ВЛИЯНИЕ МЕЖВАЛЬЦОВОГО ЗАЗОРА АГРЕГАТНОЙ МЕЛЬНИЦЫ «МЕЛЬНИК 100 ЛЮКС» НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОЙ, РЖАНОЙ И ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ

КАНДРОКОВ Роман Хажсетович, *Московский государственный университет пищевых производств*

РЫНДИН Александр Алексеевич, *Московский государственный университет пищевых производств*

Латышев Михаил Александрович, *Московский государственный университет пищевых производств*

Проведены исследования по определению влияния межвальцового зазора агрегатной минимельницы «Мельник 100 Люкс» на выход пшеничной, ржаной и тритикалевой муки. Технологическая схема минимельницы состоит всего из трех систем – двух драных и одного размольного, которых явно недостаточно для разделения зерна различных культур на анатомические части при помоле с получением сортовой хлебопекарной муки. По результатам проведенных исследований установлены оптимальные межвальцовые зазоры агрегатной мельничной установки «Мельник 100 Люкс». Для пшеничного помола они составили на I драной системе – 0,25 мм и на II драной системе – 0,15 мм, для ржаного помола составили на I драной системе – 0,25 мм и на II драной системе – 0,15 мм и для тритикаливого помола составили на I драной системе – 0,20 мм и на II драной системе – 0,10 мм. Наибольший общий выход пшеничной хлебопекарной муки при оптимальных параметрах межвальцового зазора составил 71,7 %, в т.ч. 44,4 % муки высшего сорта и 27,3 % муки I сорта; наибольший общий выход ржаной хлебопекарной муки при оптимальных параметрах межвальцового зазора составил 70,0 %, в т.ч. 52,2 % сеяной ржаной муки высшего сорта и 17,8 % ржаной муки особой; наибольший общий выход тритикалевой хлебопекарной муки при оптимальных параметрах межвальцового зазора составил 72,2 %, в т.ч. 48,1 % тритикалевой муки высшего сорта Т-60 и 17,8 % тритикалевой муки Т-80.

Введение. Современное мукомольное предприятие представляет собой сложное промышленное производство. Для управления таким предприятием необходимо разбираться во многих вопросах, связанных с переработкой зерна в муку, знать не только технологию мукомольного производства, но и приемы и способы, позволяющие с максимальной эффективностью использовать исходное зерно и технологическое оборудование.

Наряду с крупными промышленными предприятиями, в России довольно широко используются и агрегатные минимельницы малой производительности. За последнее время производство и ввод в эксплуатацию агрегатных мини мельниц в значительной мере возрождаются благодаря сложившейся экономической ситуации и конъюнктуры рынка. Только одно предприятие АО «Мельник» (г. Барнаул) за последние 5 лет ввела в эксплуатацию 31 минимельницу, что свидетельствует о высоком спросе на них.

Агрегатные, или минимельницы выпускаются во многих странах мира. Среди крупнейших производителей агрегатных мельниц стоит отметить Китай, Российскую Федерацию и Украину. По производительности агрегатные мельницы имеют весьма широкий диапазон, который варьирует от 100 кг/ч до 100 т/сут.

Малые предприятия по переработке зерна будут рентабельными только при условии применения свободных цен и выработке ассортимента, пользующегося спросом.

Ассортимент мукомольной промышленности включает в себя около 50 наименований основных и побочных продуктов, производимых при переработке пшеницы, ржи и тритикале, установленных действующими стандартами и техническими условиями [1–12].

В настоящее время в условиях развития рыночных отношений есть потребность в производстве продукции с индивидуальными показателями качества муки: повышенным или пониженным содержанием белка, крахмала, минеральных веществ, витаминов и т.д.

При этом следует отметить, что наиболее высокая экономическая эффективность достигается при переработке зерна пшеницы и ржи на крупных мукомольных заводах, где выход муки, в т.ч. муки высоких сортов (высший и первый сорт), выше, чем на минимельницах, за счет развитой технологической схемы и больших объемов производства.

Вместе с тем следует отметить, что минимельницы необходимо устанавливать непосредственно в небольших населенных пунктах в зернопроизводящих регионах, расположенных вдали от крупных промышленных центров, от-

куда доставка муки затруднена или экономически невыгодна.

Кроме выработки пшеничной хлебопекарной муки, мини мельницы можно использовать для переработки зерна ржи, тритикале, амаранта, кукурузы, производства макаронной крупки, крупы типа манной, а также муки из крупяных культур (гречневой, рисовой, ячменной, овсяной и др.), используя модульные блоки. В фермерском хозяйстве отруби и зерновые отходы в сочетании или с использованием добавок — отличный комбикорм для животных и птиц.

Цель исследования — установление влияния параметров межвальцового зазора агрегатной минимельницы «Мельник 100 Люкс» на выход пшеничной, ржаной и тритикалевой муки.

Методика исследований. В качестве объектов исследования применяли зерно пшеницы линии Л-1, зерно тритикале сорта Тимирязевская 150 и зерно ржи сорта Московская 12. Исходные показатели качества зерна пшеницы, ржи и тритикале, определенные на инфракрасном анализаторе зерна SpectraStar 2500 XL, представлены в табл. 1.

По полученным данным, используемая для исследований нами пшеницу можно отнести к 3-му классу по ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия». Все показатели соответствуют нормам по ГОСТу, за исключением стекловидности, которая должна быть не менее 60 %.

Исходное зерно тритикале по ГОСТ 34023-2016 «Тритикале. Технические условия» можно отнести ко второму классу, так как все показатели соответствуют нормам для этого класса.

Исходное зерно ржи по ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия» можно отнести ко второму классу, так как все показатели соответствуют нормам для этого класса.

Исследования по определению влияния межвальцового зазора на выход и качество пшеничной, ржаной и тритикалевой муки проводили на промышленной агрегатной мельничной установке «Мельник 100 Люкс» отечественного производства (г. Барнаул), представленной на рисунке. Данная вальцовая мельница имеет производительность до 100 кг/ч и предназначена для сортового хлебопекарного помола зерна пшеницы мягких сортов и зерна ржи. Отличительной особенностью мельницы является то обстоятельство, что она состоит всего из трех технологических систем — двух драных и одной размольной системы.

При поступлении зерна в загрузочный бункер вступает в работу сито, которое выделяет грубые примеси (щепки, тряпки, солому и т.д.). Затем зерно поступает в триер куколеотборник, где происходит удаление коротких примесей, таких как татарская гречишка. Это очень важно для достижения высоких показателей муки по белизне. Также триер куколеотборник добывает битую пшеницу и семена трав сорняков, которые могут быть заражены, предохраняя от попадания в муку. Триер овсюгоотборник удаляет примеси более длинные примеси, такие как овсюг и овес. На всех этапах очистки перед истирающими и измельчающими машинами зерно подвергается магнитному сепарированию для удаления металломагнитных примесей и обеспечения пожаро- и взрывобезопасности.

В размольном процессе последовательно работают два основных агрегата — станок вальцовый и пневмоцентробежный рассеиватель. Станки вальцовые — совершенные и надежные агрегаты. Простота настройки и стабильность мелющих зазоров заложено в них конструкцией.

Таблица 1

Показатели качества исходного зерна пшеницы, тритикале и ржи

Показатель	Пшеница линии Л-1	Тритикале Александр	Рожь Московская 12
Влажность, %	10,3	9,2	10,5
Жир, %	1,13	1,3	0,12
Зола, %	1,98	1,76	0,87
Клетчатка, %	1,79	3,30	3,42
Протеин, %	13,6	12,2	9,4
Количество клейковины, %	25,6	19,3	-
Качество клейковины, ед. пр. ИДК	77 (I – хорошая)	69 I – (хорошая)	-
Стекловидность, %	38	21	-
Число падения, с	390	64	125
Кальций, %	0,055	-	-
Фосфор, %	0,495	-	-

Агрегатная мельничная установка «Мельник 100 Люкс»

Кроме этого станки просты в ремонте и обслуживании. Вал питателя с секторной заслонкой равномерно распределяет продукт по всей длине вальца при любой нагрузке. Щетки на противовесах эффективно очищают рабочие поверхности вальцов там, где это необходимо. Технологическая схема агрегатной мельничной установки составляет всего три системы – две драных и одна размольная.

Основные технические характеристики мельничной установки «Мельник 100 люкс»:

- производительность по зерну, кг/ч, – 100;
- выход муки высшего сорта, %, – 45/0;
- выход муки первого сорта, %, – 27/75;
- отруби, %, – 26/23;
- зерновые отходы, %, – 1–2;
- длина габаритная, м, – 1,3;
- ширина габаритная, м, – 2,4;
- высота габаритная, м, – 2,5;
- масса, кг, – 1200;

сеть электрического питания, трехфазная переменного тока с изолированным нулевым проводом;

- напряжение питания, В, – 380;
- частота сети, Гц, – 50;
- номинальный ток, А, – 16;
- потребляемая мощность, кВт/ч, – 7.

В качестве гидротермической обработки (ГТО), необходимой при сортовых помолах, применяли холодное кондиционирование, как наиболее распространенный способ. Исходное зерно пшеницы, ржи и тритикале увлажняли до влажности 15,0–16,0 % и отволаживали в течение 10 ч. При измельчении различных видов зерновых культур основные механико-кинематические параметры вальцов, кроме межвальцового зазора, (нарезка рифлей, уклон рифлей,

количество рифлей на 1 см, расположение рифлей, соотношение быстровращающегося и медленновращающегося вальцов, скорость быстровращающегося вальца) и набор сит оставались неизменными.

Результаты исследований. На первом этапе исследований провели помолы исходного зерна пшеницы, ржи и тритикале при различных параметрах межвальцового зазора на первой и второй драных системах (I и II др.с.) агрегатной мельничной установки «Мельник 100 Люкс».

Как видно из табл. 2, наибольший общий выход пшеничной хлебопекарной муки получается при втором варианте межвальцового зазора (на I др.с. = 0,25 мм; на II др.с. = 0,15 мм), который составил 71,7 %, в т.ч. 44,4 % муки высшего сорта составил и 27,3 % муки I сорта. Общий выход пшеничной хлебопекарной муки по третьему варианту межвальцового зазора (на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм) сопоставим со вторым вариантом и составил 71,6 %, но выход пшеничной муки высшего сорта ниже на 2,7 %. Таким образом, оптимальные межвальцовые зазоры агрегатной мельничной установки «Мельник 100 Люкс» для пшеничного помола составили на I драной системе – 0,25 мм и на II драной системе – 0,15 мм.

Из табл. 3 видно, что наибольший общий выход ржаной хлебопекарной муки получается при втором варианте межвальцового зазора (на I др.с. = 0,25 мм; на II др.с. = 0,15 мм), который составил 70,0 %, в т.ч. 52,2 % сеяной ржаной муки высшего сорта и 17,8 % ржаной муки особой. Общий выход ржаной хлебопекарной муки по третьему варианту межвальцового зазора (на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм) сопоставим со вторым вариантом и составил 69,7 %, но вы-

Выход и белизна пшеничной хлебопекарной муки, полученной при различных величинах межвальцового зазора

Варианты межвальцовых зазоров	Выход муки по сортам, %			Белизна муки по сортам, ед. пр. СКИБ-М		
	высший сорт	I сорт	II сорт	высший сорт	I сорт	II сорт
Вариант 1: зазор на I др.с. = 0,3 мм; на II др.с. = 0,2 мм	41,2	-	24,8	54	-	20
Вариант 2: зазор на I др.с. = 0,25 мм; на II др.с. = 0,15 мм	44,4	27,3	-	58	38	-
Вариант 3: зазор на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм	41,7	29,9	-	60	38	-

ход ржаной сеяной муки высшего сорта ниже на 3,3 %. Таким образом, оптимальные межвальцовые зазоры агрегатной мельничной установки «Мельник 100 Люкс» для ржаного помола составили на I драной системе – 0,25 мм и на II драной системе – 0,15 мм.

Из табл. 4 видно, что наибольший общий выход тритикалевой хлебопекарной муки получается при третьем варианте межвальцового зазора (на I др.с. = 0,20 мм; на II др.с. = 0,10 мм), который составил 72,2 %, в т.ч. 48,1 % тритикалевой муки высшего сорта Т-60 и 17,8 % тритикалевой муки Т-80. Общий выход тритикалевой хлебопекарной муки по второму варианту межвальцового зазора (на I др.с. = 0,25 мм; на II др.с. = 0,15 мм) ниже на 2,2 % по сравнению со вторым вариантом и составил 70,0 %, при этом выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60

ниже на 2,1 %. Таким образом, оптимальные межвальцовые зазоры агрегатной мельничной установки «Мельник 100 Люкс» для тритикалевого помола составили на I драной системе – 0,20 мм и на II драной системе – 0,10 мм.

На втором этапе исследований определяли показатели качества полученных образцов различных сортов пшеничной, ржаной и тритикалевой муки на инфракрасном анализаторе SpectraStar 2500 XL. Как видно из табл. 5, при помоле зерна пшеницы наибольшим содержанием протеина и клейковины отличается пшеничная мука высшего сорта, полученная при третьем варианте межвальцовых зазоров (на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм), которые составили, соответственно, 12,73 % и 30,0 %.

Из табл. 6 видно, что при помоле зерна ржи наибольшим содержанием протеина отличает-

Таблица 3

Выход и белизна ржаной хлебопекарной муки, полученной при различных величинах межвальцового зазора

Варианты межвальцовых зазоров	Выход муки по сортам, %			Белизна муки, ед. пр. СКИБ-М		
	сеяная	особая	обдир.	сеяная	особая	обдир.
Вариант 1: зазор на I др.с. = 0,3 мм; на II др.с. = 0,2 мм	45,5	19,9	-	54	29	-
Вариант 2: зазор на I др.с. = 0,25 мм; на II др.с. = 0,15 мм	52,2	17,8	-	58	32	-
Вариант 3: зазор на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм	48,9	20,8	-	59	33	-

Таблица 4

Выход и белизна тритикалевой хлебопекарной муки, полученной при различных величинах межвальцового зазора

Величины межвальцовых зазоров	Выход муки по сортам, %			Белизна муки, ед. пр. СКИБ-М		
	T-60	T-80	T-120	T-60	T-80	T-120
Вариант 1: зазор на I др.с. = 0,3 мм; на II др.с. = 0,2 мм	44,1	-	24,8	56	-	28
Вариант 2: зазор на I др.с. = 0,25 мм; на II др.с. = 0,15 мм	46,0	24,0	-	60	36	-
Вариант 3: зазор на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм	48,1	24,1	-	63	37	-

Показатели качества пшеничной хлебопекарной муки, полученной при различных вариантах величин межвальцовых зазоров

Показатель	Вариант 1 межвальцовых зазоров		Вариант 2 межвальцовых зазоров		Вариант 3 межвальцовых зазоров	
	Мука в/с	Мука II с	Мука в/с	Мука I с	Мука в/с	Мука I с
Влажность, %	13,6	12,0	14,5	14,2	14,4	14,0
Содержание протеина, %	12,11	11,13	12,65	11,83	12,73	11,77
Содержание крахмала, %	61,9	59,6	61,4	60,6	61,7	61,3
Зольность, %	0,52	0,58	0,53	0,59	0,54	0,61
Содержание жира, %	1,0	1,05	1,04	1,19	1,04	1,19
Содержание клейковины, %	28,1	27,3	28,7	27,5	30,0	27,8
Качество клейковины, ед. пр.	57	69	60	64	61	66
Число падения, с	340	375	343	397	336	390

Таблица 6

Показатели качества ржаной хлебопекарной муки, полученной при различных вариантах величин межвальцовых зазоров

Показатель	Вариант 1 межвальцовых зазоров		Вариант 2 межвальцовых зазоров		Вариант 3 межвальцовых зазоров	
	Мука сеяная	Мука особая	Мука сеяная	Мука особая	Мука сеяная	Мука особая
Влажность, %	13,9	13,4	14,2	13,7	15,0	14,2
Содержание протеина, %	10,45	12,1	10,1	12,4	10,4	12,8
Содержание клетчатки, %	0,87	0,85	0,84	1,05	0,73	0,65
Зольность, %	0,76	0,85	0,74	0,84	0,70	0,81
Содержание жира, %	1,41	1,43	1,4	1,39	1,37	1,38

ся ржаная особая мука, полученная при третьем варианте межвальцовых зазоров (на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм), который составил 12,8 %. Наименьшей зольностью (0,70 %) обладает ржаная сеяная мука, полученная также при третьем варианте межвальцовых зазоров с минимальными величинами.

Как видно из табл. 7, при помоле зерна тритикале наибольшим содержанием протеина отличается тритикалевая мука сорта Т-80, полученная при третьем варианте межвальцовых зазоров (на I др.с. = 0,2 мм; на II др.с. = 0,1 мм), который составил 12,01 %. Зольность тритикалевой муки высшего сорта Т-60, полученная при помоле по второму и третьему вариантам межвальцовых зазоров, практически сопоставимы и составляет, соответственно, 0,65 и 0,67 %.

Заключение. По результатам проведенных исследований оптимальные межвальцовые зазоры агрегатной мельничной установки «Мельник 100 Люкс» для пшеничного помола составили на I драной системе – 0,25 мм и на II драной системе – 0,15 мм, оптимальные межвальцовые зазоры для ржаного помола составили на I драной системе – 0,25 мм и на II драной системе – 0,15 мм и оптимальные межвальцовые зазоры для тритикаливого помола составили на I драной системе – 0,20 мм и на II драной системе – 0,10 мм.

Наибольший общий выход пшеничной хлебопекарной муки при оптимальных параметрах межвальцового зазора составил 71,7 %, в т.ч. 44,4 % муки высшего сорта и 27,3 % муки I сорта; наибольший общий выход ржаной хлебопекарной муки при оптимальных параметрах

Таблица 7

Показатели качества тритикалевой хлебопекарной муки, полученной при различных вариантах величин межвальцовых зазоров

Показатель	Вариант 1 межвальцовых зазоров		Вариант 2 межвальцовых зазоров		Вариант 3 межвальцовых зазоров	
	Мука Т-60	Мука Т-120	Мука Т-60	Мука Т-80	Мука Т-60	Мука Т-80
Влажность, %	12,7	11,9	12,9	12,8	12,7	12,6
Содержание протеина, %	10,74	11,25	11,0	11,94	11,04	12,01
Содержание клетчатки, %	3,92	3,78	3,66	3,68	3,71	3,64
Зольность, %	0,71	1,12	0,65	0,84	0,67	0,89
Содержание жира, %	1,52	1,51	1,75	1,76	1,69	1,75

межвальцового зазора составил 70,0 %, в т.ч. 52,2 % сеяной ржаной муки высшего сорта и 17,8 % ржаной муки особой; наибольший общий выход тритикалевой хлебопекарной муки при оптимальных параметрах межвальцового зазора составил 72,2 %, в т.ч. 48,1 % тритикалевой муки высшего сорта Т-60 и 17,8 % тритикалевой муки Т-80.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов А.В. Пути повышения эффективности процесса переработки зерна на малых предприятиях // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 8. – С. 38–42.
2. Анисимов А.В., Рудик Ф.Я., Загородских Б.П. Совершенствование технологии подготовки зерна к помолу на малых предприятиях // Вестник Мордовского университета. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 603–623.
3. Бузоверов С.Ю., Лобанов В.И., Протасов Н.С. Влияние степени увлажнения зерна в процессе гидротермической обработки на качество и выход муки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 172–176.
4. Верецинский А. Подготовка зерна шелушением на мельницах сортовых помолов пшеницы большой производительности // Хлебопродукты. – 2010. – № 1. – С. 32–33.
5. Егоров Г.А. Малая мукомольная мельница: пособие для предпринимателей // СПб.: ГИОРД. – 2000. – 96 с.
6. Журба О.С., Карамзин А.В., Крикунова Л.Н. Влияние шелушения зерна на параметры процесса его измельчения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 8. – С. 18–23.
7. Кандроков Р.Х., Дулаев Г.В., Володин Н.П., Петриченко В.С., Черницов Д.Е. Технология переработки

мягкой пшеницы с высоким выходом манной крупы // Хлебопродукты. – 2014. – № 1. – С. 62–63.

8. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н. Роль шелушения в технологии переработки зерна твердой пшеницы // Хлебопродукты. – 2013. – № 3. – С. 44–45.

9. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н. Технология переработки зерна тритикале в крупу типа «манная» // Хлебопродукты. – 2017. – № 1. – С. 52–54.

10. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н. Разработка эффективной технологической схемы переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – Т. 1. – № 1. – С. 62–65.

11. Martelli M.R. et al. Adherence within Biological Multilayered Systems: Development and Application of a Peel Test on Wheat Grain Peripheral Tissues // Journal of Cereal Science, 2010, Vol. 52, Iss. 1, P. 83–89.

12. Remadnia M. et al. Electrostatic Separation of Peeling and Gluten from Finely Ground Wheat Grains // Particulate Science and Technology, 2014, Vol. 32, Iss. 6, P. 608–615.

Кандроков Роман Хажсетович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Зерно, хлебопекарные и кондитерские технологии», Московский государственный университет пищевых производств, Россия.

Рындин Александр Алексеевич, канд. техн. наук, Московский государственный университет пищевых производств, Россия.

Латышев Михаил Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная механика и инжиниринг технических систем». Россия.

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11.

Тел.: +79262626828; e-mail: nart132007@mail.ru.

Ключевые слова: агрегатная мельница; межвальцовый зазор; пшеница; рожь; тритикале; выход; качество; мука.

THE INFLUENCE OF THE ROLL GAP OF THE AGGREGATE MILL “MELNIK 100 LUX” ON THE YIELD AND QUALITY OF WHEAT, RYE AND TRITICALE FLOUR

Kandrokov Roman Khazhsetovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Grains, Bakery and Confectionery Technologies”, Moscow State University of Food Production, Russia.

Ryndin Aleksandr Alekseevich, Candidate of Technical Sciences, Moscow State University of Food Production, Russia.

Latyshev Mikhail Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Applied Mechanics and Technical Systems Engineering”, Moscow State University of Food Production, Russia.

Keywords: modular mill; roller gap; wheat; rye; triticale; output; quality; flour.

Research has been carried out to determine the effect of the roll gap of the aggregate mini mill “Melnik 100 Lux” on the yield of wheat, rye and triticale flour. The technological scheme of a mini-mill consists of only 3 systems - two torn and one grinding, which are clearly not enough to separate

the grain of various crops into anatomical parts during grinding to obtain high-quality bakery flour. Based on the results of the studies, the optimal roll-to-roll clearances of the aggregate mill installation «Melnik 100 Lux» were established. For wheat milling, they were 0.25 mm on the I torn system and 0.15 mm on the II torn system, for rye milling they were 0.25 mm on the I torn system and 0.15 mm on the II torn system and triticale grinding was 0.20 mm on the I torn system and 0.10 mm on the II torn system. The highest total yield of wheat bakery flour with optimal parameters of the roll gap was 71.7 %, incl. 44.4 % premium flour and 27.3 % first grade flour; the highest total yield of rye bakery flour with optimal parameters of the roll gap was 70.0 %, incl. 52.2 % seeded premium rye flour and 17.8 % special rye flour; the highest total yield of triticale bakery flour with optimal parameters of the roll gap was 72.2 %, incl. 48.1 % triticale flour of the highest grade T-60 and 17.8 % triticale flour T-80.