



Новые тенденции и известные методы исследования злаков, муки и теста

Дипл. инж. Маркус Ленс,
Brabender® GmbH & Co. KG Duisburg,
Германия

Bibliography No. 2009/1 R

Новые тенденции и известные методы исследования злаков, муки и теста

Дипл. инж. Маркус Ленс,

Brabender® GmbH & Co. KG Duisburg, Германия

Проблема анализа реологических свойств играет важную роль в мукомольном и хлебопекарном деле. Вопросы контроля качества в мукомольной и хлебопекарной промышленности при приемке товара, на различных этапах производственного процесса и на стадии конечного продукта оказались, в условиях все более усиливающейся конкуренции, в центре внимания.

Помимо влияния, которое оказывает процесс помола зерна на исходное сырье и производство хлебобулочных изделий, большую роль играет также состав зерна. Поэтому каждая полученная партия зерна проверяется по важным параметрам (например, уровень влажности- и уровень содержания белка, плотность, органолептические свойства) с помощью методов экспресс-анализа.

Для проверки конечного продукта, при которой часто исходят из требований и критериев качества заказчика, проверяется не только состав муки, но ее различные реологические свойства. Для того чтобы производители сырья и поставщики конечного продукта могли оптимально выполнить эти задачи, в прошедшие десятилетия фирма Brabender® предложила множество методов исследования с использованием соответствующих лабораторных устройств.

Методы, используемые при работе лабораторных устройств в прошедшие десятилетия, были зафиксированы различными организациями и институтами (ICC – Международная ассоциация химии злаков, AACC – Американская ассоциация специалистов по химии злаков, ISO – Международная организация по стандартизации) в определенных стандартах, используемых по всему миру. Эти стандарты стали основой для проведения многих анализов для определения качества. В частности речь идет, среди прочих, о следующих стандартах:

	ICC	AACC	ISO	GOST R
Brabender® Farinograph®:	115/1	54-21	5530-1	51404-99
Brabender® Extensograph®:	114/1	54-10	5530-2	51409-99
Brabender® Amylograph	126/1	22-10	7973	--
Brabender® MT-C	110/1	--	712	9404-88

Таблица 1: Международные и национальные стандарты

Кроме этого существуют также другие, региональные и национальные стандарты, которые опираются на вышеупомянутые. К этим относятся выше упомянутые стандарты ГОСТ Р. Благодаря стандартизации как международных, так и национальных методов проведения исследований, которая обеспечивает сопоставимость результатов исследований в широком диапазоне, исследовательские лаборатории и исследовательские институты получили методы, которые позволили добиться однозначных результатов.

Помимо устройств используемых для проведения анализов при приемке товаров, контроля сырья и контроля качества муки, имеется также широкий спектр аналитических устройств, которые предназначены для использования в хлебопекарном производстве и в смежных производствах (например, для проведения анализов при производстве пекарских добавок). Данные лабораторные исследования, важные для столь широкого спектра отраслей, в настоящее время оптимизированы и упрощены благодаря имевшему место в прошедшие годы дальнейшему развитию и совершенствованию существующих контрольно-измерительных систем, как с точки зрения технических возможностей, так и с точки зрения функциональности, управления

и гигиеничности. Кроме того, благодаря конференциям и публикациям федерального ведомства по исследованию злаков, картофеля и жиров, а также комиссии по исследованию злаков, которая находится в г. Детмольде, упомянутые методы были дополнительно оптимизированы в сотрудничестве с фирмой.

Brabender® MT-C Устройство для оценки уровня влажности

Оценка уровня влажности является обязательной процедурой, выполняемой при проведении различных лабораторных исследований, а также при определении сохраняемости и применимости различных конечных и промежуточных продуктов. Поэтому фирма Brabender GmbH & Co.KG, Дуйсбург (Германия) уже многие годы включает в свою производственную программу устройство для определения уровня влажности. Актуальная модель MT-C (Иллюстрация 1) является результатом неустанного совершенствования существующих процессов измерения и появилась на рынке в 2006.

Полностью автоматическая модель MT-C способна запомнить до 10 различных и зависящих от исследуемых материалов методов сушки. Для образцов весом 20 гр. в процессе проведения измерений можно выбирать различные значения времени сушки.

Электронная модель MT-C с программным управлением обеспечивает также полностью автоматизированное повторное взвешивание образцов. Благодаря этому после начала измерений лабораторный персонал может заняться выполнением других работ, в том числе и вне лаборатории.

Благодаря возможности осуществлять отвешивание и вывешивание образцов непосредственно в сушильной камере становится ненужной отнимающая время фаза охлаждения в конце измерений.

Благодаря высокой точности метода измерения предшествующие модели фирмы Brabender для измерения уровня влажности были признаны Физико-техническим федеральным институтом в Брауншвейге (РТВ) эталонными согласно немецкому законодательству. Модель MT-C на данный момент находится в процессе признания.



Иллюстрация 1: Устройство оценки уровня влажности MT-C

Brabender® Farinograph®-E (Фаринограф-Е)

Farinograph® -E (Фаринограф-Е) (Иллюстрация 2) уже в течение многих десятилетий является по всему миру эталонным устройством, предназначенным для определения качества пшеничной муки. Устройство измеряет содержание влаги и параметры приготовления теста из пшеничной муки (время приготовления теста, устойчивость, смягчение теста). С целью адаптации данных устройств к современным требованиям, касающимся проверки качества, анализа параметров и обработки данных, полученных в ходе таких исследований, в обновленное устройство были внесены отдельные технологические новшества, а также новый блок анализа параметров и обработки данных.



Иллюстрация 2: Farinograph®-E (Фаринограф-Е)

Современная электронная измерительная система обеспечивает обмен данными по USB шине, что позволяет обеспечить автоматическое обобщение данных и их документирование с помощью любых популярных программ для операционной системы Windows. Новый Farinograph®-E (Фаринограф-Е) может использоваться не только со стандартными мешалками в 300 и 50 гр., но и с мешалкой в 10 гр.. Благодаря этому данное устройство может быть использовано также при проведении анализа реологических свойств в тех случаях, когда в наличии имеется очень небольшое количество образца.

Для обобщения давно известных параметров оценки несколько лет назад был разработан коэффициент качества Farinograph®. Этот коэффициент обеспечивает простое и быстрое обобщение данных фаринограмм. Измерения можно выполнить за короткое время, так же как при использовании стандартных методов, например, при анализе муки из мягких сортов пшеницы всего за несколько минут. По окончании анализа распечатывается обобщающая фаринограмма. Обобщение данных начинается с той точки, где на диаграмме кривая отклоняется от максимального уровня на 30 FE (Farinograph®-единиц). Расстояние между этой точкой и началом кривой, измеряемое в миллиметрах, называется Farinograph®-коэффициентом. Данный параметр обнаруживает хорошую корреляцию с такими параметрами как устойчивость, смягчение теста и валориметрическим числом.

Еще одним важным новшеством является возможность плавного регулирования количества оборотов мешалки с помощью программного обеспечения, поставляемого с устройством. Благодаря этому появляется возможность исследовать влияние разных уровней интенсивности замеса теста (различные значения оборотов от 2 до 200 мин⁻¹) при использовании одной и той же муки или проверить различные программы замеса.

При этом в ходе исследований, проведенных на нашей фирме, было установлено, что не каждый вид муки ведет себя так, как, возможно, предполагает пользователь.

Вследствие этого были проведены исследования процесса замеса при оборотах от 35 до 200 мин⁻¹, с шагом изменения скорости вращения мешалки от 15 до 20 мин⁻¹. Благодаря этому при исследовании относительно качественной муки удалось выяснить, что время приготовления теста сокращается, благодаря увеличению количества оборотов с 35 до 63 мин⁻¹, с 3,8 до 2,6 мин. (Иллюстрация 3). При максимальных значениях фаринограмм, превышающих 500 FE и количестве оборотов больше, чем 63 мин⁻¹, окончание времени приготовления теста сначала смещается к более поздней временной точке (6,8 мин), но, в конце концов, время приготовления сокращается (1,7 мин).

При анализе некачественной муки наблюдается примерно то, что можно ожидать при данных условиях (Иллюстрация 4). Время приготовления теста сократилось с 2,8 мин. при скорости вращения от 35 мин⁻¹ до устойчивого значения 1 минута при увеличении интенсивности замеса до 200 мин⁻¹.

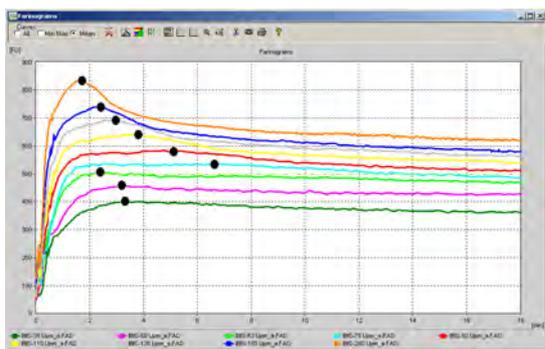


Иллюстрация 3: Замес при различных значениях вращения мешалки: качественная мука⁴⁾

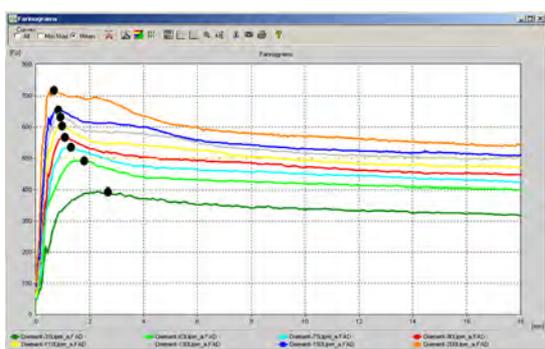


Иллюстрация 4: Замес при различных значениях вращения мешалки: некачественная мука⁴⁾

Использование различных интенсивностей замеса в пределах одного исследования обеспечивается реализацией комплексной программы с помощью программного обеспечения, благодаря чему появляется возможность воспроизвести работу часто используемых устройств, предназначенных для замеса теста. Благодаря этому пользователь может создать программу замеса теста с несколькими вариантами значений вращения мешалки в соответствии со своими потребностями (например, 2 мин медленно при 20 мин^{-1} , затем 6 мин быстро при 100 мин^{-1}). Кроме того, можно ввести такое время выстаивания теста, какое используется при различных режимах приготовления теста.

Еще одним методом, обеспечивающим возможность интенсивного и оптимизированного по качеству исследования с обработкой данных, является термостатирование мешалки. Для проведения анализа качества муки в соответствии с действующими стандартами устанавливается точно выверенная температура. Это достигается благодаря тому, что дистиллированная вода, температура которой поддерживается благодаря термостату, прокачивается через мешалку с двумя стенками.

По специальному заказу и для специальных случаев применения можно без дополнительных изменений установить температуру в мешалке на требуемом уровне. Благодаря этому возможны измерения реологических характеристик как при традиционных режимах замеса, которые реализуются при низкой температуре (например, приготовление слоеного теста), так и при режимах приготовления теста, при которых необходима температура намного более высокая, чем обычная - 30°C .

Здесь надо также кратко отметить, что установленная в стандарте граница оценки, равная 500 Farinograph®-единицам, может быть подстроена под оптимальные характеристики, которых требует производственная необходимость. Если, например, оптимальная консистенция теста оказалась равной 350 FE, программное обеспечение соответствующим образом пересчитает соответствующий параметр измерительной кривой.

Кроме того с помощью Фаринографа и специальными измерительными насадками можно провести следующие исследования:

- Нагрев и охлаждение теста во время замеса
- Определение водопоглощения ржаного теста
- Определение консистенции бисквитных масс
- Определение твердости зернышек
- Реологические измерения других материалов, как, например, обойной муки, шоколада, сыра, дентальных керамических масс и жевательной резинки.

С помощью специальной программы определения корреляций данное устройство способно сравнить до 10 измерительных кривых. Условия проведения исследований и результаты измерений будут сопоставлены в табличной форме, благодаря чему им можно дать статистическую оценку. Таким же образом можно сравнить соответствующие кривые диаграммы и представить на одной диаграмме.

Brabender® Extensograph®-E (Экстенсограф-Е)

Extensograph® (Экстенсограф) измеряет эластические свойства теста, в первую очередь сопротивление растяжению и эластичность, а также энергию, благодаря чему дает надежную информацию о процессе выпечки. Как никакая другая лабораторная система Экстенсограф способен определить влияние различных добавок к муке, таких как аскорбиновая кислота, протеиназы и эмульгаторы. Это позволяет сделать достоверные выводы о реологических свойствах любого вида муки, что в свою очередь делает возможность настройки реологического оптимума для определенных случаев использования.

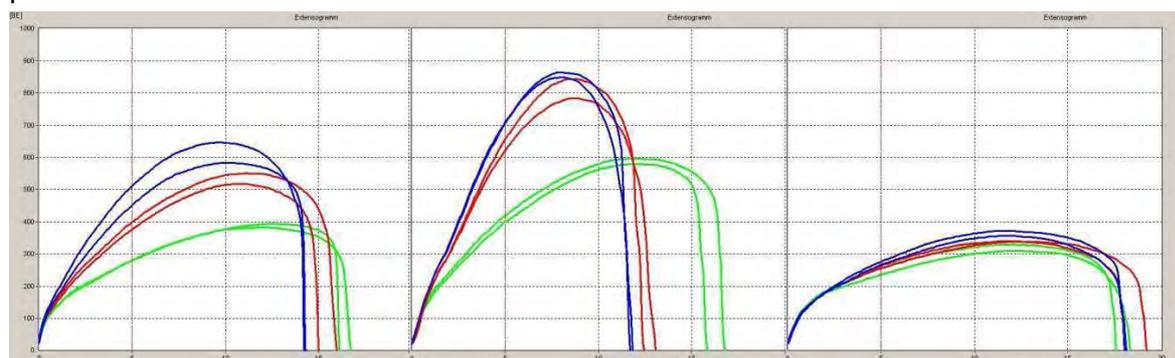
Данное измерительное устройство, использовавшееся в неизменном виде в практической работе в течение многих лет теперь, полностью переработано и приспособлено к требованиям нашего времени. Extensograph®-E (Экстенсограф-Е) (Иллюстрация 4) является новой электронной версией данного устройства предназначенной для проведения исследований в соответствии с известными стандартами. Полностью электронная система измерения передает информацию непосредственно в компьютер и заменяет ранее использовавшуюся модель с самописцем непрерывной записи. С помощью нового Extensograph®-E (Экстенсографа-Е) теперь появилась возможность анализировать кривые со значениями более 1000 Extensograph®-единиц (ЕЕ).

Метод экспресс-анализа, отличающийся уменьшенным временем тестирования, экономит время, что также отражается на времени выстаивания и расстойки в процессе производства хлебобулочных изделий. Точная градация качества муки возможна уже после измерений в течение 30, 60 и 90 мин. Данный метод экспресс-анализа используется в сопоставлении со стандартными методами, отличаясь только меньшим временем режима ожидания.



*Иллюстрация 5: Extensograph®-E
(Экстенсографа-Е)*

Следующие диаграммы показывают характерные кривые анализа муки и теста различного качества.



- Сильная мука
- Эластичное тесто
- Упругое, твердое тесто
- Неудовлетворительная эластичность
- Слабая мука
- Влажное тесто

На отдельных стандартных методах и предписаниях по проведению испытаний мы останавливаться не будем, также как при описании Фаринографа (Farinograph®) и ниже при описании Амилографа, так как мы исходим из того, что подобные предписания хорошо известны.

Затем образец теста растягивался известным способом и известным образом. Однако разрывная полоса по желанию многих клиентов, была перенесена, соответственно, в переднюю часть устройства, что упростило управление устройством и проведение исследований. Температура в камере расстойки теста может быть считана с дисплея, размещенного на передней панели устройства. Благодаря новому и компактному исполнению устройства более легкими стали уход за устройством и его очистка.

Оценка результатов исследований осуществляется, как и в случае с Фаринографом-Е (Farinograph®-E), с помощью известного пользователю программного обеспечения, работающего под Windows 2000, XP и Vista. Для лучшей оценки большего количества данных была разработана программа выполнения корреляций, которая обеспечивает возможность сравнения большего количества кривых.

Brabender® Amylograph-E (Амилограф-Е)

Хлебопекарные свойства в значительной степени зависят от клейстеризации крахмала и ферментативной активности α -амилазы в муке. Уже многие десятилетия Brabender® Amylograph-E (Амилограф-Е) является стандартным устройством, используемым для измерения этих параметров. Данное устройство в течение последних десятилетий постоянно совершенствовалось, благодаря внесению технических новшеств, например, путем использования температурного датчика Pt-100 или внедрения компьютеризированной обработки результатов измерений.

С помощью нового Амилографа-Е (Иллюстрация 6) такие измерения будут выполняться еще проще и комфортнее, чем раньше. Амилограф-Е отличается использованием встроенного электронного блока управления и дружественного пользователю программного обеспечения, которое работает под любыми версиями системы Windows, что позволяет использовать его для различных целей. Метод ручной оценки кривой, который еще часто используется, в данном случае отпадает и заменяется полностью автоматизированным режимом. Прежняя практика подвешивания груза при специальных случаях использования и значении вязкости более 1000 Amylograph-единиц (AE), стала теперь вчерашним днем.

Программное обеспечение без проблем отображает кривые, показывающие большие значения результатов измерений. Это упрощает оценку качества муки, делает данное

устройство пригодным для различных случаев применения и контроля продуктов и примесей в муке. Измерение хлебопекарных свойств муки и оценка специальных видов муки, разрыхлителей и содержащих амилазу пекарских добавок (использование ферментов) обеспечивает постоянное совершенствование существующих продуктов или создание их новых версий.

В противоположность другим лабораторным системам, предназначенным для измерения действия α -амилазы в муке и шроте, которые дают только отдельные абсолютные значения, амилограмма позволяет получить важные дополнительные сведения. При медленном увеличении температуры - 1,5 $^{\circ}$ C/ мин. - клейстеризация крахмала в суспензии происходит так же, как в обычном режиме выпекания хлеба. Регистрируемые при этом значения температуры в начале и конце процесса клейстеризации, а также значение консистенции в момент максимальной клейстеризации дают дополнительную информацию о свойствах муки. Это означает, что на основании данных обо всем спектре параметров клейстеризации и данных об общей конфигурации кривой, полученных в результате измерений, можно будет сделать предположение о качестве хлеба.

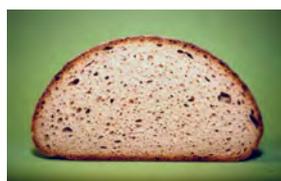


Иллюстрация 1: Амилограф-Е (Amylograph-E)

Амилограф используется для измерения ферментативной активности муки. Слишком высокая активность приводит к усиленному разложению крахмала, который в результате этого теряет свои свойства водопоглощения во время клейстеризации. Данное разложение Амилограф показывает низкими данными. На фотографиях можно увидеть последствия слишком высокой ферментативной активности муки.



1000 AU



430 AU



240 AU



110 AU

Brabender® Viskograph-E (Вискограф-Е)

Вискограф был усовершенствован, подобно Амилографу, как с точки зрения функциональности, так и с точки зрения конструкции. Использование электронной измерительной системы, отличающейся наличием самых современных возможностей обмена данных с компьютером, обеспечивает простоту управления. Благодаря использованию стандартных для настоящего времени компонентов Вискограф-Е (Viskograph-E), позволяющих менять скорость вращения и свободно выбирать диапазоны измерений, клейстеризационные свойства различных видов крахмала теперь можно исследовать более детально. Устройство отвечает требованиям стандартов ICC-169 и AACC 61-01.

Клейстеризационные свойства крахмала, такие как начало клейстеризации и максимальная клейстеризация, температурная стабильность и загустительные свойства могут быть воспроизведены с помощью Вискографа-Е (Viskograph-E) при

анализе природных и модифицированных исходных продуктов и экструдированных смесей.

В противоположность амилографу исследования клейстеризационных свойств крахмала и крахмалосодержащих продуктов могут осуществляться с использованием дополнительного охлаждения. Определенный пользователем в каждом отдельном случае индивидуальный температурный профиль обеспечивает первоначальное нагревание суспензии воды и крахмала, с последующим ее охлаждением. Вязкость измеряется на протяжении всей температурной программы и ее значение воспроизводится как функция от времени (= температура).



Иллюстрация 2: Вискограф-Е (Viskograph-E)

С помощью специального дополнительного программного обеспечения, универсальной оценки, можно получить оценки, касающиеся конкретных случаев использования крахмала. Благодаря этому можно, например, определить максимальное или минимальное значение за любой определенный период времени или момент достижения в первый раз определенного, заданного значения вязкости. Также могут быть выполнены оценки данных для определенных уровней температуры, определенных моментов времени или уровней вязкости, или определение временного интервала между моментом достижения определенного уровня температуры и достижением заданного уровня вязкости.

Brabender® Glutograph-E (Глютограф-Е)

Помимо измерений реологических свойств теста для исследования качества муки, например, с помощью Фаринографа-Е (Farinograph®-E) или Экстенсографа-Е (Extensograph®-E), приобретает все большее значение отдельный контроль качества клейковины или сухой клейковины, которая используется как добавка к муке. Под качеством в данном случае понимаются те свойства клейковины, которые влияют на растяжимость и эластичность теста. Качество клейковины измеряется с помощью Глютографа-Е (Glutograph-E) (Иллюстрация 8) для определения хлебопекарных свойств муки и ее пригодности для применения, наиболее информативными являются получаемые с его помощью значения качества клейковины и белка.



Иллюстрация 8: Glutograph- E (Глютограф-Е)

Измерения выполняются легко и просто. Современная электронная система измерения со встроенным компьютером для измерения и обобщения данных, регистрирует эти данные и выдает их в графической форме на сенсорном дисплее. Распечатка результатов измерений осуществляется с помощью отдельного печатающего устройства.

получаются чаще всего при набухании клейковины. Данное устройство очень хорошо подходит для определения качества муки в том случае, когда она должна быть использована для производства лапши. Кроме того, Глютограф-Е (Glutograph-E) позволяет обнаружить дефекты муки и сухой клейковины, вызванные сушкой и воздействием тепла.

Глютограф-Е (Glutograph-E) измеряет растяжимость и эластичность набухшей влажной клейковины и пастообразной сухой клейковины - надежно, объективно, с возможностью воспроизведения результатов – при использовании таких количеств образцов, какие

Измерительная система устройства состоит из двух параллельных круглых, рифленых пластин, которые установлены на определенном расстоянии друг от друга. Рифление поверхности пластин позволяет предотвратить скольжение порции влажной клейковины в процессе испытания. Между этими подвижными пластинами размещается образец. Посредством вращения нижнего круга по отношению к верхнему материал образца растягивается. По достижении определенной степени растяжения образец освобождается и влажная клейковина, в силу своей эластичности, сжимается.

Первая часть полученной диаграммы показывает растяжение образца (подъем кривой) и во второй части падение кривой, соответствующее сжатию образца.

Время среза (время, необходимое для достижения заданного уровня растяжения) является показателем растяжимости образца. Время, необходимое для возврата образца в исходное состояние, показывает степень эластичности (релаксации) образца.

Brabender® Quadrumat® Junior (Лабораторная мельница)

Quadumat® Junior (Иллюстрация 9) представляет собой лабораторную мельницу для размола зерна и получения муки экспериментального помола. Компактное размещение валков и просеивающего механизма обеспечивает воспроизводимое измельчение зерна без потери влаги и продукта помола.



Иллюстрация 9: Quadrumat® Junior

Лабораторная мельница Quadrumat® Junior соответствует международному стандарту ААСС № 26-50. Она подходит для измельчения: пшеницы, ржи, ячменя, риса. Через регулируемый подающий элемент подготовленное зерно из накопительной воронки попадает на валки первого размольного узла и оттуда, без дополнительного просеивания – на второй размольный узел. При этом второй валок первого размольного узла выполняет функцию и первого валка второго размольного узла. Далее продукт помола проходит стадию размола крупки. Пройдя последнюю пару валков, продукт попадает в цилиндрический бурат, где мука отделяется от отрубей.

Отличительные свойства:

- высокая точность и сопоставимость образцов
- высокая производительность
- устойчивое размещение и износостойкость валков
- простая эксплуатация
- простая смена валков
- мельница имеет комплект вытяжных установок

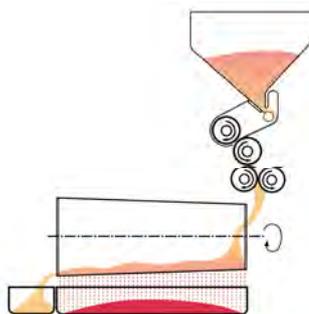


Иллюстрация 10: Схема помола

В результате высокоточного многоступенчатого процесса помола производится мука, которая по выходу, зольности, качествам, а также своим хлебопекарным свойствам соответствует муке, изготовленной в обычной мукомольной мельнице.

Модифицированная модель Quadrumat® Junior может быть использована для помола твердой пшеницы в крупку, при этом работав по тому же самому принципу.

Литература

1. Стандартные методы анализа, разработанные Международным обществом химии злаков (ICC). - Вена, Австрия
2. Методы анализа утвержденные Американской ассоциацией специалистов по химии злаков (AACC). – Сент Пол, Миннесота, США
3. Международная организация по стандартизации (ISO). - Женева, Швейцария
4. Ситц, В: Фаринограф (Farinograph®) сегодня. – Открытое торговое товарищество (OHG)Brabender, Дуйсбург, Германия (2003)
5. Фейденгольд В. Б.: Лабораторное оборудование для контроля качества зерна и продуктов его переработки – 2-ое издание, Отраслевой издательский центр «Тех Промконсалтинг» (2008)