей белка 10–12%, реже – 14%, и для производства мучных кондитерских изделий – с массовой долей белка 8–10%.

Нас часто спрашивают: что правильнее определять: клейковину или протеин? Какой из этих показателей наиболее информативный? Чем отличается клейковина от протеина и белка муки и зерна?

Данную статью мы решили посвятить ответам на эти важные вопросы.

Ещё в 1984 г. Л.Я. Ауэрман в учебнике «Технология хлебопекарного производства» писал, что содержание белковых веществ (протеинов) в зерне пшеницы может колебаться в широких пределах – от 7 до 26% в зависимости от сорта пшеницы; почвенно-климатических, агротехнических и погодных условий выращивания этой культуры. Чаще всего на территории РФ для помола используют зерно пшеницы 3-го и 4-го класса с содержанием протеина 10–12% и клейковины – 23–25%.

До не давних пор в Российской Федерации, а ранее в СССР, в зерне и муке не определяли содержание протеина (белка). ГОСТ на зерно и муку предусматривает показатель «Количество клейковины». Соответственно, российские специалисты в основном ориентируются на процентное содержание сырой клейковины в муке и зерне. При этом специалисты в Европе и большей части цивилизованного мира определяют в основном содержание протеина (%) по методу Кьельдаля или с помощью ИК-анализаторов с коррекцией на тот же метод. И только активное развитие экспорта зерна из РФ заставило внедрить в современный ГОСТ показатель «Массовая доля белка». В виду этого необходимо подробно разобрать различия в показателях «Количество клейковины» и «Массовая доля белка».

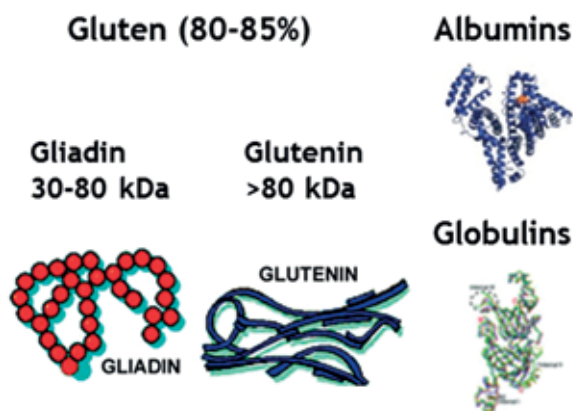


Рис. 1. Состав пшеничного белка (протеина)

ЧТО ТАКОЕ БЕЛОК (ПРОТЕИН) ЗЕРНА И МУКИ?

В состав белковых веществ зерна пшеницы и пшеничной муки в основном входят белки – протеины, а также в небольшом количестве соединения белков с веществами небелковой природы – протеиды (липопротеиды, гликопротеиды и нуклеопротеиды).

Основные фракции белковых веществ пшеницы (рис. 1) представлены:

- в большей степени высокомолекулярными белками (протеинами), нерастворимыми в воде, – глиадином (Gliadin) и глютелином (Glutenin);
- в меньшей степени малого размера белками (протеинами), растворимыми в воде или в солевых растворах, – альбумины (Albumins) и глобулины (Globulins). Например, водорастворимый альбуминный белок лейкозин, который содержится в зародыше пшеницы, растворяется при отмывании клейковины и не участвует в тестоведении.

Глиадин и глютелин сосредоточены в белке эндосперма зерновки и имеют биохимические связи между собой, тем самым образуют глютен (Gluten), который составляет примерно 85% от общего содержания зернового протеина. Альбумин и глобулин в основном находятся в белке зародыша и алейроновом слое зерновки, и составляют около 15% от зернового протеина.

Пшеничная мука в основном состоит из эндосперма, поэтому протеин в муке в большей степени состоит из глиадина (Gliadin) и глютелина (Glutenin). Альбумины (Albumins), а также глобулины (Globulins) частично обогащают муку в составе отрубянистых частиц, но при этом данные белки не оказывают значимого влияния на процесс тестоведения.

Главное технологическое значение пшеничных белков – глиадина (Gliadin) и глютелина (Glutenin) – заключается в способности муки при смешивании с водой образовывать тесто с определёнными упруго-эластичными, пластичными и вязкими свойствами.

ЧТО ТАКОЕ КЛЕЙКОВИНА? КАКОВА ЕЁ РОЛЬ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ? ИЗ ЧЕГО ОНА СОСТОИТ?

Если взять кусок теста из пшеничной муки и отмыть его в воде от крахмала и частиц оболочек, то в руках останется сильно гидратированный, упругий, эластичный, клейкий «студень». Это и есть сырая пшеничная клейковина (рис. 2). Клейковина не является каким-либо определённым химическим веществом. Это смесь веществ, содержащая, наряду с белками, и многие другие соединения.

Основными компонентами клейковины являются нерастворимые в воде белки глиадин и глютелин, которые часто называют «клейковинными белками». При использовании в помол зерна пшеницы 3-го класса в пшеничной муке высшего сорта можно определить примерно 11 – 12% белка (протеина) в составе клейковины при отмывании. При этом количество клейковины при отмывании составит в муке высшего сорта около 28%, а 1-го сорта – 30%. И тогда возникает логичный вопрос: если из 28 – 30% клейковины вычесть 11 – 12% клейковинных белков,

то на какие вещества приходится оставшиеся примерно 16 – 19%?

В пшеничной хлебопекарной муке в соответствии с требованиями ГОСТ 26574–2017 должно содержаться 28 – 30% клейковины и 68 – 70% крахмала (рис. 3).

Так нас учат со времен СССР. Однако весь цивилизованный мир живёт с более глубоким и современным пониманием пшеничной клейковины (рис. 4).

Клейковина состоит не только из одного белка (11 – 12%), в её состав также входят: вода – 15%; некрахмальные полисахариды (NPS) ≈ 3%; липиды ≈ 2%. На рис. 4 показан фактический состав пшеничной клейковины



Рис. 2. Сырая пшеничная клейковина

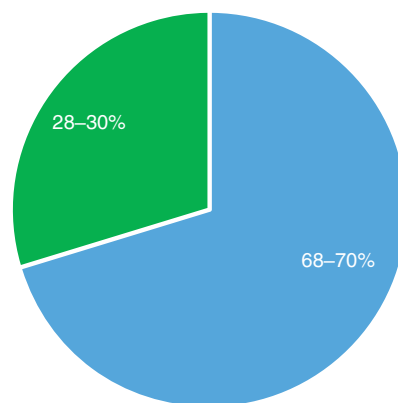


Рис. 3. Состав муки пшеничной хлебопекарной

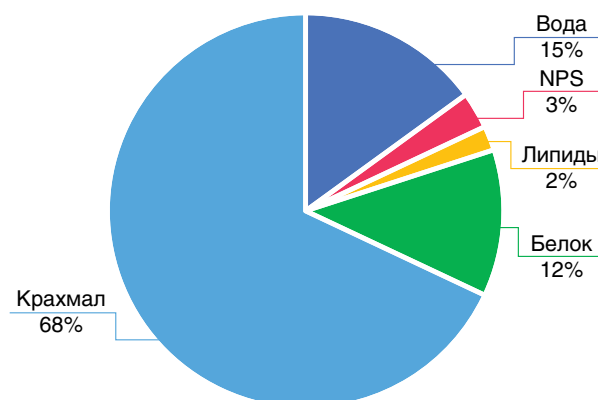


Рис. 4. Фактический состав пшеничной клейковины

Количество и качество клейковины муки влияют на хлебопекарные достоинства муки. Однако, при определении этих параметров есть множество возмущающих на них факторов:

- **человеческий фактор.** Количество и качество клейковины зависят от способности лаборанта соблюдать режимы отмывания (температуру воды, время отмывания, а, главное, правильность высушивания клейковины после отмывания), а также от силы и температуры его рук. На одном из предприятий приходилось наблюдать картину, когда лаборант сушил клейковину после отмывания на приборе МОК по методу отмывания руками. Бывает и такое нарушение методик;
- **жесткость воды.** Это показатель, который не всегда учитывают;
- **потери клейковины.** Они возникают, например, при отмывании муки излишне тонкого помола.

Всё это приводит к искажению фактических показателей. Ведь именно по показателю «Количество клейковины» чаще всего возникают споры между партнёрами и при приёме зерна на мельницу, и при поставке муки с мельницы на хлебозавод или кондитерскую фабрику. Кроме того, например, во время заготовки зерна, когда бункер заполняется по показателю «Количество клейковины», затем при составлении помольных партий расчётное количество клейковины часто не совпадает с фактическим. К тому же, при составлении помольной партии мукомолы учитывают, что в муке этот показатель выше, чем в зерне, даже есть расчётный коэффициент, но на деле на это влияют много факторов, например, работа технологического оборудования; соблюдение технологии помола; человеческий фактор и др.

ВЫВОД: ПРАВИЛЬНЕЕ И ЧЕСТНЕЕ ИЗМЕРЯТЬ НЕ КЛЕЙКОВИНУ, А ПРОТЕИН.

Сейчас на рынке лабораторных приборов представлены ИК-анализаторы, позволяющие экспресс-методом определять протеин в зерне и муке. Кроме того, протеин определяется по ГОСТ 10846–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка». При закладывании зерна на хранение в период заготовок проще и правильнее опираться на данные по белку, чем по клейковине. В таком случае и составление помольных партий будет точнее. Как правило,

показатель протеина в помольной партии зерна отличается от показателя в муке на 0,5–1%. Главное при помолу зерна соблюдать правильную гранулометрию муки. Так уже давно работают во всем мире.

А что получается у нас, в России? Зерно мягкой пшеницы в РФ выращивается хорошее, более того, по качеству оно превосходит зерно из стран Европы и Азии. Мука высшего сорта из зерна 3-го класса соответствует всем требованиям качества. Но почему тогда хлебопёки несут потери? Почему, например, выход батона нарезного со 142% во времена СССР упал до 129–133% в наше время? Что стало не так с клейковиной, в частности, и мукой в целом? В какой момент хлебопёки начали терять выхода готовой продукции? Порассуждаем на эти темы.

КАКИЕ КОМПОНЕНТЫ МУКИ ОТВЕЧАЮТ ЗА ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ МУКИ?

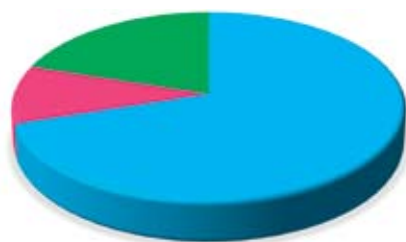
Для хлебопёков очень важно получить муку с высокими водопоглотительной (ВПС) и влагоудерживающей способностями. Так как именно от этого зависит фактический выход мучного продукта, а значит и прибыль предприятия. И тут важно понимать какие компоненты муки (рис. 5) поглощают и удерживают воду? На поглощение воды при замесе теста влияют: крахмал, протеин (белок) и NPS (некрахмальные полисахариды). Остальные компоненты на ВПС влияния не оказывают. Европейские учёные провели исследования и оказалось, что каждый из компонентов поглощает по трети от всей добавленной воды (таблица):

Водопоглотительная способность отдельных компонентов муки

Компонент	Содержание в муке, %	Часть поглощённой воды
Крахмал	68	1/3
Протеин	10–12	1/3
NPS	3	1/3

Процентное колебания любого из данных компонентов в составе муки принципиального влияния на поглощение воды не оказывает, т.е. в любом случае крахмал, протеин и некрахмальные полисахариды при замесе воды поглощают одинаковое

Соотношение водопоглощающих компонентов в муке

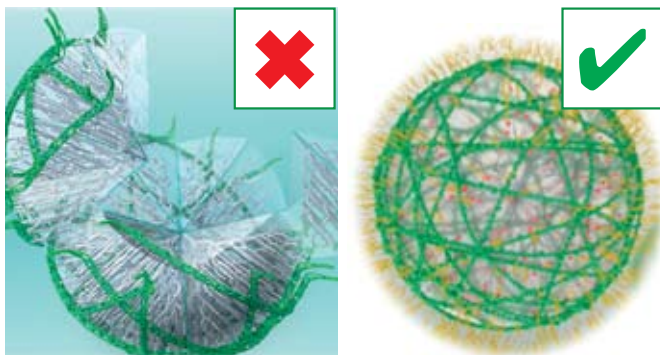


Вклад в водопоглощение и влагоудержание при замесе и разделке теста



■ Starch (крахмал) ■ NPS (некрахмальные полисахариды) ■ Protein (белок)

Рис. 5. Соотношение компонентов муки и их вклад в водопоглощение при замесе теста



Разрушенные крахмальные гранулы легко поглощают воду и также легко её отдают в процессе тестоведения.

Целостные крахмальные гранулы в белковой сетке поглощают и удерживают воду в сотни раз больше собственной массы.

Рис 6. Состояние крахмальных гранул при размоле зерна пшеницы

количество от всей добавленной воды – каждый по $\frac{1}{3}$ части (рис. 5).

Однако, на удержание воды при замесе и формировании теста, а также последующем хранении выпеченной продукции в большей степени оказывает влияние состояние белков и их физическая связь с крахмалом (рис. 6). Именно поэтому так важен оптимальный гранулометрический состав муки. Если при помоле зерна пшеницы количество целостных крахмальных гранул в окружающей их белковой сетке будет составлять 90%, а количество разрушенного крахмала 10%, то мука будет обладать высокими водопоглощительной и влагоудерживающей способностями.

Ведущие учёные ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» под руководством профессора А.Ю. Шаззо и специалисты

компании «Грейн Ингредиент», официального дистрибьютора мирового биотехнологического лидера – концерна DSM, провели исследования, которые подтверждают факт, что большая часть муки, представленной на рынке РФ и стран СНГ, имеет высокую степень разрушения крахмала – свыше 70%. В отличие от муки из стран ЕС, в которой содержание разрушенных крахмальных гранул не превышает 8%.

На основании определения уровня разрушения крахмала и гранулометрического состава муки (мкм) можно сделать следующий вывод: мука избыточно тонкого помола имеет высокий уровень повреждения не только крахмала но и белка, что приводит к снижению влагоудерживающей способности муки. Это, в свою очередь, создаёт ряд проблем для хлебопёков: низкую водопоглощительную и влагоудерживающую способности, липкость при формировании тесто-заготовок, высокий процент брака и обратных отходов, быстрое черствение и крошимость изделий.

Специалисты ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» и компании «Грейн Ингредиент» нашли ряд эффективных решений, которые уже применяются на практике и обеспечивают постоянные высокие результаты мукомольным предприятиям и производителям готовой продукции.

Лаборатории ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» оснащены приборами, позволяющими проводить всевозможные исследования зерна и крупы, продуктов помола и готовой продукции. Любой производитель может обратиться в Университет по вопросам проведения исследований качества сырья и технологических процессов, инжиниринг, получения технологической поддержки и эффективных решений.

8-861-274-02-28

Кафедра пищевой инженерии, институт пищевой и перерабатывающей промышленности
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

www.kubstu.ru

8-495-909-87-15

ООО «Грейн Ингредиент» официальный партнёр DSM и Grain Improvers B.V. в России

www.enzoway.ru