



ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ГЛЮТЕНА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА НА ИХ ОСНОВЕ

Юлия В. Ушакова¹, Елена М. Паськова¹,
Гульсара Е. Рысмухамбетова¹, Татьяна Б. Кулеватова²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»,
Театральная площадь, д. 1, г. Саратов, 410012, Российская Федерация

²ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», ул. им. Тулайкова Н.М.,
д. 7, г. Саратов, 410010, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведены экспериментальные данные по оценке реологических свойств теста из новых видов муки, сформированных на основе кумулятивных кривых с использованием прибора Миксолаб. Данные миксолабограмм и радиальных диаграмм (профайлер Миксолаба) позволили выявить имеющиеся различия в параметрах реологического профиля и индексов Миксолаба. Объектом исследования были композитные смеси из безглютеновых видов муки: № 1 – 50% тыквенной и 50% кукурузной муки, № 2 – 50% льняной и 50% кукурузной муки, № 3 – 50% рисовой и 50% кукурузной муки, № 4 – 75% льняной и 25% кукурузной муки, № 5 – 30% льняной и 70% рисовой муки. Применение композитных смесей перспективно в связи с большим поднятием теста при выпечке и меньшим загустеванием крахмала благодаря его высокой водопоглощительной способности (ВПС). Кроме того, имеется несомненная экономическая эффективность, так как есть возможность производить большее количество теста с меньшими затратами.

Ключевые слова: реологические свойства теста, Миксолаб, композитные смеси, аглютенные продукты, вязкость, клейстеризация, уровень ретроградации, водопоглощительная способность

Для цитирования: Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе / Ушакова Ю.В. [и др.] // Новые технологии. 2020. Т. 15, № 4. С. 74–83. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-74-83>

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF COMPOSITE MIXTURES WITH A REDUCED GLUTEN CONTENT ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE DOUGH BASED ON THEIR BASIS

Julia V. Ushakova¹, Elena M. Paskova¹,
Gulsara E. Rysmukhambetova¹, Tatiana B. Kulevatova²

¹FSBSI HE «Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov»,
1 Teatralnaya square, Saratov, 410012, the Russian Federation

²FSBSI «SRIA of the South-East»,
7 Tulaykov N.M. str., 410010, the Russian Federation

Annotation. The article presents experimental data on the assessment of the rheological properties of dough from new types of flour, formed on the basis of cumulative curves using the Mixolab device. The data of mixolabograms and radial diagrams (Mixolab profiler) made it possible to reveal the existing differences in the parameters of the rheological profile and Mixolab indices. The object of the study is composite mixtures of gluten-free flours: No. 1 is 50% of pumpkin and 50% of corn flour, No. 2 is 50% of linseed and 50% of corn flour, No. 3 – 50% of rice and 50% of corn flour, No. 4 – 75% of linseed and 25% of corn flour, No. 5 is 30% of linseed and 70% of rice flour.

The use of composite mixtures is promising due to high oven rise and low starch thickening because of its high water absorption capacity (WAC). In addition, there is certain economic efficiency, since it is possible to produce more dough at a lower cost.

Keywords: rheological properties of dough, Mixolab, composite mixtures, gluten-free products, viscosity, gelatinization, level of retrogradation, water absorption capacity

For citation: *Influence of the composition of composite mixtures with a reduced gluten content on the rheological properties of the dough based on their basis / Ushakova Yu.V. [et al.] // New technologies. 2020. Vol. 15, No. 4. P. 74–83. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-74-83>*

Хлебопекарные свойства зерна и муки зависят от большого количества факторов, оценка которых по отдельности крайне длительна и трудоемка. В то же время оценка реологических свойств теста, которые определяют качество хлеба и хлебобулочных изделий, позволяет за короткое время оценить качество зерна или муки, поскольку свойства теста зависят от всех компонентов муки: их взаимодействия и взаимовлияния [6, с. 86–95]. Таким образом, использование современных методов оценки большого количества показателей через интеграционные индексы представляет огромный интерес. Такую оценку позволяет проводить прибор Миксолаб (CHOPIN Technologies, Франция). Изменение момента силы на приводе месильных лопастей в процессе замеса теста при заданных в приборе Миксолаб изменениях температуры позволяет объективно оценить свойства зерна или муки и определить его целевое назначение [7, с. 345–349].

Из литературных источников известно, что тесто представляет собой обводненный коллоидный комплекс, обладающий внутренней структурой и непрерывно изменяющимися физико-химическими свойствами [2, с. 59–61; 1, с. 28]. Традиционно используются для приготовления теста зерновые культуры, такие как пшеница, рожь и тритикале

(пшенично-ржаной гибрид). Детальнее всего изучены процессы, происходящие при формировании пшеничного теста. При разработке изделий из другого сырья также необходимо изучить процессы тестообразования в них [3, с. 86–96].

Цель исследования: оценка реологических свойств тестовых систем из композитных смесей, разработанных для безглютеновых кондитерских изделий с использованием прибора Миксолаб.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи: 1) определить реологические свойства композитных смесей № 2 и № 4 состава: 50% льняной и 50% кукурузной муки и 75% льняной и 25% кукурузной муки соответственно, предназначенных для изготовления безглютенового печенья; 2) определить реологические свойства композитных смесей № 1, № 3 и № 5 состава: 50% тыквенной и 50% кукурузной муки; 50% рисовой и 50% кукурузной муки; 30% льняной и 70% рисовой муки соответственно, предназначенных для изготовления безглютеновых кексов.

Анализ реологического состояния тестовых заготовок из композиционных смесей проводили по следующим показателям (индексам): время образования теста (мин), стабильность теста (мин), водопоглотительная способность (ВПС, %), точки экстремума реограммы: C_2 – разжижение теста (H^*m),

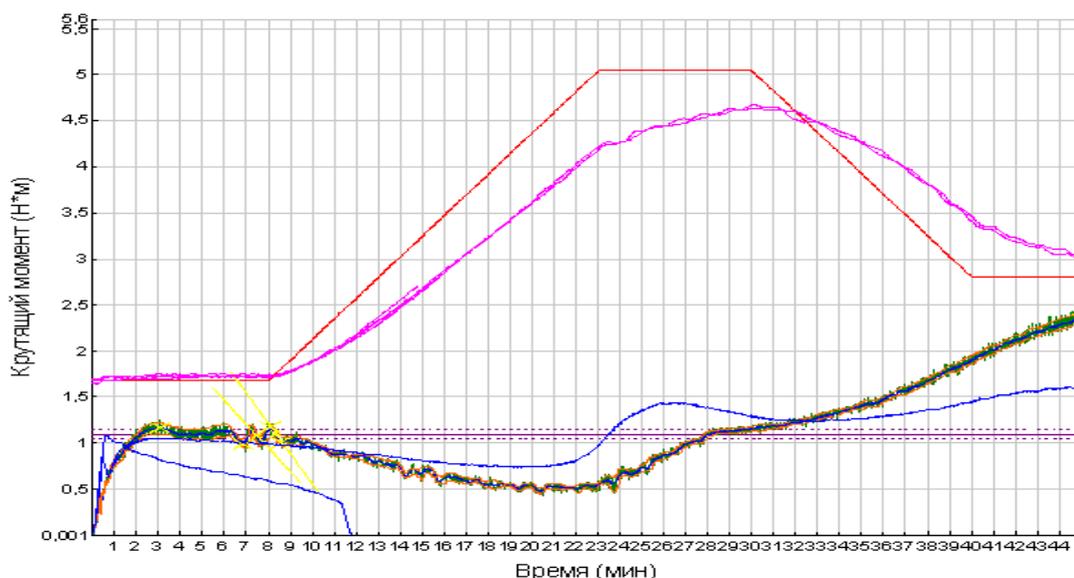


Рис. 1. Миксолобограмма сравнения теста на основе композитных смесей состава: 1 – вариант № 1; 2 – вариант № 2; 3 – вариант № 3

Fig. 1. Mixolabogram of comparison of the dough based on composite mixtures of composition: 1 is option No. 1; 2 is option No. 2; 3 is option No. 3

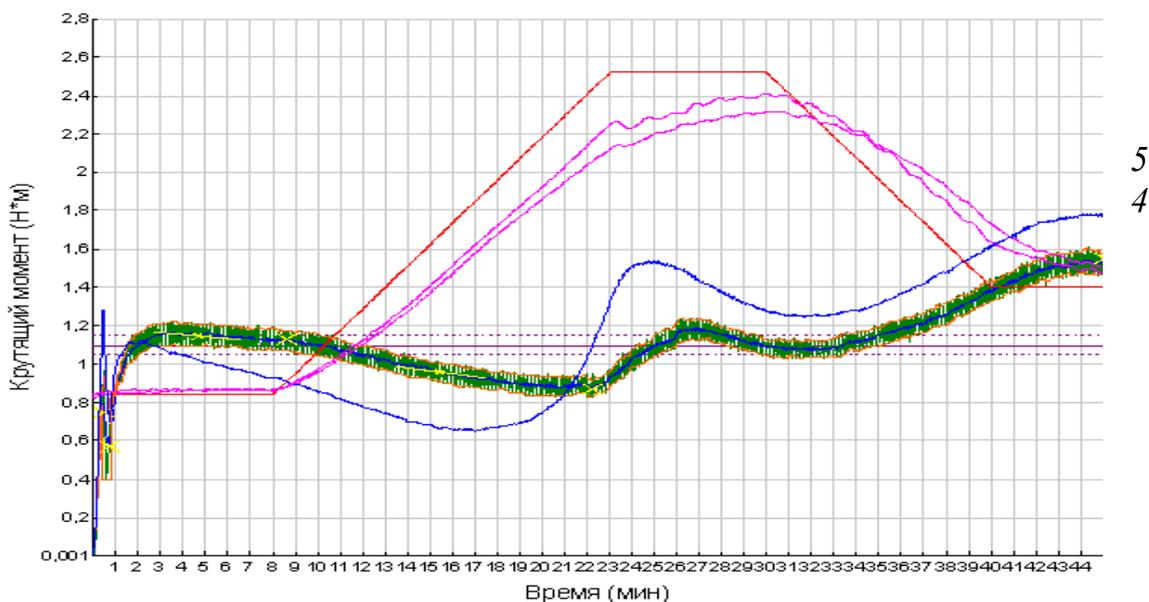


Рис. 2. Миксолобограмма сравнения теста на основе композитных смесей: 4 – вариант № 4; 5 – вариант № 5

Fig. 2. Mixolabogram of comparison of the dough based on composite mixtures: 4 is option No. 4; 5 is option No. 5

C_3 – максимальная скорость клейстеризации крахмала (H^*m), C_5 – окончание ретроградации крахмала (H^*m); PA ($Bt^*ч/кг$) – энергия, поглощенная тестом во

время замеса. Полученные миксолобограммы (реологические кривые) в сравнении представлены на рисунках 1, 2 и 3.

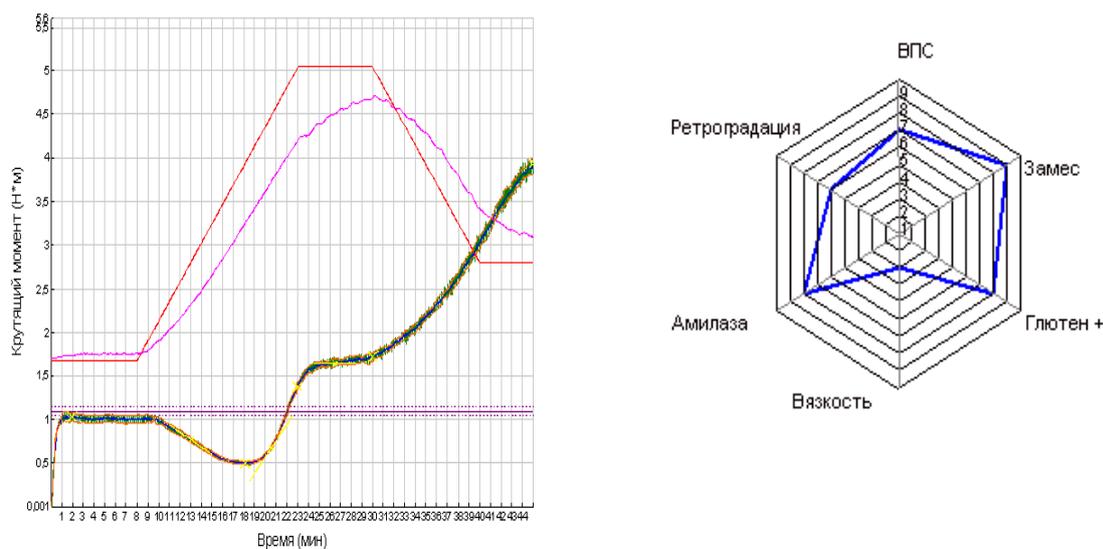


Рис. 3. Миксолобограмма и профайлер пшеничного теста. Индекс профайлера 6-57-278

Fig. 3. Wheat dough mixolabogram and profiler. Profiler index 6-57-278

Как видно из данных рисунка 1, исследование тестовых заготовок на основе композиционных смесей № 1, № 2 и № 3 проводили в соответствии с протоколом эксперимента Chopin+ в несколько стадий. Первая представляла из себя замес теста в течение 8 минут при температуре 30°C, далее постепенно повышали температуру до 90°C со скоростью 4°C/мин, затем продолжали замешивание в течение 7 минут при этой же температуре. Следующим моментом было постепенное снижение температуры до 50°C и далее проводили замес уже 5 минут при данной температуре. В процессе всего эксперимента крутящий момент (деформационная нагрузка) оставался постоянным. Полученные реологические кривые вариантов смесей № 1 и № 2 на рисунке 1 имели типичный вид, повторяющий реограмму пшеничного теста, представленную на рисунке 3.

Как видно из рисунка 1, построить реологическую кривую варианта № 3 согласно полному протоколу эксперимента не представилось возможным, так как при повышении температуры в процессе замеса выше 30°C структура теста разрушилась, и оно наматалось на валки прибора.

Количественная выраженность данных физических свойств теста представлена в таблице 1.

В результате исследований было показано, что варианты смесей № 1, 2, 4 и 5 имели наилучшие реологические характеристики. Тесто формировалось в течение 3, 4 минут у всех вариантов, кроме смеси № 3. Как свидетельствуют данные таблицы 1, вариант № 4 отличался высоким индексом стабильности (11 мин) по сравнению с другими опытными вариантами и при этом был сопоставим с контролем из пшеничной муки. В ходе исследований замечено, что индекс C_2 , характеризующий разжижение теста у варианта № 1 равен 0,49 Н*м, и это незначительно ниже по сравнению с пшеничным (0,50 Н*м). В то же время у вариантов № 2, 4 и 5 этот же индекс C_2 имел повышенные значения по отношению к контролю, а именно, 0,75; 0,88; 0,65 Н*м соответственно. Что касается водопоглотительной способности (ВПС), то она выше у опытных вариантов № 1, 2, 4 и 5 на 11,7; 33,3; 47,5 и 0,15% соответственно (таблица 1). Также отмечалась высокая ВПС и у отбракованного нами варианта № 3 по сравнению с контролем. Согласно литературным данным такая высокая

Показатели реологических свойств теста на основе композитных смесей

Table 1

Indicators of rheological properties of dough based on composite mixtures

№ смеси	Состав композитной смеси	Время образования теста, мин	Стабильность теста, мин	ВПС, %	C_2 , Н*м	C_3 , Н*м	C_5 , Н*м	РА, Вт*ч/кг
1	50% тыквенная и 50% кукурузная мука	3,98	8,17	70,5	0,49	1,11	2,11	90,04
2	50 % льняная и 50% кукурузная мука	3,00	6,00	92,1	0,75	1,43	1,61	93,98
3	50% рисовая и 50 % кукурузная мука	0,67	0,50	67,2	–	–	–	–
4	75% льняная и 25% кукурузная мука	3,57	11,00	106,3	0,88	1,17	1,55	93,07
5	30% льняная и 70% рисовая мука	2,25	3,50	86,7	0,65	1,54	1,78	96,79
Контроль: 100% пшеничная мука		1,92	10,80	58,8	0,50	1,38	3,94	131,38

ВПС композиционных вариантов связана с присутствием кукурузной и рисовой муки в смеси [5, с. 21–23]. В вариантах № 2 и 5 с содержанием льняной муки 50% и 30%, индекс C_3 (амилолитическая активность) выше на 0,05 и 0,16 Н*м по сравнению с контролем. В то же время в варианте № 4 амилолитическая активность ниже на 0,21 Н*м по сравнению с вариантом из пшеничной муки. Это связано в первом случае (вариант № 2 и 5) с большим содержанием в композитной смеси крахмалсодержащих компонентов – кукурузной и рисовой муки, а во втором случае – с меньшим (вариант № 4).

Также нами отмечалось, что вариант № 1 обладал амилолитической активностью меньшей на 0,27 Н*м по сравнению с контролем из пшеничной муки и на это повлияло содержание 50% тыквенной муки в композитной смеси. В процессе эксперимента нами было выяснено, что использование таких композиционных смесей для разработки аглютеновых продуктов перспективно с точки зрения

хранения. Положительным эффектом являлось то, что индекс C_5 , прямо влияющий на процесс очерствения пшеничного теста, у изучаемых смесей ниже по абсолютному значению, чем у пшеничной муки.

Композитная смесь, состоящая из тыквенной и кукурузной муки (вариант 1), содержит белка 23,60 г; жиров 5,75 г; углеводов 48,55 г; золы 2,79 г; крахмала 36,03 г. (таблица 2). Количество общего белка в данной смеси больше, чем в пшеничной муке, вследствие этого время набухания белков увеличивается.

При сравнении с тестом из пшеничной муки выявлено, что время для ослабления протеинов в данной композитной смеси увеличивается на 2,4 мин, что обусловлено, видимо, присутствием различных фракций белковых молекул.

Замечено, что в композитной смеси № 1 изменения таких показателей, как температура и продолжительность процесса клейстеризации крахмала отличаются незначительно, а показатель

Таблица 2

Химический состав композитных смесей

Table 2

The chemical composition of composite mixtures

№ смеси	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Зола, г	Крахмал, г
1	23,60	5,75	48,55	2,79	36,03
2	19,08	5,15	39,5	0,9	35,3
3	7,6	1,25	112,6	1,0	72,6
4	24,31	7,0	28,0	0,2	17,65
5	13,1	1,2 г	68,0	0,5	55,4
Контроль: пшеничная мука	11,1	1,5	67,8	0,7	67,7

крутящего момента уменьшается в 1,46 раза. Это обусловлено количественным содержанием крахмала в композитной смеси, которое составляет 36,03 г на 100 г продукта, а в пшеничной муке от 67,70 г и выше. Времени на реализацию процесса гидратации крахмала для разработанной нами композитной смеси № 1 (таблица 1) необходимо на 5,27 мин меньше, показатель крутящего момента ниже в 2,68 раза, при этом температура нагрева смеси снизилась на 6,2°C. Это связано как с разным количественным содержанием крахмала, так, видимо, и с качественным составом крахмального зерна (таблица 3). Нередко в зарубежных литературных источниках процесс клейстеризации называется гелеобразованием или желатинизацией.

В результате исследований отмечено, что амилолитическая активность ферментов в композитной смеси № 1 проявлялась на 24,7 мин при крутящем моменте 0,64 и температуре 77,6°C. Известно, что этот процесс в тестовой заготовке из пшеничной муки происходит на 30,0 мин при крутящем моменте 1,72 и температуре 83,8°C.

Процесс желификации крахмала в композитной смеси № 1 на 45 минуте характеризуется крутящим моментом 2,11 и температурой 52,5°C, а в системе из пшеничной муки на 45 минуте крутящим моментом 3,94 и температурой 55,4°C. Данный процесс сопровождался деструкцией полисахаридов, частичной или полной деполимеризацией амилозы и амилопектина.

Таблица 3

Качественные показатели крахмала

Table 3

Quality indicators of starch

Исследуемая система	Количество амилозы, %	Температура клейстеризации, С°	Содержание сухих веществ, %
Пшеничный крахмал	21,37	50,0–90,0	86,0
Кукурузный крахмал	19,25	66,0–86,0	86,0
Тыквенный крахмал	–	–	95,0
Рисовый крахмал	20,02	56,0–86,0	–
Крахмал композитной смеси 1	9,63	52,5	90,5
Крахмал композитной смеси 5	14,0	25,8	–

Водопоглощительная способность муки зависит от удельного содержания сухих веществ в муке. В данной композитной смеси содержание сухих веществ составляет 90,5%, а в пшеничной муке 86%, что коррелирует и с данными миксолабограммы: ВПС композитной смеси 70,5%, а ВПС пшеничной муки 58,8% (таблица 1). Как известно, в состав гидратированного белкового комплекса – пшеничной клейковины входят глиадин и глютеин – первый делает ее растяжимой и эластичной, а второй – прочной. В тыквенной и кукурузной муке глиадин отсутствует (таблица 4).

Выбранная нами композитная смесь № 5 содержит 13,1 г белков; 1,2 г жиров; 68,0 г углеводов; 0,5 г золы и крахмала 55,4 г. Время образования теста у смеси № 5 сократилось на 1,42 мин по сравнению с пшеничной мукой, а разница между температурой и крутящим моментом незначительна. Это связано, видимо, с меньшим содержанием белка в смеси. Время ослабления протеинов в композитной смеси сокращается в 24,16 раза, что обусловлено отсутствием клейковины. При этом крутящий момент отличается незначительно, а температура ниже на 27,5 °С.

Такие показатели, как время, температура и крутящий момент гелеобразования крахмала композитной смеси

меньше в среднем в 2,5 раза, чем в пшеничной муке. Это обусловлено количественным содержанием крахмала: в композитной смеси оно составляет 55,4 г на 100 г продукта, а в пшеничной муке от 67,7 г и выше. Время реализации действия амилалитических ферментов в смеси на 13 мин меньше, а показатель крутящего момента в 2 раза ниже, чем у пшеничной муки, при этом температура ниже на 25,8°С. Это связано как с различным количественным содержанием крахмала, так и с качественным составом крахмального зерна. Клейстеризация крахмала в композитной смеси происходит при крутящем моменте 1,78 и температуре 52,5°С, а в системе из пшеничной муки на 1,91 минуте при крутящем моменте 3,94 и температуре 55,4°С.

Совокупность изучаемых индексов миксолабограммы позволяет создать определенный графический профиль, присущий конкретному образцу муки или смеси, и описать его реологические характеристики в виде последовательных 6 индексов качества продукта для наипростейшего сравнения и использования. Профайлеры в сравнении и их индексы в числовом выражении представлены на рисунке 4. В ходе исследований был составлен профайлер для варианта № 1, который наглядно подтвердил данные, полученные в

Таблица 4

Фракционный состав белка

Table 4

Fractional composition of protein

Вид муки, № смеси	Массовая доля фракций белков, %						Итого
	Альбу- мины	Глобу- лины	Глюте- лины	Нерастворимые белки	Проламины (глиадин)	Зенин	
Пшеничная	5,2	12,6	28,2	8,7	35,6	–	90,3
Тыквенная	25,2	42,8	21,8	10,2	–	–	100,0
Кукурузная	8,1	5,9	80,0	–	–	5,9	99,9
Рисовая	5,8	9,2	70,9	–	14,2	–	100,1
Льняная	0,9	1,5	2,2	–	0,9	–	5,5
1	16,7	24,4	50,9	5,1	–	3,0	100,0
5	4,5	13,1	79,8	–	2,6	–	100,0

результате миксолабограммы. Как видно на рисунке 4, индекс вязкости у варианта № 1 отсутствовал в связи с низким содержанием амилозы (9,63%). Известно, что индекс вязкости характеризует гидролиз крахмала под действием амилаз и зависит от количественного содержания амилозы в муке. Так в пшеничной муке содержание амилозы составляет 21,37% и индекс вязкости равен 20%. На процесс формирования индекса вязкости влияет также и время, и продолжительность замеса. Так у варианта № 1 этот момент составил 1 минуту, а у пшеничного теста 10 мин.

Низкий индекс вязкости варианта № 1 характеризуется спецификой кукурузного крахмала и напрямую взаимосвязан с амилолитической активностью (чем ниже индекс вязкости, тем выше амилолитическая активность). На индекс вязкости варианта № 1 повлияло как качественное, так и количественное содержание крахмала, время набухания крахмального зерна в процессе замеса. Образование теста из композитной смеси № 1 составило 0,43 минуты и согласно данным таблицы 1 началось на 24,30 минуте, а закончилось на 24,73. В то время как у контрольного образца продолжительность тестообразования составила 7 минут, то есть началось на 23 минуте и завершилось на 30 минуте.

Установлено, что чем выше индекс амилолитической активности по профайлеру на рисунке 4 (2), тем ниже активность фермента альфа-амилазы в данной системе. Как видно из данных таблицы 1 и рисунка 4, вариант № 1 характеризуется сильной активностью альфа-амилазы, в то же время содержание амилозы низкое – 9,63%, что ниже пшеничной муки в 2,2 раза.

Как видно на рисунке 4, уровень ретроградации (индекс загустевания) у варианта № 1 был ниже на 36% при уровне содержания крахмала 36,03%, (таблица 2), а у контрольного образца 90% при количестве крахмала около 67,7% соответственно (таблица 2). Что позволяет сделать вывод о более медленном процессе старения крахмального зерна (ретроградации) в изделиях из варианта № 1 после выпечки и вследствие этого – лучшей сохранности.

В ходе исследования нами были определены реологические свойства композитных смесей – для печенья № 2 и № 4, а для кексов № 1, № 3 и № 5. Установлено, что варианты смесей № 1, 2, 4 и 5 имели высокие реологические характеристики. Вариант № 4 отличался высоким индексом стабильности по сравнению с другими опытными вариантами и при этом был сопоставим с контролем из пшеничной муки. Тесто формировалось в течение 3–4 минут

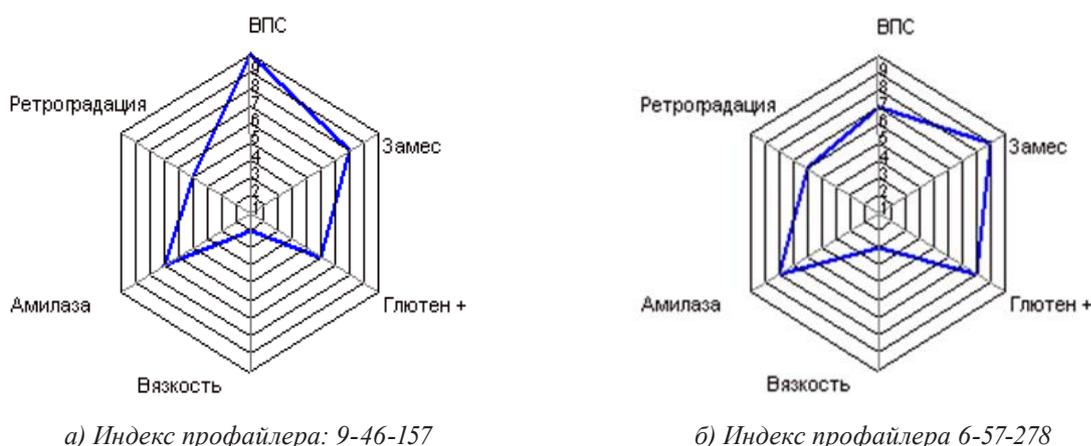


Рис. 4. Профайлеры: а – вариант № 1; б – контроль

Fig. 4. Profilers: a is option number 1; b is control

у всех вариантов, кроме смеси № 3. В процессе эксперимента нами было выяснено, что использование данных композитных смесей для разработки аглютеновых продуктов перспективно с точки зрения хранения. Положительным эффектом являлось то, что индекс C_5 , прямо влияющий на процесс черствения в пшеничном тесте, у разработанных смесей ниже по абсолютному значению, чем у пшеничной муки.

Таким образом, применение композитных смесей перспективно в связи с большим поднятием теста при выпечке и меньшим загустеванием крахмала благодаря его высокой водопоглотительной способности (ВПС). Кроме того, имеется несомненная экономическая эффективность, так как есть возможность производить большее количество теста с меньшими затратами.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ ISO 17718-2015. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. М: Стандартинформ, 2016. 28 с.
2. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В., Злобина Л.Н. Современный метод тестирования технологических свойств зерна и муки // Достижения высшей школы-2011: материалы VII Международной научно-практической конференции (17-25 ноября 2011 г.). Т. 26. М.: Сельское хозяйство, 2011. С. 59–61.
3. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В., Злобина Л.Н. Новые методические подходы к оценке качества зерна // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов: сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции (6–10 июня 2016 г.). Анапа, 2016. С. 86–96.
4. К методике тестирования качества озимой пшеницы / Кулеватова Т.Б. [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 6. С. 25–28.
5. Особенности реологических свойств водных суспензий на основе цельносомлотого льна масличного / Кулеватова Т.Б. [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 21–23.
6. Дюба А., Рысев К. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемых с помощью Миксолаб профайлер // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов: сборник материалов I Научно-практической конференции с международным участием. М.: МГУПП, 2008. С. 86–95.
7. Studies regarding Theological properties of triticale, wheat and rye flours / S. Antanas [et al.] // J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2013. V. 17, № 1. P. 345–349.

REFERENCES:

1. GOST ISO 17718-2015. Grain and flour from soft wheat. Determination of the rheological properties of the dough depending on the kneading conditions and temperature rise. M: Standartinform, 2016. 28 p.
2. Kulevatova T.B., Andreeva L.V., Zlobina L.N. Modern method of testing the technological properties of grain and flour // Achievements of higher education-2011: materials of the VII International scientific-practical conference (November 17–25, 2011). V. 26. M.: Agriculture, 2011. P. 59–61.
3. Kulevatova T.B., Andreeva L.V., Zlobina L.N. New methodological approaches to assessing the quality of grain // Modern methods, tools and standards for assessing the quality of grain and grain products: collection of materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference (June 6-10, 2016). Anapa, 2016. P. 86–96.
4. To the method of testing the quality of winter wheat / Kulevatova T.B. [et al.] // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2016. Vol. 30, No. 6. P. 25–28.

5. Features of the rheological properties of aqueous suspensions based on whole-ground oil flax / Kulevatova T.B. [et al.] // Agrarian scientific journal. 2019.No. 4. P. 21–23.

6. Dyuba A., Rysev K. A modern method of controlling the quality of grain and flour by the rheological properties of the dough determined with the Mixolab profiler // Management of the rheological properties of food products: collection of the materials of the I scientific-practical conference with international participation. M.: MGUPP, 2008. P. 86–95.

7. Studies regarding Theological properties of triticale, wheat and rye flours / S. Antanas [et al.] // J. of Horticulture, Forestry and Biotechnology. 2013. V. 17, No. 1. P. 345–349.

Информация об авторах / Information about the authors:

Юлия Валерьевна Ушакова, ассистент кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»;
ushakovaj1990@gmail.com

Елена Михайловна Паськова, магистрант кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»;
elena.paskowa.19@yandex.ru

Гульсара Есенгильдиевна Рысмухамбетова, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», кандидат биологических наук;
gerismuh@yandex.ru

Татьяна Борисовна Кулеватова, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», кандидат биологических наук;
rogozhkina2008@yandex.ru

Julia V. Ushakova, an assistant of the Department of Food Technologies, FSBSI HE «Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov»;
ushakovaj1990@gmail.com

Elena M. Paskova, a Master student of the Department of Food Technologies, FSBSI HE «Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov»;
elena.paskowa.19@yandex.ru

Gulsara E. Rysmukhambetova, an associate professor of the Department of Food Technologies, FSBEI HE «Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov», Candidate of Biology;
gerismuh@yandex.ru

Tatyana B. Kulevatova, a leading researcher of the Grain Quality Laboratory, FSBSI «SRIA of the South-East», Candidate of Biology;
kgozhkina2008@yandex.ru