

В условиях внедрения ускоренных способов приготовления теста, практика которых имеет место на хлебопекарных предприятиях малой мощности и предприятиях общественного питания, важное значение, приобретает возможность регулирования физических свойств полуфабрикатов для улучшения качества готовой продукции. Это достигается путем изменения технологических параметров приготовления теста, а также при добавлении в тесто и полуфабрикаты добавок различной природы и улучшителей. Известно, что ряд улучшителей и добавок обладают способностью укреплять физические свойства теста, увеличивают газоудерживающую способность муки, снижают степень атакваемости белков [1,2,3]. Янтарную кислоту, можно отнести к улучшителям окислительного действия, обладающим мощнейшим антиоксидантным и иммуностимулирующим действием, не вызывая побочных эффектов и привыкания. Во-первых, она стимулирует выработку энергии в клетках; во-вторых, усиливает клеточное дыхание, способствует усвоению кислорода клетками; в-третьих, обезвреживает свободные радикалы [4]. Мука и хлебопекарные дрожжи относятся к основному сырью хлебопекарного производства и поэтому от них в значительной мере зависят свойства теста и качество хлебобулочных изделий. Основным фактором, обуславливающим «силу» муки, является содержание в ней клейковины и ее качество, а также реологические свойства теста. В данной работе было изучено влияние антиоксидантной добавки на содержание и свойства клейковины муки и реологические характеристики теста. За опытный вариант принимали данные процесса с внесением янтарной кислоты (в количестве 0,01-0,2 % к массе муки), за контрольный вариант – данные процесса без нее. Определение реологических характеристик теста проводили с применением альвиографа Chopin по ГОСТ Р 51415-99. Метод основан на замесе теста постоянной влажности и приготовлении из теста проб для испытания стандартной толщины после расстойки, раздувании их воздухом в форме пузыря и нанесении на график различий в давлении внутри пузыря по времени. Оценку свойств теста проводили по форме полученных диаграмм. Результаты исследования влияния янтарной кислоты на силу пшеничной муки представлены на рисунке 1. Рис. 1 – Влияние янтарной кислоты на содержание и упругие свойства клейковины. Внесение янтарной кислоты оказывало укрепляющее действие на клейковину: упругие свойства клейковины увеличивались на 11-14 % по сравнению с контролем. При этом количество клейковины снижалось незначительно (2-5 %) (рис. 1). Известно, что окислительное воздействие, в данном случае влияние янтарной кислоты, является фактором, в значительной мере обуславливающим состояние белково-протеинового комплекса муки, влияющим и на ее белковые вещества: упрочнение и снижение атакваемости вследствие образования дисульфидных мостиков путем окисления смежных сульфгидрильных групп. В результате этого повышается сила муки, соответственно улучшаются

реологические свойства теста из нее и в результате улучшения газо- и формоудерживающей способности теста увеличивается объем хлеба и уменьшается расплываемость подовых изделий. В связи с тем, что упругие свойства клейковины определяют реологические характеристики теста, то исследовали и влияние янтарной кислоты на свойства теста. Изучение реологического поведения теста очень важно для понимания изменений, происходящих в тесте на этапах замеса, брожения и формирования и для управления качеством хлебобулочной продукции. В связи с этим, дальнейшие исследования были посвящены изучению влияния янтарной кислоты на структурно-механические свойства теста при производстве хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта. Реологические свойства теста в значительной мере зависят от состояния белково-протеинового комплекса муки и определяют показатели качества хлебобулочных изделий. Белки пшеничной муки способны образовывать упругий гидратированный гель существенным образом влияющий на структурно-механические свойства теста, которые определяли на альвеографе и фаринографе. На приборе альвеограф определяли следующие показатели свойств теста: предельное давление воздуха (P , мм), соответствующее упругой деформации теста; общую деформацию теста (L , мм); количество энергии, затрачиваемой на надувание шара до момента его разрыва (W , 10-4 Дж) и отношение P/L . Преимуществом определения реологических свойств теста на альвеографе по сравнению с фаринографом является то, что в данном методе тесто растягивается во всех направлениях, а не вдоль одной оси. Растяжение во всех направлениях характерно и для теста в процессе брожения [5]. Результаты статистической обработки полученных кривых на альвеографе по влиянию янтарной кислоты на реологические свойства пшеничного теста из муки пшеничной высшего сорта представлены на рис. 2, рис.3 и в таблице 1. Рис. 2 – Альвеограмма теста из пшеничной муки (контроль) Рис. 3 – Альвеограмма теста с добавлением 0,1 % янтарной кислоты (опыт) Как следует из таблицы 1, добавление янтарной кислоты при замесе теста приводит к повышению упругости, снижению его растяжимости, увеличению отношения упругости к растяжимости и энергии деформации теста по сравнению с контрольными образцами. Таблица 1 - Влияние янтарной кислоты на реологические свойства пшеничного теста (по показаниям альвеографа)

Наименование показателя	К	0,01	0,05	0,1	0,15	0,2
Концентрация янтарной кислоты, % к массе муки		0,01	0,05	0,1	0,15	0,2
Энергия деформации теста W , Е.А	424	440	458	474	482	486
Максимальное избыточное давление P , мм	156	163	170	179	186	189
Средняя абсцисса при разрыве L , мм	67	61	58	54	51	48
Показатель формы кривой, P/L	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	3,9
Индекс растяжимости G , см	18,0	17,2	16,8	16,3	15,9	15,8

Для более глубокого изучения реологических свойств, проводили определение влияния янтарной кислоты на реологическое поведение пшеничного теста в процессе замеса на фаринографе. О степени влияния судили по показателям водопоглощения муки, времени

образования, степени разжижения и устойчивости теста при замесе. Полученные результаты на альвеографе коррелировали с показателями реологических свойств теста на фаринографе. Результаты статистической обработки полученных кривых на фаринографе представлены в таблице 2. Можно отметить, что наблюдается тенденция улучшения физических свойств дрожжевого теста с внесением янтарной кислоты по сравнению с контролем: повышается водопоглатительная способность, время образования, устойчивость и снижается степень разжижения по истечении 23 мин от начала замеса теста (табл. 2). Водопоглотительная способность влияет на весь процесс хлебопечения, в том числе на физико-химические свойства теста. Увеличение водопоглощения муки приводит к лучшей клейстеризации, большому поднятию тестовых заготовок при выпечке, улучшению состояния мякиша. Мука с высокой водопоглотительной способностью увеличивает выход продукции; контроль этого параметра позволяет наиболее эффективно оптимизировать процесс выпечки. Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать вывод, что добавление янтарной кислоты приводило к увеличению времени образования теста на 9-36 % по сравнению с контролем. Таблица 2 - Влияние янтарной кислоты на реологические свойства пшеничного теста (по показаниям фаринографа)

Наименование показателя	Концентрация янтарной кислоты % к массе муки	0,01	0,05	0,1	0,15	0,2
Водопоглотительная способность, %		59,9	59,9	59,6	59,1	59,0
Время образования теста, мин		11,0	12,0	13,5	14,5	14,8
Устойчивость теста, мин		20	20	22,0	23,5	24,0
Степень разжижения теста (после 23 минут от начала замеса теста), ЕФ		50	45	40	35	34
Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать вывод, что добавление янтарной кислоты приводило к увеличению времени образования теста на 9-36 % по сравнению с контролем. Устойчивость теста с янтарной кислотой также была выше, по сравнению с контрольными пробами на 2,5-10 %. Отмечено снижение степени разжижения по истечении 23 мин от начала замеса теста. Возможно, это связано с тем, что янтарная кислота при замесе взаимодействовала с компонентами твердой фазы теста, что повышало устойчивость вновь образованных комплексов и способствовало незначительному увеличению показателя степени разжижения теста (таблица 2). По результатам проведенных исследований реологических свойств пшеничного теста из муки высшего сорта с внесением янтарной кислоты установлено, что добавка оказывала влияние на свойства теста, способствовала увеличению таких реологических показателей, как упругость и водопоглотительная способность теста. Таким образом, основываясь на результатах, полученных на альвеографе и фаринографе, можно считать, что внесение янтарной кислоты в тесто положительно воздействует на реологические показатели теста: увеличиваются упругие свойства, водопоглотительная способность. Данный факт позволит спрогнозировать						

повышение формоустойчивости подовых и удельного объема формовых изделий, что приведет к улучшению качества готовой продукции.