



## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.66

DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-190-196

### Светлана Ивановна Конева

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, доцент кафедры технологии хранения и переработки зерна, кандидат технических наук, доцент, Россия, Барнаул

E-mail: skoneva22@mail.ru

### Лариса Егоровна Мелёшкина

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, доцент кафедры технологии продуктов питания, кандидат технических наук, Россия, Барнаул

E-mail: meleshkina\_le@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ ОБЛЕПИХОВОГО ШРОТА НА УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕСТА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

*Цель исследования – изучение влияния облепихового шрота на углеводно-амилазный комплекс смеси ржаной и пшеничной муки, ход процесса приготовления теста и качество хлеба. Задачи исследования: определение влияния облепихового шрота на амилолитическую активность смеси ржаной и пшеничной муки; изучение влияния облепихового шрота как технологического компонента на свойства теста и ход технологического процесса; определение показателей качества изделий; обоснование функциональных свойств хлеба с добавлением облепихового шрота. В качестве объектов исследования был использован обезжиренный облепиховый шрот (ЗАО «Алтайвитамины»), смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки с добавлением облепихового шрота, тесто и образцы хлебобулочных изделий с использованием облепихового шрота. Амилוגрафическую вязкость водно-мучной суспензии определяли на амилोगрафе Brabender по ГОСТ ISO 7973-2013. Показатели качества основного сырья, теста и хлеба оценивали по стандартным методикам. Расчет пищевой ценности выпеченных изделий проводили в соответствии с рекомендациями ТР ТС 022/2011. Установлено, что добавление облепихового шрота повлияло на процессы гидролиза крахмала и привело к повышению температуры пика вязкости и высоты амилограммы, снижению амилолитической активности. Внесение облепихового шрота при замесе теста повышало кислотность теста в процессе брожения и сокращало время брожения теста. Оценка качества образцов хлеба показала, что дозировка облепихового шрота в количестве 10 и 15 % взамен муки улучшает потребительские свойства хлеба, придает функциональные свойства за счет увеличения содержания белков и пищевых волокон при пониженном содержании жира.*

**Ключевые слова:** облепиховый шрот, хлеб, амилограмма, вязкость, число падения, пищевая ценность, функциональные свойства.

### Svetlana I. Koneva

Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, associate professor of the chair of technology of storage and processing of grain, candidate of technical sciences, associate professor, Russia, Barnaul

E-mail: skoneva22@mail.ru

**Larisa E. Melyoshkina**

Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, associate professor of the chair of technology of nutrition products, candidate of technical sciences, Russia, Barnaul

E-mail: meleshkina\_le@mail.ru

### **THE INFLUENCE OF SEA BUCKTHORN MEAL ON THE CARBOHYDRATE-AMYLASE COMPLEX OF THE DOUGH AND QUALITY INDICATORS OF THE BREAD MADE FROM THE MIXTURE OF RYE AND WHEAT FLOUR**

*The purpose of the study was to examine the effect of sea buckthorn meal on the carbohydrate-amylase complex of the mixture of rye and wheat flour, the course of the dough preparation process and the quality of bread. The research problems were the determination of the effect of sea buckthorn meal on amylolytic activity of the mixture of rye and wheat flour; the study of the effect of sea buckthorn meal as technological component on the properties of the dough and the course of technological process; the determination of organoleptic and physicochemical indicators of product quality; the substantiation of functional properties of bread with the addition of sea buckthorn meal. The objects of the research were fat-free sea buckthorn meal (JSC "Altay vitaminy"), the mixture of rye and wheat bakery flour with the addition of sea buckthorn meal, dough and samples of bakery products using sea buckthorn meal. Amilografic viscosity of water and flour suspension was defined on Brabender amylograph according to State Standard ISO 7973-2013. The indicators of the quality of the main raw materials, dough and bread were assessed by standard methods. The calculation of nutrition value of baked products was carried out according to the recommendations of TR CU 022/2011. It was found that the addition of sea buckthorn meal influenced the processes of starch hydrolysis and led to the increase in the temperature of the peak viscosity and the height of the amylogram, and the decrease in amylolytic activity. The introduction of sea buckthorn meal when kneading the dough increased the acidity of the dough during fermentation and shortened the fermentation time of the dough. The evaluation of the quality of bread samples showed that the dosage of sea buckthorn meal in the amount of 10 % and 15 % instead of the flour improved the consumer properties of bread, imparted functional properties by increasing the content of proteins and dietary fiber with reduced fat content.*

**Keywords:** *sea buckthorn meal, bread, amylogram, viscosity, falling number, nutritional value, functional properties.*

**Введение.** Обеспечение населения Российской Федерации сбалансированными продуктами питания и улучшение пищевого статуса возможно путем введения в традиционные продукты функциональных ингредиентов с обязательным соблюдением главных приоритетов для потребителя – высокой органолептической оценки пищевого продукта, его улучшенных функциональных свойств в сочетании с гарантированной безопасностью для здоровья без применения пищевых добавок [5].

Комплексный подход к разработке продуктов питания с функциональными свойствами предполагает обоснованный выбор нетрадиционных видов сырья, способствующих, с одной стороны, повышению пищевой ценности изделий, а с другой – оптимизации технологического процесса и обеспечению стабильности качества. К таким видам ценного, распространенного в Алтай-

ском крае сырья можно с уверенностью отнести облепиху (*Hippophae rhamnoides*), крупнейшие плантации которой разрастаются благодаря естественному плодородию почвы Алтайского края и высокой солнечной активности и занимают около 80 % всех ягодных культур, выращиваемых местными промышленными предприятиями [2, 6]. Традиционной областью практического применения облепихи является получение облепихового масла, производство концентрированных соков и экстрактов. Остающийся после переработки облепихи шрот обладает стабильным химическим составом и высокой биологической ценностью, поэтому дальнейшая его переработка и использование представляет научный и практический интерес [2–4].

Отечественными и зарубежными учеными установлено, что облепиховый шрот насыщен целым комплексом биологически активных ве-

ществ. В облепиховом шроте обнаружено восемнадцать аминокислот, из которых третья часть приходится на незаменимые [1, 6, 7]. Жирнокислотный спектр представлен на 80 % ненасыщенными жирными кислотами, отмечается наличие линолевой кислоты, которая относится к эссенциальным факторам питания. Облепиховый шрот имеет богатый минеральный состав, что позволяет использовать его в качестве источника минеральных веществ [6, 7].

Хлебобулочные изделия всегда присутствуют на столе потребителя и являются наилучшим объектом для обогащения. С технологической точки зрения облепиховый шрот имеет множество преимуществ, стабилизирующих технологический процесс приготовления теста и хлеба: как сыпучий продукт легко дозируется при приготовлении полуфабрикатов, имеет высокую кислотность, обладает высокой степенью гидратации.

**Цель исследования:** изучение влияния облепихового шрота на углеводно-амилазный комплекс смеси ржаной и пшеничной муки, ход процесса приготовления теста и качество хлеба.

**Задачи исследования:**

- изучение влияния облепихового шрота на амилолитическую активность смеси ржаной и пшеничной муки;
- исследование влияния облепихового шрота как технологического компонента на свойства теста и ход технологического процесса;
- определение органолептических и физико-химических показателей качества хлеба;
- обоснование функциональных свойств хлеба с добавлением облепихового шрота.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования был использован обезжиренный облепиховый шрот (ЗАО «Алтайвитамины»), смеси мучные из муки ржаной и пшеничной (в соотношении 60/40) и облепихового шрота с дозировкой от 5 до 15 % взамен муки, тесто и образцы хлеба с добавлением облепихового шрота.

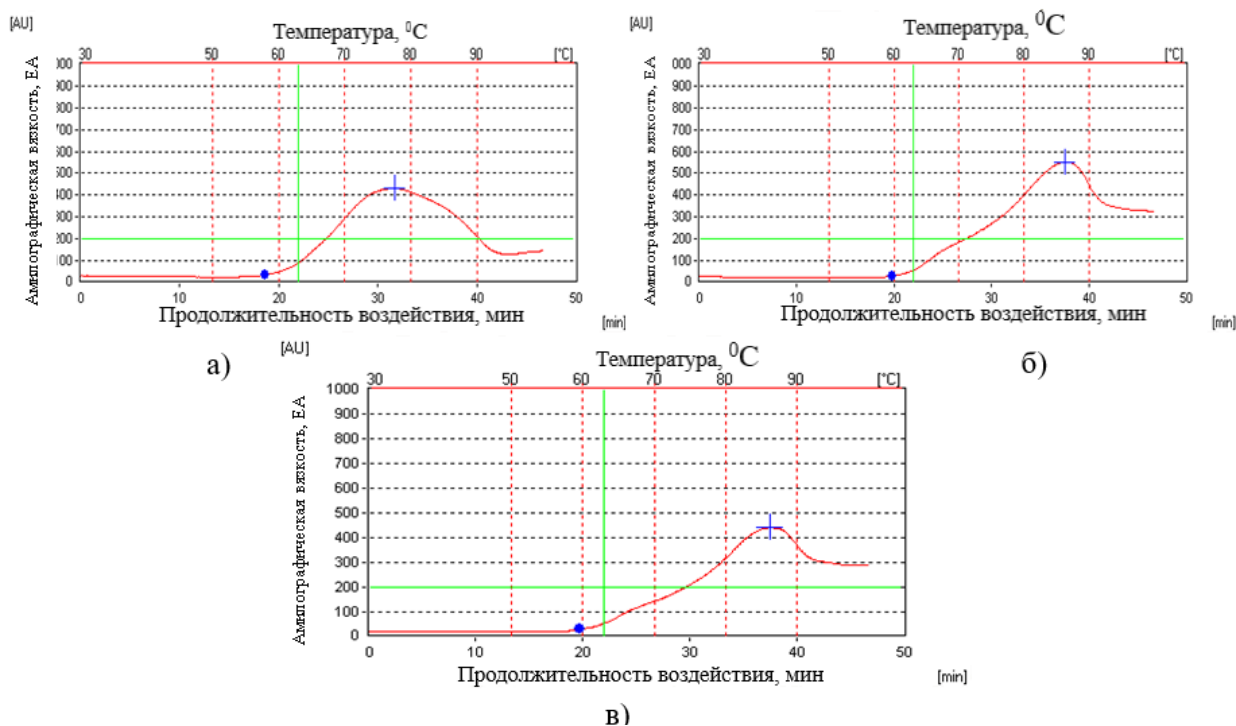
Традиционная технология хлеба из ржаной муки или из смеси ржаной и пшеничной муки предполагает использование жидких или густых ржаных заквасок – полуфабрикатов хлебопекарного производства. Высокая кислотность

ржаных заквасок является фактором, снижающим активность  $\alpha$ -амилаз ржаной муки, повышающим качество мякиша хлеба и обеспечивающим ярко выраженный хлебный вкус и аромат. Химический состав облепихового шрота, характеризующийся значительным содержанием общего сахара, пектиновых веществ и высокой кислотностью, предполагает возможность использования шрота в качестве технологического компонента для повышения кислотности теста и частичной замены традиционной ржаной закваски [6, 7]. Тесто готовили на жидких ржаных заквасках спонтанного брожения. Закваски выводили в 5 фаз, освежая через 5–6 ч. Дозировка заквасок при приготовлении теста составляла 30 % по муке. В образцах с добавлением облепихового шрота дозировку жидких заквасок снижали на 50 %.

Исследование качественных характеристик образцов осуществляли по стандартным методикам. Массовую долю влаги определяли в соответствии с ГОСТ 21094-75. Содержание пищевых волокон (клетчатки) – по ГОСТ 31675-2012; титруемую кислотность – по ГОСТ 5670-96, ГОСТ ISO 750-2013; зольность – по ГОСТ 27494-2016. Активность  $\alpha$ -амилазы и изменение свойств крахмала в процессе клейстеризации водно-мучной суспензии определяли по изменению амилографической активности на амилографе Brabender по ГОСТ ISO 7973-2013. Расчет пищевой ценности выпеченных хлебобулочных изделий проводили в соответствии с рекомендациями ТР ТС 022/2011.

**Результаты исследования и их обсуждение.** По результатам исследования влажность облепихового шрота составляла 4,5 %; зольность – 3,4; содержание пищевых волокон – 36,7 %; титруемая кислотность – 0,043 г/дм<sup>3</sup>.

Существенную роль в технологическом процессе производства хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки играет состояние углеводно-амилазного комплекса, в связи с этим нами исследовано влияние облепихового шрота на амилолитическую активность и изменение вязкости водно-мучной суспензии в процессе клейстеризации. Амилограммы водной суспензии смесей муки ржаной и пшеничной с облепиховым шротом представлены на рисунке.



Амилограммы водной суспензии: а – смесь муки ржаной и пшеничной в соотношении 60/40; б – смесь 90 % муки ржаной и пшеничной (60/40) и 10 % облепихового шрота; в – смесь 85 % муки ржаной и пшеничной (60/40) и 15 % облепихового шрота

С момента начала процесса клейстеризации отмечалось быстрое нарастание вязкости суспензии и образование на амилограммах пика, соответствующего максимальной вязкости. Добавление облепихового шрота к смеси муки привело к увеличению высоты амилограммы, что свидетельствует о процессах интенсивного набухания коллоидов муки и облепихового шрота, причем пик амилограммы у образца с дозировкой 15 % облепихового шрота был ниже, чем у образца с дозировкой 10 %, что можно объяснить более выраженным кислотным гидролизом крахмала. Снижение пика амилограмм свиде-

тельствует об интенсивных процессах гидролиза крахмала под действием амилолитических ферментов, особенно термостойкой  $\alpha$ -амилазы. С увеличением дозировки облепихового шрота процесс снижения пика шел медленнее, соответственно разжижение проходило менее интенсивно. Решающий вклад в повышение вязкости суспензий внесло повышение кислотности среды при внесении шрота, за счет чего снизилась активность амилолитических ферментов, гидролизующих расщепление крахмала.

Результаты обработки амилограмм представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Амилографические характеристики**

Содержание облепихового шрота	Температура начала клейстеризации, °C	Температура пика вязкости, °C	Амилографическая вязкость, EA
0 (контроль)	58,0	77,5	431
10 %	59,8	86,3	553
15 %	59,6	86,4	441

Анализ данных таблицы 1 показал, что добавление облепихового шрота оказало влияние на температуру начала клейстеризации, немно-

го повысив ее. Можно предположить, что на этом этапе исходная структура крахмальных зерен незначительно подвергалась действию

ферментов. Далее присутствие облепихового шрота замедляло клейстеризацию, о чем свидетельствовало повышение температуры пика вязкости и высоты кривой амилограммы, что согласуется с представлением о снижении гидролитической активности ферментов с увеличением кислотности среды.

Результаты лабораторной выпечки образцов хлеба согласуются с данными анализа углеводно-

амилазного комплекса. Добавление облепихового шрота при замесе теста повышало начальную кислотность теста за счет внесения органических и жирных кислот, соответственно быстрее нарастала кислотность в процессе брожения теста, что способствовало сокращению процесса брожения теста на 20–40 мин (табл. 2).

Таблица 2

### Технологические режимы приготовления теста

Показатель	Значение при дозировке облепихового шрота, %			
	0	5	10	15
Влажность теста, %	49,0	49,0	50,0	49,5
Кислотность начальная, град.	4,0	5,0	5,5	6,5
Кислотность конечная, град.	5,5	7,0	8,0	9,0
Продолжительность брожения, мин	80	70	60	40

По органолептическим показателям образцы хлеба с добавлением облепихового шрота отличались высокими потребительскими достоинствами – имели правильную форму, исключительно яркий, свойственный облепихе вкус и аромат, яркую интенсивно окрашенную корочку. Мякиш образцов хлеба с дозировкой облепихового шрота 5 % отличался незначительной липкостью, но дальнейшее повышение дозировки давало эластичный, не липкий, не влажный на ощупь мякиш, с хорошо развитой мелкой порис-

тостью. Увеличение дозировки шрота приводило к повышению титруемой кислотности образцов с 5,0 до 8,0 град., что положительно влияло на вкусовые достоинства изделий. Пористость и удельный объем при внесении облепихового шрота от 5 до 15 % изменялись незначительно (табл. 3). Кроме того, результаты оценки физико-химических показателей позволили установить соответствие разработанных изделий требованиям ГОСТ 31807-2018.

Таблица 3

### Физико-химические показатели качества образцов хлеба

Показатель	Значения при дозировке облепихового шрота, %			
	0	5	10	15
Влажность мякиша, %	49,0 ± 0,71	49,5 ± 0,71	49,0 ± 0,71	49,5 ± 0,71
Кислотность мякиша, град.	5,0 ± 0,36	6,5 ± 0,36	7,5 ± 0,36	8,0 ± 0,36
Пористость мякиша, %	62,0 ± 1,0	61,0 ± 1,0	63,0 ± 1,0	62,0 ± 1,0
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,4 ± 0,2	2,3 ± 0,2

Для обоснования функциональных свойств хлеба с добавлением облепихового шрота был проведен сравнительный анализ пищевой ценности изделий. Введение облепихового шрота в рецептуры изделий привело к повышению содержа-

ния белка, пищевых волокон, жиров (табл. 4). Содержание витаминов и минеральных веществ в изделиях с облепиховым шротом значительно не изменилось.

## Пищевая ценность хлеба

Основные пищевые вещества	Содержание веществ в 100 г хлеба при добавлении облепихового шрота		
	Контрольный образец	10 %	15 %
Белки, г	6,8	7,7	8,2
Жиры, г	1,1	2,4	3,0
Усвояемые углеводы, г	44,5	40,2	38,1
Пищевые волокна, г	6,5	8,3	9,3
Энергетическая ценность, кДж/ккал	955/228	962/230	970/232

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 маркировка хлебобулочных изделий с добавлением 10 и 15 % облепихового шрота может содержать информацию о том, что продукция является источником белка, так как более 12 % энергетической ценности продукта обеспечивается белком, а количество белка в 100 г составляет 10,3 и 10,9 % от суточной потребности в белке, установленной на региональном уровне ТР ТС 022/2011 в количестве 75 г/сут. Все образцы содержат более 6 г пищевых волокон в 100 г продукции, маркировка может содержать информацию об отличительных признаках «с высоким содержанием пищевых волокон», а по содержанию жира – «с низким содержанием жира», установленным на уровне не более 3 г жира в 100 г продукции.

Таким образом, при систематическом потреблении разработанной продукции возможно ожидать следующие благоприятные эффекты, обоснованные с точки зрения доказательной медицины: способствует наращиванию мышечной массы, нормализации уровня холестерина крови, усилению перистальтики кишечника.

**Выводы.** В ходе исследования установлено, что дозировка облепихового шрота в количестве 10 и 15 % взамен муки приводила к возрастанию температуры начала клейстеризации крахмала, снижению активности амилолитических ферментов и возрастанию амилографической вязкости суспензии. Добавление облепихового шрота при замесе теста повышало начальную кислотность теста на 2,5–3,5 град., ускоряло процесс созревания, что позволило оптимизировать процесс тестоприготовления за счет сокращения продолжительности брожения теста на 20–40 мин. Образцы с добавлением облепихового шрота относятся к продуктам

функционального назначения, восполняют более 10 % от суточной потребности в белке и более 25 % от суточной потребности в пищевых волокнах. Оптимальной дозировкой является 10 % облепихового шрота взамен муки, о чем свидетельствовали лучшие органолептические и физико-химические показатели качества этих образцов хлеба.

## Литература

1. Аверьянова Е.В. Биологическая ценность облепихи как основа ее комплексной безотходной переработки // Современная наука и инновации. 2018. № 3 (23). С. 129–139.
2. Аверьянова Е.В., Школьников М.Н., Рожнов Е.Д. Перспективы и направления использования ягодных шротов // Индустрия питания. 2019. Т. 4, № 2. С. 20–26.
3. Дугарова И.К., Цыбикова Г.Ц., Александрова И.Т. Комплексное использование плодов облепихи в производстве пищевых продуктов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6, № 3. С. 128–134.
4. Егорова Е.Ю. Комплексная переработка плодово-ягодного сырья: методические подходы // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 5. С. 12–15.
5. Иванова В.Н., Серегин С.Н. Повышение качества пищевой продукции – ключевой приоритет реализации государственной политики Российской Федерации в области здорового питания // Пищевая промышленность. 2016. № 5. С. 8–14.
6. Никулина Е.О., Иванова Г.В., Кольман О.Я. Облепиховый шрот как функциональный ингредиент для создания продуктов функ-

- ционального назначения // Вестник КрасГАУ. 2015. № 10. С. 98–105.
7. *Чиркина Т.Ф.* Химический состав облепихового шрота // Известия вузов. Пищевая технология. 1994. № 1-2. С. 24–26.
- Literatura**
1. *Aver'janova E.V.* Biologičeskaja cennost' oblepihi kak osnova ee kompleksnoj bezothodnoj pererabotki // Sovremennaja nauka i innovacii. 2018. № 3 (23). С. 129–139.
  2. *Aver'janova E.V., Shkol'nikova M.N., Rozhnov E.D.* Perspektivy i napravlenija ispol'zovanija jagodnyh shrotov // Industrija pitaniya. 2019. Т. 4, № 2. С. 20–26.
  3. *Dugarova I.K., Cybikova G.C., Aleksandrova I.T.* Kompleksnoe ispol'zovanie plodov oblepihi v proizvodstve pishhevyh produktov // Izvestija vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija. 2016. Т. 6, № 3. С. 128–134.
  4. *Egorova E.Ju.* Kompleksnaja pererabotka plodovo-jagodnogo syr'ja: metodicheskie podhody // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. 2012. № 5. С. 12–15.
  5. *Ivanova V.N., Seregin S.N.* Povyshenie kachestva pishhevoj produkcii – ključevoj prioritet realizacii gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti zdorovogo pitaniya // Pishhevaja promyšlennost'. 2016. № 5. С. 8–14.
  6. *Nikulina E.O., Ivanova G.V., Kol'man O.Ja.* Oblepихovyj shrot kak funkcional'nyj ingredient dlja sozdanija produktov funkcional'nogo naznachenija // Vestnik KrasGAU. 2015. № 10. С. 98–105.
  7. *Chirkina T.F.* Himičeskij sostav oblepихovogo shrota // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. 1994. № 1-2. С. 24–26.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013, ГЗ № 075-00316-20-01).

