

УДК 664.653.1.001.5

ПШЕНИШНЮК Г.Ф., канд. техн. наук, доцент, ПАВЛОВСКИЙ С.Н., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ РЕЦЕПТУРЫ И СПОСОБА ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ЗАМЕСЕ ТЕСТА

Влияние компонентов рецептуры и способа тестообразования на величину энергозатрат при замесе теста.

Ключевые слова: тесто, замес, рецептура.

Influence of components of compounding and method of testoprigotovleniya on the size of energozatrat at the premix of test.

Keywords: dough, premix, compounding.

Важным параметром тестообразования является удельная работа замеса теста, оптимальное значение которой определяет не только дальнейший ход технологического процесса, но и во многом качество хлебобулочных изделий. Особенно это важно в условиях переработки муки нестабильного качества на современных поточных комплексно-механизированных линиях.

В работе [1] установлены интервалы изменения удельной работы замеса теста в зависимости от хлебопекарных свойств пшеничной муки. Нами исследованы энергетические затраты на пластикацию теста с включением в рецептуру основного и дополнительного сырья, а также улучшителей окислительного и восстановительного действия. Для опытов использовали пробу муки № 1 ($G_{кл}=30,0\%$, $H_{деф}=80,5$ ед.). Влажность замешиваемого теста была постоянной и составляла $44,5\%$. В случае применения сахара и жира расчетное количество воды уменьшали наполовину массы добавки. Влияние компонентов рецептуры на формирование структуры теста по данным миксографа Свансона показано на рис. 1.

По миксограммам рассчитывали оптимальную продолжительность $\tau_{опт}$ и удельную работу замеса теста $A_{уд}$. Установлено снижение величины $A_{уд}$ при включении в рецептуру дрожжей, что можно объяснить наличием в дрожжевых клетках восстановленного глутатиона [2]. Поваренная соль существенно увеличивала продолжительность развития структуры теста. Очевидно, ионы натрия, экранируя заряды в макромолекулах белков, препятствуют нормальному формированию клейковинного каркаса в процессе механической обработки теста при замесе.

Молочная сыворотка, сахар и жир в больших дозах сокращают величину энергозатрат, что связано с дегидратирующими свойствами сахарозы, пластифицирующим действием жира и достаточно большим содержанием SH-групп в белках молочной сыворотки. Малые дозы жира (до 5%) несколько увеличивали $A_{уд}$ замеса теста, по-видимому, из-за образования липопротеиновых комплексов и повышения гидрофобных свойств клейковинных белков.

Важными регуляторами окислительно-восстановительных процессов в тесте являются улучшители окислительного действия и цистеин. Их влияние на процесс тестообразования показано на миксограммах рис.2.

Согласно экспериментальным данным, включение в рецептуру теста улучшителей окислительного действия приводит к закономерному росту оптимальной удельной работы замеса.

Эффективным интенсификатором механохимических процессов образования теста является цистеин. Так, включение его в рецептуру в количестве $0,0075\%$ снижает величину энергозатрат в 2 раза. Совместное использование химических реагентов указывает на специфичность действия улучшителей окислительно-восстановительного действия и хлорида натрия на процессы структурообразования в тесте.

В настоящее время на хлебозаводах применяют как одно-, так и двухфазные способы тестообразования. Их отличительной особенностью является количество перерабатываемой на первой стадии муки и влажность опары.

Исследовали влияние количества муки в опаре на величину энергозатрат при замесе теста. Для этого предварительно готовили полуфабрикат из муки, 1% дрожжей и воды по рецептуре. Полуфабрикат выдерживали при $30\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 4 ч.

На готовом полуфабрикате, оставшейся части муки и солевом растворе замешивали тесто влажностью $44,5\%$. Миксограммы теста с различным со-

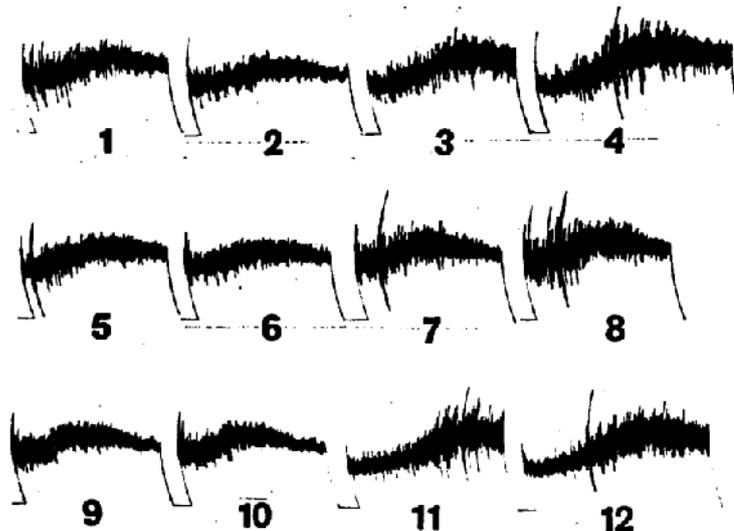


Рис. 1. Миксограммы пшеничного теста с основным и дополнительным сырьем рецептуры: 1 - контроль; 2 - 3% прессованных дрожжей; 3 - 1% поваренной соли; 4 - 2% поваренной соли; 5 - 5% маргарина; 6 - 10% маргарина; 7 - 5% сахара-песка; 8-10% сахара-песка; 9 - 10% молочной сыворотки; 10 - 20% молочной сыворотки; 11 - 3% прессованных дрожжей; 2% поваренной соли, 20% молочной сыворотки; 12 - 2% поваренной соли; 20% молочной сыворотки

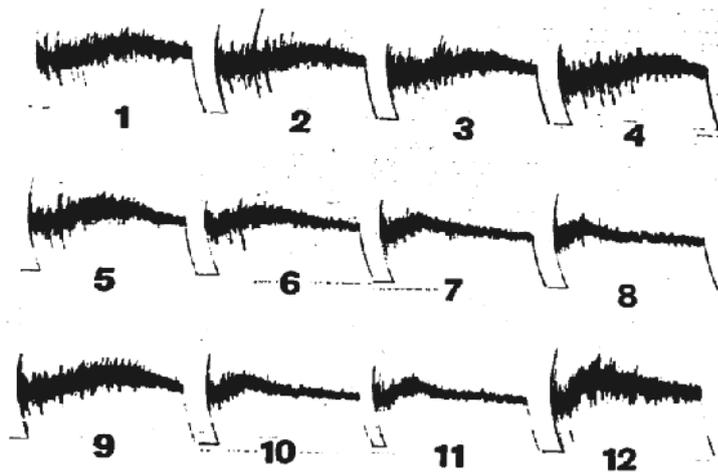


Рис. 2. Миксограмми пшеничного теста с улучшителями окислительно-восстановительного действия: 1 - контроль; 2 - 0,0050 % $KBrO_3$; 3 - 0,0005 % KIO_3 ; 4 - 0,0010 % KIO_3 ; 5 - 0,0025 % цистенна; 6 - 0,0050 % цистенна; 7 - 0,0075 % цистенна; 8 - 0,010 % цистенна; 9 - 0,0010 % KIO_3 , 0,0010 % цистенна; 10 - 0,0010% KIO_3 , 0,010 % цистенна; 11 - 0,0050 % KIO_3 , 0,010 % цистенна; 12 - 2 % хлорида натрия, 0,010 % цистенна

держанием муки в опаре показаны на рис. 3.

Согласно экспериментальным данным, приведенным на рис. 3, по мере увеличения количества муки в опаре, время достижения максимального крутящего момента при замесе сокращается, а удельные затраты на пластикацию теста снижаются.

Максимальное снижение $A_{уд}$ равно 75 %, достигнуто при способе приготовления теста с двухстадийным его замесом, когда биохимическим и коллоидным процессам подвергалась вся мука, положенная по рецептуре.

Оценивали оптимальные величины энергозатрат на пластикацию пшеничного теста. Адекватные математические зависимости для расчета оптимальной удельной работы замеса по основным показателям хлебопекарных свойств муки получены для теста, замешенного из муки и воды [3]. Из основных компонентов рецептуры, согласно рис. 1, значительное влияние на величину $A_{уд}$ оказывает хлорид натрия. Исследовано его влияние на физико-механические свойства теста по данным фарнографа и экстенсографа Брабендера. Результаты опытов приведены нами в работах [4, 5].

Независимо от качества перерабатываемой муки, установлено увеличение удельной работы замеса при включении в рецептуру теста 1,5 % поваренной соли в среднем на 31 %. Поэтому в дальнейших расчетах применялся коэффициент увеличения $A_{уд}$ при замесе теста с 1,5 % $NaCl$, равный 1,31.

Удельная работа замеса теста существенно зависит от хлебопекарных свойств муки. В связи с этим исследовали влияние качества и количества муки в опаре M_o на величину $A_{уд}$. Опару замешивали из различного количества муки, 1 % прессованных дрожжей и всей воды по рецептуре, а затем выбраживали в течение 4 ч при температуре 30 °С. Для опытов использовали пробы пшеничной муки 1 сорта № 2, 3 и 4 различного хлебопекарного качества. Пластикацию теста влажностью 44,5 % осуществляли в миксографе Свансона из готовой опары, остатка муки и 1,5 %

хлорида натрия. Зависимость $A_{уд}$ от M_o показана на рис. 4 а.

По мере увеличения количества муки в опаре величина энергозатрат на пластикацию теста снижается тем больше, чем выше по хлебопекарным свойствам (силе) мука. Так, при пластикации теста на густой опаре отмечено снижение $A_{уд}$ в сравнении с безопарным способом для пробы муки № 2 на 17,1, пробы муки № 3 - 11,2 и пробы муки №4 - 9,2 кДж/кг.

На рис. 4б дана графическая зависимость относительного уменьшения удельной работы замеса $\Delta A_{уд}$ в % - тах по сравнению с безопарным тестом при различном содержании муки в опаре. Зависимость $\Delta A_{уд}$ от M_o для исследованных проб муки примерно одинакова и графически может быть представлена в виде прямой линии. После обработки результатов опытов методом наименьших квадратов и статистической оценки значимости коэффициентов уравнения регрессии, получена следующая

адекватная эмпирическая зависимость

$$\Delta A_{уд} = 0,66 M_o + 6,02. \quad (1)$$

Проведем следующие преобразования

$$\Delta A_{уд} = 100(A_o - A_i) / A_o, \text{ тогда } A_i = 1 - \Delta A_{уд} / 100. \quad (2)$$

Подставив значение $A_{уд}$ из уравнения (1) в уравнение (2), получим зависимость вида

$$A_{уд} = A_o(93,98 - 0,66 M_o) / 100, \quad (3)$$

где A_o - удельная работа пластикации теста, приготовленного безопарным способом, кДж/кг; A_i - тоже при опарном способе тестоприготовления, кДж/кг.

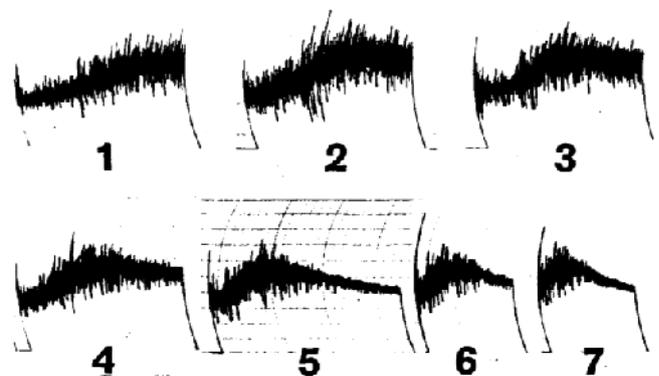


Рис. 3. Миксограммы пшеничного теста, замешенного на полуфабрикатах с различным содержанием муки: 1 - контроль (безопарный способ); 2 - жидкий полуфабрикат ($M_o=10\%$); 3 - жидкая опара; 4 - густая опара; 5 - большая густая опара; 6 - густой полуфабрикат ($M_o=90\%$); 7 - двухстадийный способ замеса теста

Подставляя значения A_o из уравнений, приведенных в работе [3], и введя коэффициент, учитывающий наличие в рецептуре технологического количества поваренной соли, получим следующие уравнения для расчета $A_{уд}$:

- по величине седиментации S_v (в cm^3)

$$A_{уд} = 1,1585 S_v + 0,1824 M_o - 0,0081 S_v M_o - 26,0; \quad (4)$$

- по бонитационному числу $Bч$ (в баллах)

$$A_{уд} = 2,7184 Bч - 0,0234 Bч^2 - 0,0191 Bч M_o + 0,3113 M_o + 0,00016 Bч^2 M_o - 44,30 \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) могут быть использованы

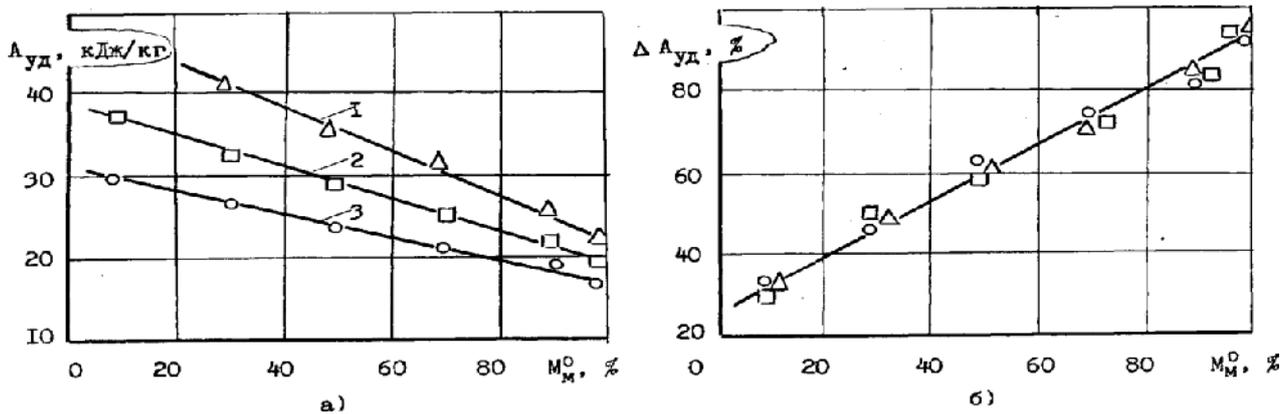


Рис. 4. Зависимость удельной работы (а) и относительного снижения энергозатрат (б) при замесе теста от содержания в опаре муки различного хлебопекарного качества: 1 – проба муки № 2 ($G_m=31,2\%$, $H_{деф}=62,5$ ед.); 2 – проба муки № 3 ($G_m=30\%$, $H_{деф}=76$ ед.); 3 – проба муки № 4 ($G_m=30,6\%$, $H_{деф}=97,5$ ед.)

для ориентировочного расчета величины энергозатрат на пластикацию теста до оптимального развития его структуры с учетом хлебопекарного качества муки, количества ее в опаре в интервале от 10 до 100 % и соли, то есть факторов, в основном определяющих величину удельной работы, совершаемой при пластикации.

При одностадийном замесе теста из муки высококачественных сортов пшеницы безопарным и, особенно, ускоренным способом, расход энергии на пластикацию достаточно велик и составляет 40 – 50 кДж/кг. Хлебопекарная промышленность еще не располагает месильными машинами непрерывного действия, обеспечивающими оптимальное развитие структуры теста при пластикации с уровнем удельной работы, превышающем 10 – 15 кДж/кг.

Как показано на рис. 2, существенное снижение $A_{уд}$ может быть достигнуто за счет включения в рецептуру хлебопекарных улучшителей восстановительного действия. Однако промышленное производство цистеина для целей хлебопечения не налажено, а его дозировки, из-за существенного влияния на реологические и адгезионные свойства теста, строго выбираемы.

Эффективным способом снижения $A_{уд}$ может стать двухстадийный замес теста с определенной выдержкой между стадиями смешивания и пластикации. С целью выявления математической зависимости $A_{уд}$

от периода брожения теста после смешивания $\tau_{бр}$, проводили отдельную серию опытов с использованием проб муки № 5, 6 и 7 различного хлебопекарного качества.

Тесто готовили безопарным способом, а предварительное смешивание ингредиентов осуществляли в деже лабораторного гомогенизатора при частоте вращения ротора 8,33 с-1 в течение 7 сек. После заданного периода выдержки полуфабриката при температуре 30 °С, брали навеску теста, равную 0,055 кг, и замешивали в миксографе Свансона до максимального крутящего момента по миксограмме. Влияние на величину $A_{уд}$ длительности выдержки теста между стадиями замеса и хлебопекарного качества муки показано на рис. 5а.

Зависимость $\Delta A_{уд}$ от периода выдержки $\tau_{бр}$ между стадиями смешивания и пластикации для проб муки различного качества показана на рис. 5б. Согласно результатам опытов, кривые изменения $\Delta A_{уд}$ от величины $\tau_{бр}$ для трех проб муки с отличающимися хлебопекарными свойствами практически совпадают.

Эмпирические данные подвергали математической обработке. В результате получена следующая адекватная зависимость

$$\Delta A_{уд} = 33,2 \lg \tau_{бр} - 12,0. \quad (6)$$

Согласно экспериментальным данным, использование NaCl на второй стадии замеса приводит к снижению расхода энергии на пластикацию, особенно

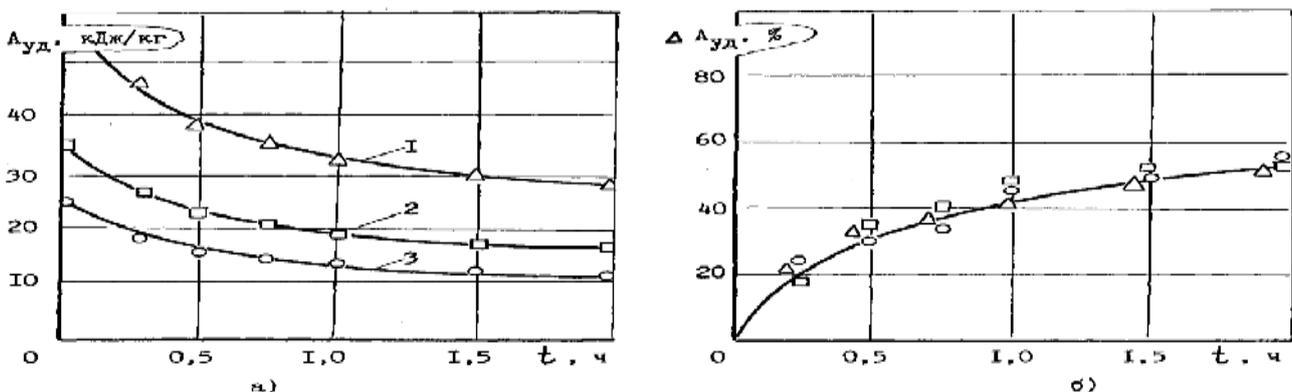


Рис. 5. Зависимость удельной работы (а) и относительного снижения энергозатрат (б) при замесе от длительности брожения теста между стадиями его гомогенизации и пластикации: 1 – проба муки № 5 ($G_m=25,5\%$, $H_{деф}=40$ ед.); 2 – проба муки № 6 ($G_m=29,0\%$, $H_{деф}=72,5$ ед.); 3 – проба муки № 7 ($G_m=29,5\%$, $H_{деф}=87,5$ ед.)

в початковий її період. Після 0,5 ч видержки устанавлено зниження $A_{уд}$ для теста із проби муки № 5 на 18,9, проби муки № 6 - 13,8 і проби муки № 7 - 7,6 кДж/кг.

Методами математическої статистики оцінювалися значимість коефіцієнтів і адекватність рівняння (6) результатам експеримента. Для даних умовий $\varepsilon(bi) = 0,65$; $S_{ад}^2 = 3,17$ і $S_{в}^2 = 2,02$. Так як розрахунковий критерій Фишера $F_p = 1,57$ менше критического ($F_T = 3,30$), - рівняння (6) адекватно експерименту. Оно дозволяє оцінювати величину $A_{уд}$ с учетом довготривалості видержки теста между стадіями змішування і пластикації по следующим показателям "силы" муки:

- по величині седиментації

$$A_{уд} = 1,3806 S_v - 0,4090 S_v \lg \tau_{ор} + 9,1768 \lg \tau_{ор} - 31,0; \quad (7)$$

- по бонитационному числу

$$уд = 3,2396 Бч - 0,0279 Бч^2 - 0,9603 Бч \lg \tau_{ор} + 0,0083 Бч^2 \lg \tau_{ор} + 15,6571 \lg \tau_{ор} - 52,80. \quad (8)$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горячева А.Ф., Щербатенко В.В. Механическая обработка теста. - М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1968. - 60 с.
2. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: "Логос", 2002. - 365 с.
3. Пшенишнюк Г.Ф., Козлов Г.Ф., Чмырь А.Д. Энергетические затраты при замесе пшеничного теста // Изв. вузов. Пищевая технология. - 1981. - № 3. - С. 64 - 67.
4. Пшенишнюк Г.Ф., Павловский С.Н. Влияние продуктов брожения и поваренной соли на процесс тестообразования // Харчова наука і технологія. - 2010. - № 1(10). - С. 35 - 37.
5. Пшенишнюк Г.Ф., Павловский С.Н. Влияние двухстадийного замеса на реологические свойства теста и качество хлеба // Зернові продукти і комбикорми. - 2010. - № 2(38). - С. 25 - 28.

УДК 664.6/7

САФОНОВА О.М., д-р техн. наук, професор, РАЗБОРСЬКА О.О., аспірант

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНОЇ ВОДНО-ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ НА ВУГЛЕВОДНО-АМІЛАЗНИЙ КОМПЛЕКС БОРОШНА

У статті наведені результати досліджень вуглеводно-амілазного комплексу борошна після обробки зерна пшениці акустичними хвилями широкого діапазону в умовах розрідженого середовища. Досліджували процес бродіння тіста, зокрема газотворюючу та газотримуючу здатність, після імпульсної обробки зерна пшениці при встановлених параметрах ВТО.

Ключові слова: водно-теплова обробка, зерно пшениці, вуглеводно-амілазний комплекс борошна.

The results of the studies of the carbohydrate-amyolytic complex of the flour wheat grain after the treatment by a wide range of acoustic waves at low pressure are resulted in the report. We studied a fermentation of the paste, in particular gas-forming and its gas-retaining capacity, after the pulsing treatment of the wheat grain at the positioned arguments of the WTT.

Keywords: water-thermal treatment, grain of wheat, vuglevodno-amilazniy complex of flour.

Пшениця як зернова культура є стратегічною сировиною в Україні. Ця культура займає значну частину в загальному об'ємі не тільки зернових, але й інших сільськогосподарських культур, які вирощують на полях нашої країни. Тому в ефективній обробці зерна пшениці у процесі її переробки зацікавлені не тільки окремі підприємства. Це питання охоплює масштаби держави і має державне значення.

Зерно пшениці є важливим сировинним ресурсом у технологіях борошномельної, круп'яної та комбикормової галузей. Технології, розроблені десятиками та більше років тому, удосконалюються, здебільшого, за рахунок змін конструкції технологічного обладнання. При цьому кожен технологічний процес принципово не змінюється, а залишається традиційним для окремих технологій.

Технологія отримання сортового борошна з

Таким образом, примерные затраты энергии на оптимальный замес теста в зависимости от качества перерабатываемой муки, способа тестопротравливания, продолжительности брожения теста между стадиями смешивания и пластикации могут быть рассчитаны по адекватным математическим уравнениям (4), (5), (7) и (8)

В качестве критериев оценки качества муки используются показатели, комплексно характеризующие ее хлебопекарные свойства и доступные для определения в условиях заводских лабораторий. Определение оптимальной удельной работы замеса теста может быть упрощено путем составления графических или табличных зависимостей $A_{уд}$ от величины седиментации или бонитационного числа для заданных способов тестопротравливания.

Поступила 02.2011

пшениці також є класичною, а принципів зміни в ній полягають в удосконаленні конструкційних особливостей апаратів, які спрямовані на ефективне подрібнення, сепарування, збагачення продуктів помелу.

Головним завданням однієї з важливих підготовчих стадій до помелу – стадії водно-теплової обробки (ВТО) – є комплексне вирішення питання оптимізації технологічних властивостей зерна перед помелом та прискорення процесу його кондиціонування.

Існує багато способів підвищення ефективності і, відповідно, скорочення тривалості стадії водно-теплової обробки.

Одна з технологій кондиціонування зерна при переробці його в борошно передбачає використання розчинів незаражуючих засобів, наприклад ацетату натрію, що дозволяє попередити картопляну хворобу. Для обробки зерна пшениці розчин ацетату натрію перед змішуванням з біомасою піддають обробці ультразвуковою кавітацією з відношенням інтенсивності ультразвука до квадрата гідростатичного тиску у розчині не менше $1,1 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{кПа}^2$. При цьому забезпечується однаковий ступінь гідратації біополімерів водою, яка є середовищем розчинів солі, незалежно від її концентрації. Крім цього, доцільно проводити у такий спосіб обробку зерна та насіння перед посівом та перед зберіганням [1].

Інша технологія підготовки зерна пшениці до помелу з метою прискорення процесу і зниження енерговитрат передбачає попереднє плющення зерна при зазорі між вальцями 1,5 мм. Наступне відволоження