

УДК 664.292:664.6

UDC 664.292:664.6

**ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ В ТЕСТЕ С КРИОПРОТЕКТОРАМИ, МЕТОДОМ ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА****STUDY OF MOISTURE CONDITION IN DOUGH WITH CRYOPROTECTORS BY MEANS OF NUCLEAR-MAGNETIC RESONANCE**

Кенийз Надежда Викторовна

Keniyz Nadezhda Viktorovna

Сокол Наталья Викторовна  
д.т.н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Sokol Natalya Viktorovna  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье представлены результаты исследования влияния пектина как криопротектора на реологические свойства теста и физико-химические показатели качества хлеба. Полученные данные позволяют рекомендовать пектин в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов

There were presented the results of researches of pectin influence as a cryoprotector on rheological properties of dough and physical-chemical indexes of bread quality in the article. We have also obtained the results which allow recommending pectin in the technology of bread producing from frozen semi-finished foods

Ключевые слова: КРИОПРОТЕКТОР, ПЕКТИН, ДРОЖЖИ, ТЕСТОВЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ, ХЛЕБ

Keywords: CRYOPROTECTOR, PECTIN, YEAST, DOUGH SEMI-FINISHED FOODS, BREAD

Важным компонентом пищевой пирамиды, всегда остаются хлебобулочные изделия. Потребители хлебобулочных изделий предпочитают свежее испеченные изделия, в любое время суток, в широком ассортименте, произведенные традиционным способом, обладающие полезными свойствами, гипоаллергенные, а самое главное – вкусные. Но возникают проблемы с удовлетворением данного спроса – квалифицированные кадры и дорогостоящие торговые площади и решением этой проблемы являются «полуфабрикатные технологии». Но при замораживании хлебобулочных полуфабрикатов, возникает проблема, связанная с жизнеспособностью дрожжевых клеток [1].

Вода является неотъемлемой частью теста и от состояния влаги, находится она в связанном или свободном состоянии, напрямую зависит состояние дрожжевых клеток. С целью определения состояния влаги в тесте, был проведен ЯМР-тест, который проводился во Всероссийском

научно-исследовательском институте масличных культур имени В. С. Пустовойта, в отделе физических методов исследований совместно с доктором технических наук С. М. Прудниковым, на приборе ЯМР-анализатор АМВ-1006М [2, 3].

В основе метода ЯМР-спектроскопии лежит определение величины времени протонной магнитной релаксации. Релаксация - это переход между энергетическими состояниями, восстанавливающий обычное бальцмановское распределение. Такой переход, как правило, не сопровождается радиочастотным излучением. Существуют различные типы и механизмы релаксации [4, 5].

На исследуемое вещество, находящееся в магнитном поле, через определенные промежутки времени накладывают кратковременные электромагнитные импульсы в области резонансного поглощения, а в приемной катушке появляется сигнал спинового эха, максимальная амплитуда которого связана со временем перехода ядра водорода из возбужденного состояния, в нормальное. Время протонной магнитной релаксации позволяет судить о подвижности молекул воды в исследуемом образце [5].

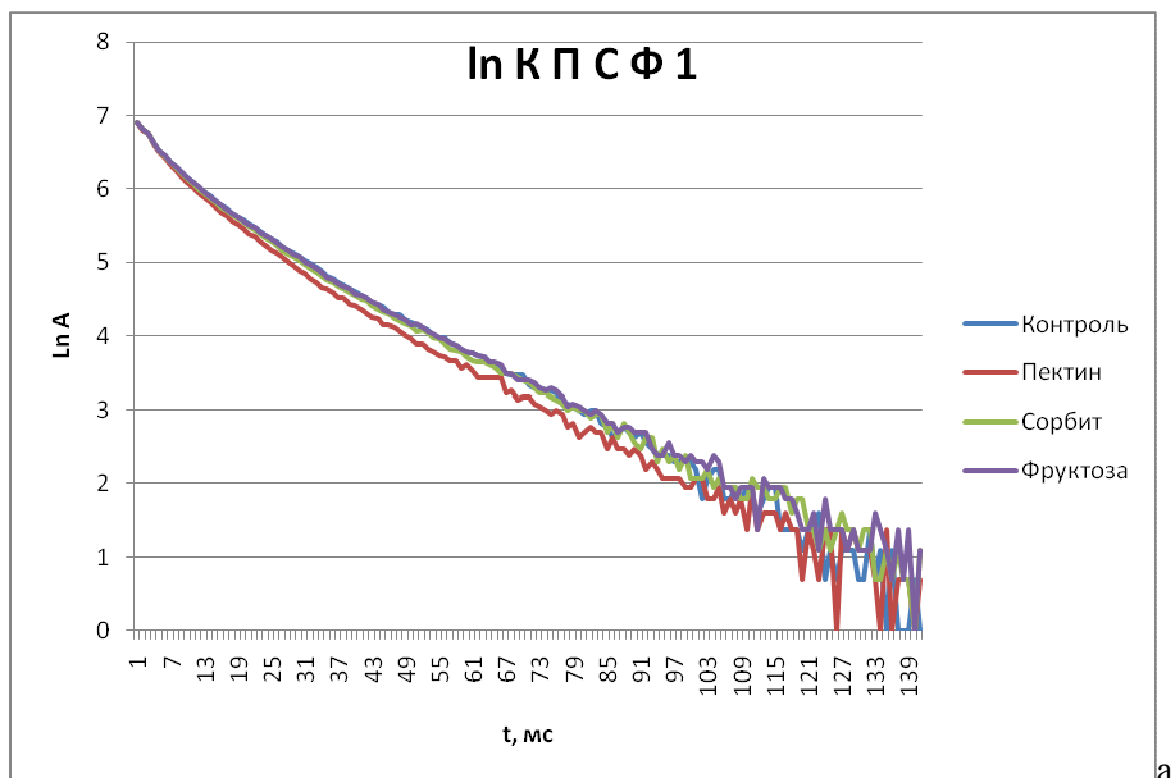
При поглощении ядром кванта электромагнитного излучения оно переходит на более высокий энергетический уровень - т.е. имеет место поглощение излучения, которое регистрируется ЯМР-спектрометром. Поглощение электромагнитного излучения происходит не точно при определенной частоте, а в пределах некоторого интервала частот – т.е. реальные линии поглощения в спектрах ЯМР являются уширенными.

В трубку для измерения ЯМР помещали пробирку с равномерно распределенным образцом и сразу измеряли спин-спиновую релаксацию протонов  $T_2$  в диапазоне 0,1-150 мс. Проводилось исследование водопоглотительной способности теста, в различных вариантах: после замеса, через 15 мин и через 30 мин после замеса. Исследовались по четыре образца: контроль, с добавлением пектина, сорбита и фруктозы в каждом варианте [4, 6].

Получаемые данные обрабатывали по уравнению с несколькими экспонентами, методом наименьших квадратов с использованием средневзвешенных значений. Экспериментальные огибающие сигналов спинного эха протонов исследуемых образцов описывали многоэкспоненциальными функциями и определяли значения времен спин-спиновой релаксации ( $T_2$ ) и амплитуд сигналов ЯМР ( $A$ ).

На основании анализа, характера зависимостей спадов интегральной интенсивности протонов воды, в исследуемых образцах определяли группы протонов воды с различными значениями времени спин-спиновой релаксации:  $T_{2_1} = 0,1 - 10$  мс ( $W_1$ ),  $T_{2_2} = 10 - 100$  мс ( $W_2$ ),  $T_{2_3} = 100 - 500$  мс ( $W_3$ ), которые рассматривали как фракции влаги с различной прочностью связи. Выделенные формы связи влаги в исследуемых образцах были охарактеризованы как  $W_1$  – осмотически удерживаемая, связанная влага,  $W_2$  – влага слабосвязанная полезная (обеспечивает оптимальную консистенцию теста),  $W_3$  – влага слабосвязанная избыточная (которая при понижении температуры образует кристаллы) [7].

Характер зависимостей спадов интегральной интенсивности протонов воды, в образцах теста анализируемых после замеса, через 15 и через 30 мин представлены на рисунке 1 (а, б, в).



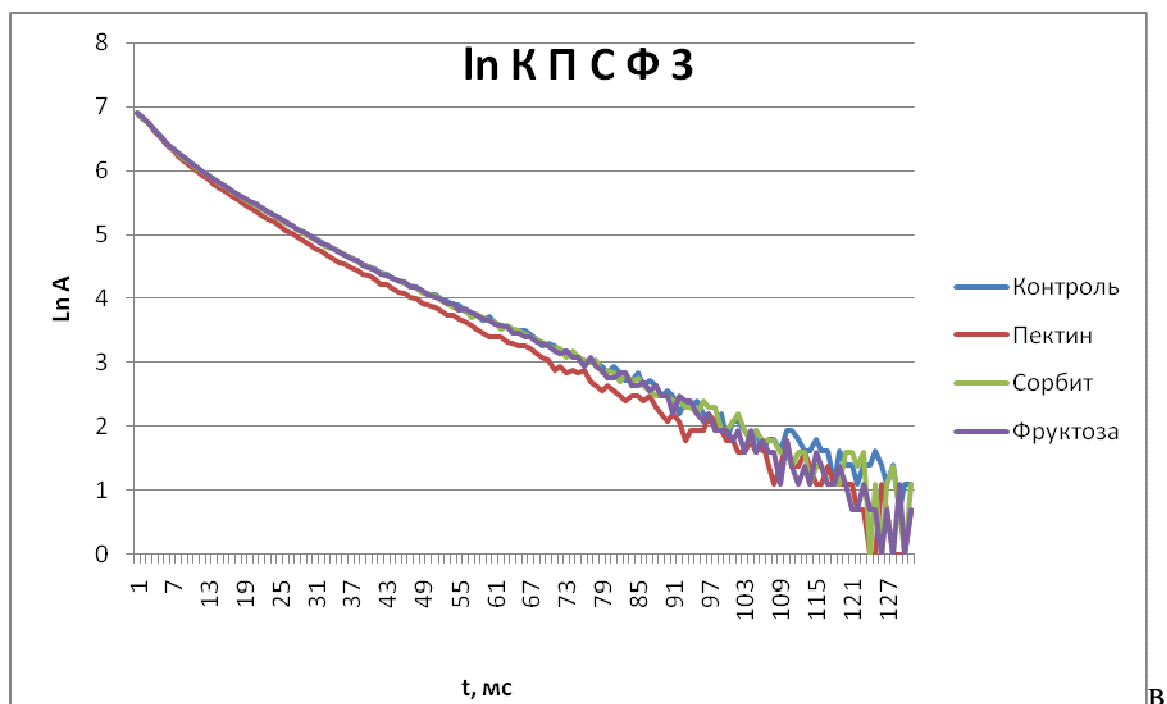
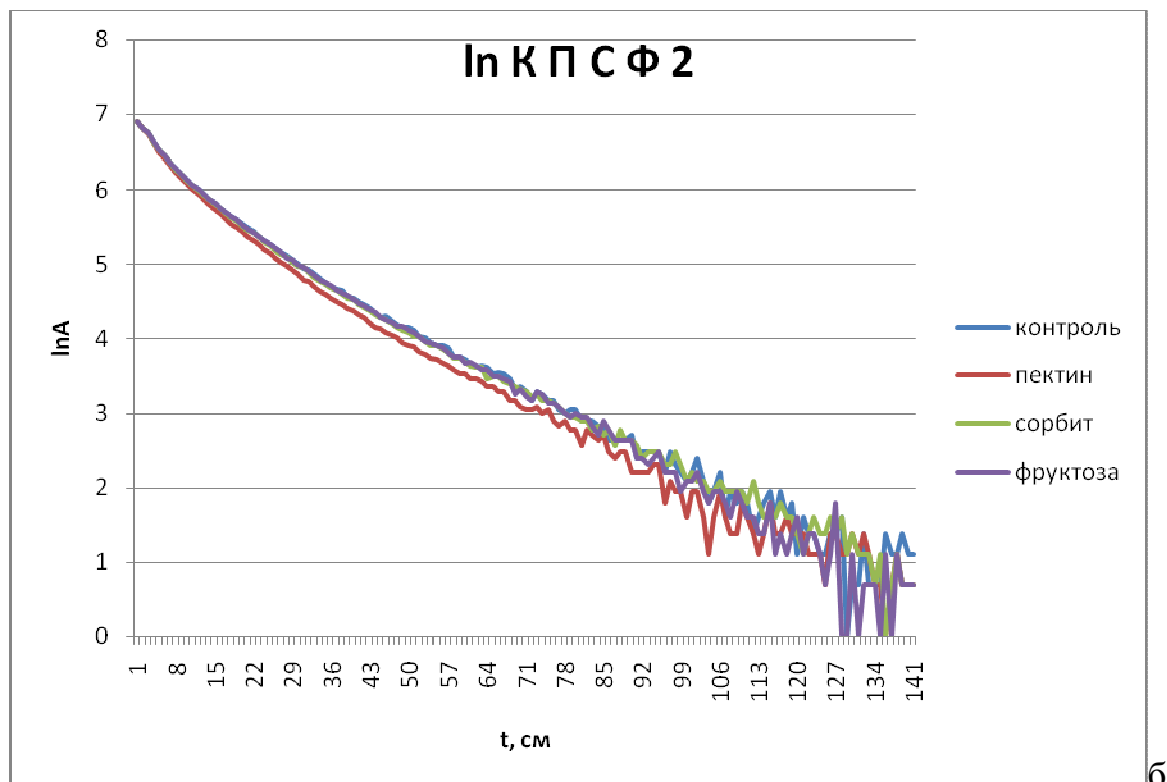


Рисунок 1 - а) водопоглотительная способность теста после замеса с добавлением пектина, сорбита, фруктозы, б) водопоглотительная способность теста через 15 мин после замеса с добавлением пектина,

сорбита, фруктозы, в) водопоглотительная способность теста через 30 мин после замеса с добавлением пектина, сорбита, фруктозы

Было установлено, что поглощение воды, в тесте с добавлением пектина, идет интенсивнее в сравнении с контролем, фруктозой и сорбитом [8, 9]. Связывание влаги, в случае добавления пектина при замесе теста, начинается впервые минуты после замеса теста. В случае добавления сорбита, связывание влаги начинается через 15 мин после замеса теста и в образце с фруктозой через 30 мин. Полученные результаты доказывают, что пектин, внесенный в тесто, обладает лучшей водопоглотительной способностью, в сравнении с контролем, сорбитом и фруктозой. Такой результат по ВПС показывает преимущество пектина по сравнению с другими криопротекторами, так как влага в связанном состоянии препятствует образованию кристаллов льда, что предотвращает гибель дрожжевых клеток.

Из рисунка 1 (в) видно, что в случае добавления в тесто криопротекторов, влага в системах находится преимущественно в  $W_1$  - форме и  $W_2$  – форме в отличие от контрольного образца, где свободной влаги содержится до 15 %, через 30 мин после замеса, что является нежелательным фактором при замораживании теста.

#### Список литературы:

1. Сокол, Н.В. Биологическая и пищевая ценность хлеба с пектином из муки сорта веда / Н.В. Сокол // Новые технологии. 2009. – № 4. – С. 49-52.
2. Антиоксидантная пищевая добавка из ягодной кожуры красного винограда / Садовой, В.В., Щедрина, Т.В., Шлыков, С.Н., Трубина, И.А., Селимов, М.А. // Пищевая промышленность. – 2013. № 12. – С. 68-70.
3. Сокол, Н.В. Пектиновые вещества как улучшитель хлебопекарных свойств муки и качества хлеба/ Н.В. Сокол // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2003. – № 4. – С. 37-38.

4. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. Разработка технологии хлебобулочных полуфабрикатов с применением криопротектора / Н.В. Кенийз, Н.В. Сокол // Новые технологии. – 2013. – № 1. – С. 19-24
5. Kenijz, N.V., Sokol, N.V. Pectic substances and their functional role in bread-making from frozen semi-finished products / N.V.Kenijz, N.V. Sokol // European Online Journal of Natural and Social Sciences. – 2013. – Т. 2. № 2. – С. 253- 261
6. Нестеренко, А.А., Решетняк, А.И., Потокина, Ю.В., Потрясов, Н.В. Использование пектина в производстве мясопродуктов / А.А. Нестеренко, А.И. Решетняк, Ю.В. Потокина, Н.В. Потрясов // Вестник НГИЭИ. – 2012. № 8. – С. 30-36.
7. Кенийз, Н.В. Влияние пектина как криопротектора на водопоглотельную способность теста и дрожжевые клетки / Н.В. Кенийз // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 3. № 29. – С. 67-69.
8. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. Влияние дефростации в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов на качество готового продукта / Н.В. Кенийз, Н.В. Сокол // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т. 2. № 2 (3). – С. 92-101.
9. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. Технология производства хлеба из замороженных полуфабрикатов с использованием пектина в качестве криопротектора / Н.В. Кенийз, Н.В. Сокол // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. № 2-2. – С. 92-94.

#### References

1. Sokol, N.V. Biologicheskaja i pishhevaja cennost' hleba s pektinom iz muki sorta veda / N.V. Sokol // Noveye tehnologii. 2009. – № 4. – S. 49-52.
2. Antioksidantnaja pishhevaja dobavka iz jagodnoj kozhury krasnogo vinograda / Sadovoj, V.V., Shhedrina, T.V., Shlykov, S.N., Trubina, I.A., Selimov, M.A. // Pishhevaja promyshlennost'. – 2013. № 12. – S. 68-70.
3. Sokol, N.V. Pektinovyje veshhestva kak uluchshitel' hlebopekarnyh svojstv muki i kachestva hleba/ N.V. Sokol // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 2003. – № 4. – S. 37-38.
4. Kenijz, N.V., Sokol, N.V. Razrabotka tehnologii hlebobulochnyh polufabrikatov s primeneniem krioprotektora / N.V. Kenijz, N.V. Sokol // Noveye tehnologii. – 2013. – № 1. – S. 19-24
5. Kenijz, N.V., Sokol, N.V. Pectic substances and their functional role in bread-making from frozen semi-finished products / N.V.Kenijz, N.V. Sokol // European Online Journal of Natural and Social Sciences. – 2013. – Т. 2. № 2. – S. 253- 261
6. Nesterenko, A.A., Reshetnjak, A.I., Potokina, Ju.V., Potrjasov, N.V. Ispol'zovanie pektina v proizvodstve mjasoproduktov / A.A. Nesterenko, A.I. Reshetnjak, Ju.V. Potokina, N.V. Potrjasov // Vestnik NGIJeI. – 2012. № 8. – S. 30-36.
7. Kenijz, N.V. Vlijanie pektina kak krioprotektora na vodopoglotitel'nuju sposobnost' testa i drozhzhevyje kletki / N.V. Kenijz // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – Т. 3. № 29. – S. 67-69.
8. Kenijz, N.V., Sokol, N.V. Vlijanie defrostacii v tehnologii hleba iz zamorozhennyh polufabrikatov na kachestvo gotovogo produkta / N.V. Kenijz, N.V. Sokol // Vestnik NGIJeI. – 2011. – Т. 2. № 2 (3). – S. 92-101.
9. Kenijz, N.V., Sokol, N.V. Tehnologija proizvodstva hleba iz zamorozhennyh polufabrikatov s ispol'zovaniem pektina v kachestve krioprotektora / N.V. Kenijz, N.V. Sokol // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. № 2-2. – S. 92-94.