

Научная статья/Research Article  
УДК 664.788 / 664.668.9

Роман Хажсетович Кандраков<sup>1✉</sup>, Валентин Александрович Кирюшин<sup>2</sup>,  
Ирина Урузмаговна Кусова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

<sup>1</sup>nart132007@mail.ru

<sup>2</sup>aprogetti@gmail.com

<sup>3</sup>kusovaiu@mgupp.ru

## МУКОМОЛЬНЫЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРИТИКАЛЕВО-КОНОПЛЯНОЙ МУКИ

*Цель исследования – определение мукомольных и физико-химических свойств тритикалево-конопляной муки различного соотношения. Добавление семян конопли в помольную тритикалево-конопляную зерновую смесь оказывает положительное влияние и повышает выход тритикалево-конопляной муки. По сравнению с исходным образцом зерна тритикале выход тритикалево-конопляной муки при добавлении 10 % конопли повысился на 5,5 %, что свидетельствует о высокой экономической эффективности разработанной технологии. Средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в соотношении 96 : 4 % с учетом выхода составляет 3,05 %, а содержание белка – 12,86 %; средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в соотношении 94 : 6 % с учетом выхода составляет 3,58 %, а содержание белка – 13,16 %; средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в соотношении 92 : 8 % с учетом выхода составляет 4,13 %, а содержание белка – 13,63 %; средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в соотношении 90 : 10 % с учетом выхода составляет 4,85 %, а содержание белка – 12,67 %. Средневзвешенное содержание жира в тритикалево-конопляных отрубях в разных соотношениях с учетом выхода составляет 3,34 %, а содержание белка – 14,44 %. Наиболее оптимальным соотношением помольной тритикалево-конопляной смеси является 92 : 8, при котором содержание жира в тритикалево-конопляной муке возрастает на 329 %, а содержание белка – на 16,5 % по сравнению с контрольной тритикалевой мукой.*

**Ключевые слова:** тритикале, конопля, тритикалево-конопляная мука, химические и физико-химические свойства муки

**Для цитирования:** Кандраков Р.Х., Кирюшин В.А., Кусова И.У. Мукомольные и физико-химические свойства тритикалево-конопляной муки // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1. С. 222–234.

Roman Khazhsetovich Kandrov<sup>1✉</sup>, Valentin Aleksandrovich Kiryushin<sup>2</sup>,  
Irina Uruzmagovna Kusova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

<sup>1</sup>nart132007@mail.ru

<sup>2</sup>aprogetti@gmail.com

<sup>3</sup>kusovaiu@mgupp.ru

## FLOUR-GRINDING AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF TRITICALE-HEMP FLOUR

*The purpose of the study is to determine the milling and physicochemical properties of triticale-hemp flour of various ratios. Adding hemp seeds to the grinding triticale-hemp grain mixture has a positive effect and increases the yield of triticale-hemp flour. Compared to the original sample of triticale grain, the yield of triticale-hemp flour with the addition of 10% hemp increased by 5.5 %, which indicates the high economic efficiency of the developed technology. The weighted average fat content in triticale-hemp flour*

streams in a ratio of 96 : 4 %, taking into account the yield, is 3.05 %, and the protein content is 12.86 %; the weighted average fat content in triticale-hemp flour streams in a ratio of 94 : 6 %, taking into account the yield, is 3.58 %, and the protein content is 13.16 %; the weighted average fat content in triticale-hemp flour streams in a ratio of 92 : 8 %, taking into account the yield, is 4.13 %, and the protein content is 13.63 %; The weighted average fat content in triticale-hemp flour streams in a ratio of 90 : 10 %, taking into account the yield, is 4.85 %, and the protein content is 12.67 %. The weighted average fat content in triticale-hemp bran in different ratios, taking into account the yield, is 3.34 %, and the protein content is 14.44 %. The most optimal ratio of triticale-hemp grinding mixture is 92 : 8, at which the fat content in triticale-hemp flour increases by 329 %, and the protein content by 16.5 % compared to the control triticale flour.

**Keywords:** *triticale, hemp, triticale-hemp flour, chemical and physico-chemical properties of flour*

**For citation:** *Kandrokov R.Kh., Kiryushin V.A., Kusova I.U. Flour-grinding and physico-chemical properties of triticale-hemp flour // Bulliten KrasSAU. 2024;(1): 222–234. (In Russ.).*

**Введение.** В настоящее время ассортимент продуктов питания, производимых из различных зерновых, бобовых и масличных культур, значительно расширился. В рацион питания большинства населения нашей страны входят различные хлебобулочные, макаронные и мучные кондитерские изделия, различные крупы, а также продукты питания из продуктов переработки различных композитных зерновых помольных смесей. Важнейшей проблемой, стоящей перед отечественной пищевой и перерабатывающей промышленностью, является расширение ассортимента новыми импортозамещающими и импортоопережающими высококачественными и безопасными пищевыми продуктами, обладающими повышенной пищевой и питательной ценностью [1, 2].

Тритикале представляет собой гибрид пшеницы и ржи, искусственно созданную человеком новую зерновую культуру. Происходит название зерна тритикале от лат. *Triticum* – пшеница и лат. *Secale* – рожь. Тритикале, пшенично-ржаной гибрид, был возведен в ранг зерновой культуры будущего с невиданными пищевыми и кормовыми возможностями [3, 4].

Зерно тритикале отличается от пшеницы неприхотливостью, повышенной урожайностью и питательной ценностью. Вместе с тем продукты переработки зерна тритикале практически не используются по сравнению с продуктами переработки других хлебных злаков, хотя имеет более сбалансированный аминокислотный состав. До сих пор зерно тритикале используют как кормовую культуру и добавляют в комбикорма как зерновой компонент вместо зерна пшеницы. Более высокое содержание белка в зерне тритикале объясняется его повышенной щуплостью

и относительно большим содержанием богатых белком алейронового слоя и зародыша. Зародыш тритикале выполняет функции запасающего, пищеварительного и поглощающего органа и состоит из зародышевой оси и щитка [5–10].

Семена конопли отличаются высоким содержанием белка в количестве от 20 до 30 %, с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, высоким содержанием липидов от 32,5 до 51,5 %, в т. ч. с повышенным содержанием крайне необходимых человеку полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3 и омега-6 от 40 до 50 %. Повышенное содержания белка и жира в итоговом продукте в виде тритикалево-конопляной муки происходит за счет семян конопли, которые мы добавляем в помольную смесь. В зернах конопли содержится 20 аминокислот, включая 9 незаменимых человеческому организму [11–16].

Сорт конопли Сурская относится к безнаркотическим сортам, специально выведенным для использования на пищевые цели. Сорт создан совместно учеными Чувашского и Пензенского НИИСХ (селекционеры Г.С. Степанов, В.Т. Тихомиров, В.А. Серков и др.) методом кроссбридинга двудомных (ЮС-9, ЮС-8) и однодомных (ЮСО-14, ЮСО-31) сортов и многократного непрерывного семейственно-группового отбора.

**Цель исследования** – определение мукомольных и физико-химических свойств тритикалево-конопляной муки различного соотношения.

**Задачи:** составить помольные смеси зерна тритикале и семян конопли и провести лабораторные помолы составленных смесей в процентных соотношениях 96 : 4; 94 : 6,0; 92 : 8; 90 : 10 и контрольного образца зерна тритикале для проведения лабораторных помолов; опре-

делить химические и физико-химические показатели полученных отдельных потоков тритикалево-конопляной муки, контрольной тритикалевой муки и тритикалево-конопляных отрубей на инфракрасном анализаторе зерна и муки.

**Объекты и методы.** В качестве объектов исследования использовали зерно озимого тритикале сорта Немчиновская 56 и семена конопли сорта Сурская урожая 2022 г. Зерно тритикале сорта Немчиновская 56 выведено селекционерами лаборатории селекции и семеноводства полевых культур ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и обладает хорошими мукомольными свойствами. Основные физико-химические и химические показатели исходного зерна тритикале следующие: зольность – 1,91 %, содержание белка – 11,9 %, влажность – 12,1 %, натура – 725 г/л, масса 1000 зерен – 45,8 г, содержание клейковины – 22,3 %, качество клейковины – 91 ед. прибора, стекловидность – 29 % и число падения – 235 с.

Режимы и параметры измельчения на вальцовом станке мельницы лабораторного помола МЛП-4 с нарезными вальцами для всех образцов, в т. ч. и контрольного образца тритикале, оставались неизменными. Просеивание промежуточных продуктов размла тритикалево-конопляных смесей различного соотношения и высеивание муки осуществляли на расसेве

мельницы лабораторного помола МЛП-4, состоящем из набора 3 сит, в т. ч. 2 крупочных и 1 мучного сита.

Химические и физико-химические показатели полученных потоков тритикалево-конопляной муки, контрольной тритикалевой муки и тритикалево-конопляных отрубей определяли на инфракрасном анализаторе зерна и муки SpectraStar 2500 XL (производства США).

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе исследований провели лабораторные помолы исходных смесей зерна тритикале и семян конопли в процентных соотношениях 96 : 4; 94 : 6; 92 : 8; 90 : 10 и контрольного образца зерна тритикале. Всего получили 11 потоков контрольной тритикалевой муки и тритикалево-конопляной муки, в т. ч. с 5 драных и 6 размольных систем, а также 2 потока отрубей – тритикалевых и тритикалево-конопляных.

Для определения мукомольных свойств помольных тритикалево-конопляных зерновых смесей и исходного зерна тритикале провели лабораторные помолы. Полученные результаты по влиянию содержания семян конопли в помольной тритикалево-конопляной смеси на выход пшенично-конопляной муки в сравнении с выходом контрольной пшеничной муки представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Выход и белизна потоков тритикалево-конопляной муки  
в процентных соотношениях 96 : 4; 94 : 6; 92 : 8 со всех технологических систем**

| Технологическая система     | Выход и белизна тритикалево-конопляной муки,<br>%/ед. пр. «СКИБ-М» |             |             |
|-----------------------------|--|-------------|-------------|
|                             | 96 : 4   | 94 : 6      | 92 : 8      |
| I драная система            | 3,9/33,9   | 4,3/32,1    | 3,5/29,1    |
| II драная система           | 1,7/41,1   | 2,5/33,7    | 2,3/32,3    |
| III драная система          | 1,4/36,2   | 1,5/30,8    | 2,4/22,4    |
| IV драная система           | 0,9/31,4   | 1,2/21,9    | 1,3/17,2    |
| V драная система            | 0,8/24,9   | 0,9/15,2    | 1,0/14,5    |
| Муки с драных систем, %     | <b>8,7</b>   | <b>10,4</b> | <b>10,5</b> |
| 1 размольная система        | 33,9/41,2  | 31,3/25,0   | 30,0/8,1    |
| 2 размольная система        | 13,1/29,9  | 14,1/26,2   | 13,8/13,2   |
| 3 размольная система        | 9,7/27,0   | 9,9/16,9    | 11,7/10,9   |
| 4 размольная система        | 6,2/20,3   | 7,2/10,3    | 7,3/0,0     |
| 5 размольная система        | 2,4/10,8   | 2,0/0,2     | 3,9/0,0     |
| 6 размольная система        | 1,0/3,9  | 0,9/0,0     | 0,8/0,0     |
| Муки с размольных систем, % | <b>66,3</b>  | <b>65,4</b> | <b>67,5</b> |
| Всего муки, %               | <b>75,0</b>  | <b>75,8</b> | <b>78,0</b> |

Из таблицы 1 видно, что добавление семян конопли в помольную смесь повышает выход тритикалево-конопляной муки. При лабораторном помоле тритикалево-конопляной зерновой смеси в процентном соотношении 96 : 4 общий выход тритикалево-конопляной муки составил 75,0 %, при помоле тритикалево-конопляной зерновой смеси в процентном соотношении 94 : 6 выход тритикалево-конопляной муки составил

75,8 %, при помоле тритикалево-конопляной зерновой смеси в процентном соотношении 92 : 8 выход тритикалево-конопляной муки составил 78,0 %.

Выход и белизна потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 90 : 10 и контрольной тритикалевой муки со всех технологических систем представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Выход и белизна потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 90 : 10 и тритикалевой муки со всех технологических систем, %/ед. пр. «СКИБ-М»**

| Технологическая система     | 90 : 10     | 100 % тритикале |
|-----------------------------|-------------|-----------------|
| I драная система            | 3,1/20,0    | 4,3/29,9        |
| II драная система           | 2,4/26,1    | 3,4/32,8        |
| III драная система          | 2,9/22,2    | 3,6/28,9        |
| IV драная система           | 1,5/12,8    | 2,2/27,0        |
| V драная система            | 1,2/9,3     | 1,0/22,6        |
| Муки с драных систем, %     | <b>11,1</b> | <b>14,5</b>     |
| 1-я размольная система      | 47,8/0,0    | 40,8/37,1       |
| 2-я размольная система      | 12,9/0,0    | 10,7/35,2       |
| 3-я размольная система      | 5,3/0,0     | 5,1/32,4        |
| 4-я размольная система      | 2,8/0,0     | 3,1/19,3        |
| 5-я размольная система      | 1,7/0,0     | 1,7/11,9        |
| 6-я размольная система      | 0,9/0,0     | 1,1/3,8         |
| Муки с размольных систем, % | <b>71,4</b> | <b>62,5</b>     |
| Всего муки, %               | <b>82,5</b> | <b>77,0</b>     |

Как видно из таблицы 2, общий выход при помоле тритикалево-конопляной зерновой смеси в соотношении 90 : 10 общий выход тритикалево-конопляной муки составил 82,5 %, при помоле исходного зерна тритикале выход тритикалевой муки – 77,0 %.

Полученные результаты проведенных лабораторных помолов свидетельствуют, что добавление в помольную тритикалево-конопляную смесь семян конопли оказывает положительное влияние на мукомольные свойства и повышает общий выход тритикалево-конопляной муки, обогащенной полиненасыщенными жирными кислотами. По сравнению с исходным образцом выход тритикалево-конопляной муки при добавлении 10 % конопли повысился на 5,5 %, что

свидетельствует и о высокой экономической эффективности разработанной технологии.

На втором, заключительном этапе исследований определяли влияние содержания семян конопли в помольной тритикалево-конопляной зерновой смеси на химические и физико-химические показатели качества отдельных потоков тритикалево-конопляной муки, полученных со всех технологических систем, в сравнении с контрольной тритикалевой мукой.

Полученные экспериментальные данные химических и физико-химических показателей качества потоков тритикалевой муки, полученных с драных и размольных систем, представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

**Химические и физико-химические показатели качества потоков  
тритикалевой муки, полученных с драных систем**

| Показатель       | Драная система |       |       |       |       |
|------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | I              | II    | III   | IV    | V     |
| Жир, %           | 1,08           | 1,12  | 1,07  | 1,05  | 1,11  |
| Зола, %          | 0,38           | 0,46  | 0,37  | 0,45  | 0,57  |
| Клетчатка, %     | 1,20           | 1,22  | 1,06  | 1,10  | 1,18  |
| Протеин, %       | 11,39          | 11,20 | 11,89 | 12,15 | 12,42 |
| Влага, %         | 13,54          | 13,21 | 14,21 | 14,05 | 13,75 |
| Крахмал, %       | 64,62          | 64,43 | 63,64 | 63,22 | 62,20 |
| Белизна, ед. пр. | 67,72          | 68,95 | 65,16 | 62,00 | 55,99 |
| ИДК, у. е.       | 60,20          | 59,42 | 59,89 | 61,88 | 66,56 |
| Клейковина, %    | 24,39          | 22,19 | 26,52 | 27,32 | 28,23 |
| Общие волокна, % | 2,88           | 3,31  | 2,61  | 2,96  | 3,25  |
| Число падения, с | 310,5          | 292,5 | 316,8 | 307,1 | 299,8 |

Таблица 4

**Химические и физико-химические показатели качества потоков  
тритикалевой муки, полученных с размольных систем**

| Показатель       | Размольная система |       |       |       |       |
|------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 1                  | 2     | 3     | 4     | 5+6   |
| Жир, %           | 1,21               | 1,18  | 1,19  | 1,14  | 1,16  |
| Зола, %          | 0,40               | 0,52  | 0,60  | 0,71  | 0,90  |
| Клетчатка, %     | 1,12               | 1,15  | 1,33  | 1,46  | 1,61  |
| Протеин, %       | 11,41              | 11,45 | 11,60 | 11,76 | 12,32 |
| Влага, %         | 13,94              | 13,33 | 12,84 | 12,17 | 11,99 |
| Крахмал, %       | 64,65              | 65,30 | 65,24 | 65,55 | 64,42 |
| ИДК, у.е.        | 59,34              | 66,12 | 69,15 | 75,62 | 81,14 |
| Клейковина, %    | 25,52              | 25,35 | 25,10 | 24,87 | 25,25 |
| Общие волокна, % | 2,68               | 3,08  | 3,40  | 3,64  | 4,00  |
| Число падения, с | 317,9              | 303,3 | 305,2 | 299,7 | 283,6 |

Как видно из таблиц 3 и 4, с учетом общего выхода тритикалевой муки средневзвешенное содержание жира во всех потоках составляет 1,13 %, а средневзвешенное содержание белка – 11,75 %. В потоках тритикалевой муки на драных системах средневзвешенное содержание жира и белка составило 1,08 и 11,81 %, а на размольных – 1,17 и 11,70 % соответственно.

В таблицах 5 и 6 представлены полученные экспериментальные данные химических и физико-химических показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 96 : 4, полученных с драных и размольных систем. Потоки муки с 5-й и 6-й размольных систем объединяли, так как выход этих потоков был небольшой.

Таблица 5

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 96 : 4, полученных с драных систем**

| Показатель       | Драная система |       |       |       |       |
|------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | I              | II    | III   | IV    | V     |
| Жир, %           | 3,28           | 3,22  | 3,12  | 3,13  | 3,02  |
| Зола, %          | 0,43           | 0,46  | 0,57  | 0,65  | 0,73  |
| Клетчатка, %     | 1,11           | 1,08  | 1,11  | 1,14  | 1,18  |
| Протеин, %       | 11,12          | 10,6  | 10,94 | 11,12 | 11,45 |
| Влага, %         | 13,51          | 13,21 | 12,99 | 12,96 | 12,68 |
| Крахмал, %       | 64,68          | 66,35 | 65,64 | 64,8  | 63,54 |
| ИДК, у.е.        | 51,9           | 53,1  | 57,6  | 60,2  | 65,4  |
| Клейковина, %    | 20,56          | 19,22 | 19,79 | 20,34 | 21,01 |
| Общие волокна, % | 3,2            | 3,21  | 3,31  | 3,37  | 3,56  |
| Число падения, с | 310,3          | 304,4 | 298,4 | 293,5 | 290,6 |

Таблица 6

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 96 : 4, полученных с размольных систем**

| Показатель       | Размольная система |        |        |        |        |
|------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 1                  | 2      | 3      | 4      | 5+6    |
| Жир, %           | 3,15               | 3,07   | 2,93   | 2,86   | 2,77   |
| Зола, %          | 0,71               | 0,92   | 0,94   | 1,0    | 3,43   |
| Клетчатка, %     | 1,19               | 0,76   | 1,37   | 1,5    | 3,48   |
| Протеин, %       | 11,6               | 12,23  | 11,87  | 12,09  | 25,59  |
| Влага, %         | 12,99              | 12,21  | 12,33  | 12,04  | 22,55  |
| Крахмал, %       | 64,8               | 65,28  | 63,15  | 62,96  | 107,33 |
| ИДК, у.е.        | 62,87              | 74,46  | 73,17  | 77,44  | 199,8  |
| Клейковина, %    | 22,03              | 22,44  | 23,28  | 23,67  | 48,87  |
| Общие волокна, % | 3,52               | 5,01   | 3,68   | 3,72   | 7,13   |
| Число падения, с | 298,03             | 264,89 | 301,21 | 286,94 | 516,61 |

Из таблиц 5 и 6 видно, что средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 96 : 4 с учетом выхода составляет 3,05 %, а содержание белка – 12,86 %. При этом средневзвешенное содержание жира и белка в потоках тритикалево-конопляной муки на драных систе-

мах составило 3,15 и 11,04 %, а на размольных системах – 2,97 и 14,67 % соответственно.

В таблицах 7 и 8 представлены полученные экспериментальные данные химических и физико-химических показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 94 : 6, полученных с драных и размольных систем.

Таблица 7

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 94 : 6, полученных с драных систем**

| Показатель       | Драная система |        |        |       |        |
|------------------|----------------|--------|--------|-------|--------|
|                  | I              | II     | III    | IV    | V      |
| Жир, %           | 3,81           | 3,69   | 3,58   | 3,44  | 3,42   |
| Зола, %          | 0,71           | 0,72   | 0,82   | 1,01  | 1,11   |
| Клетчатка, %     | 1,04           | 0,98   | 1,04   | 1,14  | 1,16   |
| Протеин, %       | 11,1           | 10,89  | 11,04  | 11,51 | 11,93  |
| Влага, %         | 13,25          | 13,12  | 12,9   | 12,46 | 12,69  |
| Крахмал, %       | 64,26          | 65,32  | 64,67  | 63,17 | 61,59  |
| ИДК, у.е.        | 57,19          | 57,95  | 62,77  | 69,67 | 71,27  |
| Клейковина, %    | 19,4           | 18,76  | 19,55  | 20,35 | 21,03  |
| Общие волокна, % | 3,23           | 3,3    | 3,32   | 3,57  | 3,56   |
| Число падения, с | 301,16         | 300,93 | 297,46 | 286,9 | 283,61 |

Таблица 8

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 94 : 6, полученных с размольных систем**

| Показатель       | Размольная система |        |        |        |        |
|------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 1                  | 2      | 3      | 4      | 5+6    |
| Жир, %           | 3,75               | 3,66   | 3,59   | 3,48   | 3,41   |
| Зола, %          | 0,86               | 0,99   | 1,17   | 1,44   | 4,51   |
| Клетчатка, %     | 1,08               | 1,21   | 1,37   | 1,63   | 3,95   |
| Протеин, %       | 11,56              | 11,72  | 12,25  | 12,72  | 26,95  |
| Влага, %         | 13,12              | 12,68  | 12,16  | 11,65  | 21,75  |
| Крахмал, %       | 63,43              | 63,47  | 62,66  | 59,87  | 99,49  |
| ИДК, у.е.        | 64,06              | 69,38  | 78,31  | 89,78  | 231,14 |
| Клейковина, %    | 21,06              | 21,51  | 22,86  | 24,55  | 49,81  |
| Общие волокна, % | 3,32               | 3,64   | 3,86   | 4,1    | 7,59   |
| Число падения, с | 296,01             | 286,84 | 276,57 | 250,08 | 382,42 |

Из таблиц 7 и 8 видно, что средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 94 : 6 с учетом выхода составляет 3,58 %, а содержание белка – 13,16 %. При этом средневзвешенное содержание жира и белка в потоках тритикалево-конопляной муки на драных систе-

мах составило 3,58 и 11,29 %, а на размольных системах – 3,57 и 15,04 % соответственно.

В таблицах 9 и 10 представлены полученные экспериментальные данные химических и физико-химических показателей качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 92 : 8, полученных с драных и размольных систем.

Таблица 9

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 92 : 8, полученных с драных систем**

| Показатель       | Драная система |        |        |        |       |
|------------------|----------------|--------|--------|--------|-------|
|                  | I              | II     | III    | IV     | V     |
| Жир, %           | 4,45           | 4,32   | 4,27   | 4,13   | 4,09  |
| Зола, %          | 0,88           | 0,86   | 1,27   | 1,35   | 1,43  |
| Клетчатка, %     | 1,2            | 1,22   | 1,31   | 1,36   | 1,42  |
| Протеин, %       | 11,03          | 10,73  | 11,64  | 11,88  | 12,18 |
| Влага, %         | 12,06          | 11,9   | 11,5   | 11,48  | 11,38 |
| Крахмал, %       | 67,13          | 67,73  | 65,17  | 64,44  | 63,75 |
| ИДК, у.е.        | 66,64          | 65,83  | 78,52  | 80,83  | 84,09 |
| Клейковина, %    | 17,8           | 16,95  | 18,84  | 19,32  | 19,79 |
| Общие волокна, % | 3,84           | 3,73   | 4,06   | 4,08   | 4,25  |
| Число падения, с | 281,94         | 288,42 | 270,22 | 265,13 | 255,5 |

Таблица 10

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 92 : 8, полученных с размольных систем**

| Показатель       | Размольная система |        |        |        |        |
|------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 1                  | 2      | 3      | 4      | 5+6    |
| Жир, %           | 4,28               | 4,07   | 3,95   | 3,91   | 3,86   |
| Зола, %          | 1,44               | 1,52   | 1,61   | 2,5    | 5,39   |
| Клетчатка, %     | 1,37               | 1,45   | 1,57   | 2,06   | 4,28   |
| Протеин, %       | 12,49              | 12,57  | 12,92  | 13,51  | 27,36  |
| Влага, %         | 11,94              | 11,58  | 11,46  | 10,25  | 19,93  |
| Крахмал, %       | 61,62              | 61,72  | 60,59  | 49,46  | 92,13  |
| ИДК, у.е.        | 85,33              | 88,33  | 92,82  | 125,62 | 264,99 |
| Клейковина, %    | 21,6               | 21,45  | 22,56  | 23,69  | 47,59  |
| Общие волокна, % | 3,97               | 4,06   | 4,13   | 3,9    | 7,31   |
| Число падения, с | 245,0              | 249,54 | 240,36 | 172,46 | 335,73 |

Из таблиц 9 и 10 видно, что средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 92 : 8 с учетом выхода составляет 4,13 %, а содержание белка – 13,63 %. При этом средневзвешенное содержание жира и белка в потоках тритикалево-конопляной муки на драных систе-

мах составило 4,25 и 11,49 %, а на размольных системах – 4,01 и 15,77 % соответственно.

В таблицах 11 и 12 представлены полученные экспериментальные данные химических и физико-химических показателей качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 90 : 10, полученных с драных и размольных систем.



Таблица 11

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 90 : 10, полученных с драных систем**

| Показатель       | Драная система |        |        |        |        |
|------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
|                  | I              | II     | III    | IV     | V      |
| Жир, %           | 5,18           | 4,92   | 4,79   | 4,53   | 4,48   |
| Зола, %          | 1,28           | 1,23   | 1,36   | 1,56   | 1,59   |
| Клетчатка, %     | 1,19           | 1,02   | 1,19   | 1,33   | 1,3    |
| Протеин, %       | 11,6           | 11,64  | 11,6   | 11,91  | 12,28  |
| Влага, %         | 11,46          | 11,94  | 11,16  | 11,16  | 11,47  |
| Крахмал, %       | 66,89          | 66,84  | 67,66  | 63,99  | 62,63  |
| ИДК, у.е.        | 74,16          | 69,22  | 78,15  | 84,82  | 84,71  |
| Клейковина, %    | 17,17          | 16,84  | 17,2   | 18,62  | 19,26  |
| Общие волокна, % | 4,49           | 4,33   | 4,74   | 4,28   | 4,27   |
| Число падения, с | 283,14         | 294,34 | 278,96 | 274,16 | 270,45 |

Таблица 12

**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 90 : 10, полученных с размольных систем**

| Показатель       | Размольная система |        |        |        |        |
|------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 1                  | 2      | 3      | 4      | 5+6    |
| Жир, %           | 4,68               | 4,76   | 4,89   | 5,07   | 5,21   |
| Зола, %          | 1,84               | 2,55   | 2,0    | 3,2    | 3,17   |
| Клетчатка, %     | 1,34               | 1,7    | 1,65   | 2,1    | 2,1    |
| Протеин, %       | 12,86              | 13,61  | 13,16  | 14,02  | 14,03  |
| Влага, %         | 11,68              | 10,62  | 11,0   | 9,7    | 9,74   |
| Крахмал, %       | 56,66              | 49,29  | 57,77  | 39,58  | 39,98  |
| ИДК, у.е.        | 94,91              | 119,29 | 103,24 | 143,52 | 142,27 |
| Клейковина, %    | 21,91              | 22,58  | 22,27  | 22,86  | 22,47  |
| Общие волокна, % | 3,72               | 3,67   | 4,22   | 3,29   | 3,29   |
| Число падения, с | 259,88             | 223,06 | 223,96 | 159,38 | 156,67 |

Из таблиц 11 и 12 видно, что средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 90 : 10 с учетом выхода составляет 4,85 %, а содержание белка – 12,67 %. При этом средневзвешенное содержание жира и белка в потоках тритикалево-конопляной муки на драных систе-

мах составило 4,78 и 11,8 %, а на размольных системах – 4,92 и 13,53 % соответственно.

В таблицах 13 представлены полученные экспериментальные данные химических и физико-химических показателей качества потоков тритикалево-конопляных отрубей различного соотношения, полученных с драных и размольных систем.

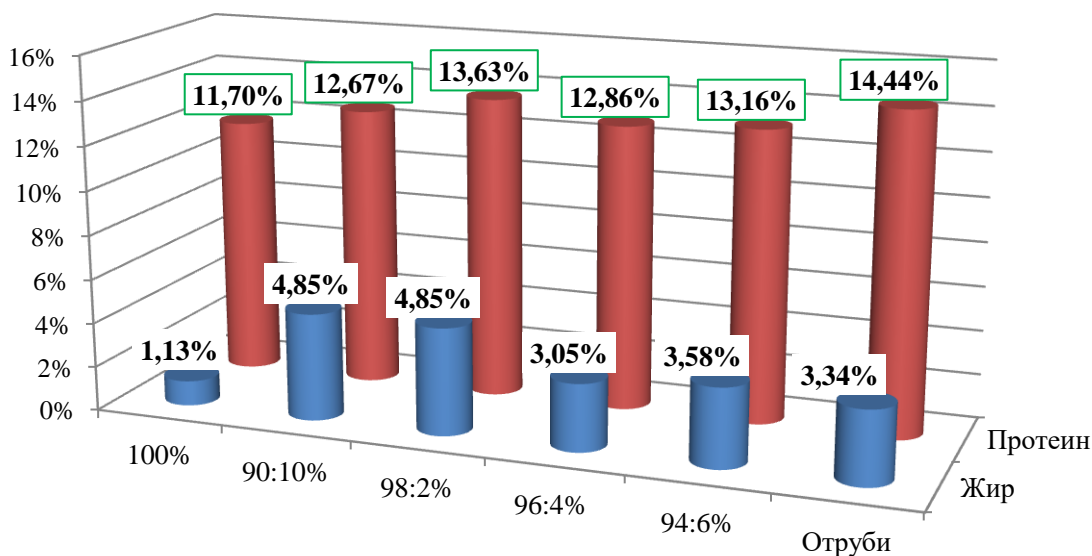
**Химические и физико-химические показатели качества потоков тритикалево-конопляных отрубей, полученных с помольных и драных систем, %**

| Тритикале : конопля, % |                    | Жир  | Зола | Клетчатка | Протеин | Влага | Кальций | Фосфор |
|------------------------|--------------------|------|------|-----------|---------|-------|---------|--------|
| 96 : 4                 | Размольные системы | 3,31 | 5,79 | 12,19     | 14,9    | 9,83  | 0,12    | 0,8    |
|                        | Дранные системы    | 3,27 | 4,5  | 7,83      | 14,18   | 12,49 | 0,12    | 0,93   |
| 94 : 6                 | Размольные системы | 3,26 | 6,11 | 14,03     | 14,88   | 10,07 | 0,12    | 0,87   |
|                        | Дранные системы    | 3,66 | 4,28 | 7,26      | 14,48   | 13,21 | 0,12    | 0,93   |
| 92 : 8                 | Размольные системы | 3,06 | 6,2  | 13,82     | 14,28   | 8,82  | 0,11    | 0,9    |
|                        | Дранные системы    | 3,6  | 4,73 | 8,78      | 14,49   | 12,44 | 0,12    | 0,91   |
| 90 : 10                | Размольные системы | 3,1  | 6,39 | 15,12     | 14,12   | 9,27  | 0,11    | 0,94   |
|                        | Дранные системы    | 3,46 | 4,91 | 9,75      | 14,2    | 12,53 | 0,12    | 0,96   |

Из таблицы 13 видно, что средневзвешенное содержание жира в тритикалево-конопляных отрубях в разных соотношения с учетом выхода составляет 3,34 %, а содержание белка – 14,44 %. При этом средневзвешенное содержание жира и белка в тритикалево-конопляных отрубях на драных системах составило 3,49 и

14,33 %, а на размольных системах – 3,18 и 14,54 % соответственно.

На рисунке представлена динамика изменения содержания жира и протеина в тритикалево-конопляной муке различного соотношения, контрольной тритикалевой муке и тритикалево-конопляных отрубях.



*Содержание жира и белка в тритикалево-конопляной муке различного соотношения, контрольной тритикалевой муке и тритикалево-конопляных отрубях*

Как видно из рисунка, наиболее оптимальным процентным соотношением помольной тритикалево-конопляной смеси является 92 : 8, при котором содержание жира в тритикалево-конопляной муки возрастает на 329 %, а содержание белка – на 16,5 % по сравнению с контрольной тритикалевой мукой.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований установлено, что добавление семян конопли в помольную тритикалево-конопляную зерновую смесь оказывает положительное влияние и повышает выход тритикалево-конопляной муки. По сравнению с контрольным образцом зерна тритикале выход тритикалево-конопляной муки при добавлении 10 % конопли

повысился на 5,5 %, что свидетельствует о высокой экономической эффективности разработанной технологии. Установлено, что средневзвешенное содержание жира в потоках тритикалево-конопляной муки в процентном соотношении 96 : 4 с учетом выхода составляет 3,05 %, а содержание белка – 12,86 %; в процентном соотношении 94 : 6 с учетом выхода составляет 3,58 %, содержание белка – 13,16 %; в соотношении 92 : 8 с учетом выхода составляет 4,13 %, содержание белка – 13,63 %; в процентном соотношении 90 : 10 с учетом выхода составляет 4,85 %, содержание белка – 12,67 %. Выявлено, что средневзвешенное содержание жира в тритикалево-конопляных отрубях в разных соотношениях с учетом выхода составляет 3,34 %, содержание белка – 14,44 %. Установлено, что наиболее оптимальным процентным соотношением помольной тритикалево-конопляной помольной смеси является 92 : 8, при котором содержание жира в тритикалево-конопляной муки возрастает на 329 %, содержание белка – на 16,5 % по сравнению с контрольной тритикалевой мукой. На разработанную технологию способа получения тритикалево-конопляной муки получен патент на изобретение 2740215, что свидетельствует не только о научной новизне, но и о практической значимости полученных результатов.

#### Список источников

1. Биохимическая характеристика семян конопли *Canabis sativa* L. из различных регионов России / Т.В. Шеленга [и др.] // *Аграрная Россия*. 2011. № 2. С. 6–10.
2. Григорьев С.В., Григорьев О.В., Гордиенко С.Л. Жирнокислотный состав семян конопли среднерусского экотипа // *Сельскохозяйственная биология*. 2006. № 3. С. 49–52.
3. Жирнокислотный состав масел конопли и хлопчатника и перспективы их использования в пищевой промышленности и функциональном питании / В.С. Попов [и др.] // *Аграрная Россия*. 2019. № 8. С. 9–15.
4. Влияние соотношения помольной смеси зерна пшеницы и семян конопли на химические и физико-химические свойства пшенично-конопляной муки / Р.Х. Кандроков [и др.] // *Изв. вузов. Пищевая технология*. 2021. № 5-6. С. 48–52. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.5-6.9.
5. Зубцов В.А., Ефремов Д.П., Зубцова Е.В. Гидроколлоиды семян льна и конопли в функциональных и специализированных пищевых продуктах // *Актуальная биотехнология*. 2018. № 1 (26). С. 369–373.
6. Лукин А.А., Зимин А.В. Перспективы применения конопляной муки в технологии производства хлеба // *Вестник современных исследований*. 2017. № 9-1 (12). С. 1–4.
7. Технологические свойства обогащенных композитных смесей с применением продуктов переработки семян конопли / Т.С. Савина [и др.] // *Сурский вестник*. 2019. № 4 (8). С. 58–61.
8. Григорьев С.В., Шеленга Т.В., Илларионова К.В. Масла конопли и хлопчатника образцов коллекции ВИР как источник функциональных пищевых ингредиентов // *Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. Т. 180, № 3. С. 38–43.
9. Бубнова А.А. Использование семян посевной конопли в специализированных пищевых продуктах // *Хлебопродукты*. 2019. № 7. С. 48–50. DOI: 10.32462/0235-2508-2020-29-7-48-50.
10. Разработка рецептуры салата повышенной пищевой ценности, обогащенного льняным маслом / И.П. Щетилина [и др.] // *Пищевая технология*. 2021. № 1. С. 29–31. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.1.
11. Technological properties of triticale-hemp flour / R. Kandrov [et al.] // *P2ARM 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 640 (2021) 022035 IOP Publishing*. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022035.
12. Kolpakova V.V., Kovalenok V.A. Relationship of the functional properties of dry wheat gluten with amino acid composition and its quality indicators. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019; 81(1):173–180. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2019-1-173-1801.
13. Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts / S. Frassinetti [et al.] // *Food Chemistry*, 2018, 262, P. 56–66. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.04.078.
14. Wang Q., Jiang J., Xiong Y.L. High pressure homogenization combined with pH shift treat-

- ment: a process to produce physically and oxidatively stable hemp milk. Food Research International, 2018, 106, P. 487–494. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.01.021.
15. Cannflavins from hemp sprouts, a novel cannabinoid-free hemp food product, target microsomal prostaglandin E2 synthase-1 and 5-lipoxygenase / O. Werz [et al.] // Pharma Nutrition, 2014, 2, P. 53–60. DOI: 10.1016/j.phanu.2014.05.001.
  16. Girgih A.T., Udenigwe C.C., Aluko R.E. In vitro antioxidant properties of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein hydrolysate fractions. Journals of the American Oil Chemists Society, 2010, 88, 3, P. 381–389. DOI: 10.1007/s11746-010-1686-7.
- References**
1. Biohimicheskaya karakteristika semyan konopli *Canabis sativa* L. iz razlichnyh regionov Rossii / T.V. Shelenga [i dr.] // Agrarnaya Rossiya. 2011. № 2. S. 6–10.
  2. Grigor'ev S.V., Grigor'ev O.V., Gordienko S.L. Zhirnokislrotnyj sostav semyan konopli srednerusskogo `ekotipa // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2006. № 3. S. 49–52.
  3. Zhirnokislrotnyj sostav masel konopli i hlochatnika i perspektivy ih ispol'zovaniya v pischevoj promyshlennosti i funkcional'nom pitanii / V.S. Popov [i dr.] // Agrarnaya Rossiya. 2019. № 8. S. 9–15.
  4. Vliyanie sootnosheniya pomol'noj smesi zerna pshenicy i semyan konopli na himicheskie i fiziko-himicheskie svojstva pshenichno-konoplyanoj muki / R.H. Kandrov [i dr.] // Izv. vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2021. № 5-6. S. 48–52. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.5-6.9.
  5. Zubcov V.A., Efremov D.P., Zubcova E.V. Gidrokollojdy semyan l'na i konopli v funkcional'nyh i specializirovannyh pischevyh produktah // Aktual'naya biotehnologiya. 2018. № 1 (26). S. 369–373.
  6. Lukin A.A., Zimin A.V. Perspektivy primeneniya konoplyanoj muki v tehnologii proizvodstva hleba // Vestnik sovremennyh issledovanij. 2017. № 9-1 (12). S. 1–4.
  7. Tehnologicheskie svojstva obogaschennyh kompozitnyh smesej s primeneniem produktov pererabotki semyan konopli / T.S. Savina [i dr.] // Surskij vestnik. 2019. № 4 (8). S. 58–61.
  8. Grigor'ev S.V., Shelenga T.V., Illarionova K.V. Masla konopli i hlochatnika obrazcov kolleksii VIR kak istochnik funkcional'nyh pischevyh ingredientov // Tr. po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2019. T. 180, № 3. S. 38–43.
  9. Bubnova A.A. Ispol'zovanie semyan posevnoj konopli v specializirovannyh pischevyh produktah // Hleboprodukty. 2019. № 7. S. 48–50. DOI: 10.32462/0235-2508-2020-29-7-48-50.
  10. Razrabotka receptury salata povyshennoj pischevoj cennosti, obogaschennogo l'nyanym maslom / I.P. Schetilina [i dr.] // Pischevaya tehnologiya. 2021. № 1. S. 29–31. DOI: 10.26297/0579-3009.2021.1.
  11. Technological properties of triticale-hemp flour / R. Kandrov [et al.] // P2ARM 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 640 (2021) 022035 IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022035.
  12. Kolpakova V.V., Kovalenok V.A. Relationship of the functional properties of dry wheat gluten with amino acid composition and its quality indicators. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019; 81(1):173-180. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2019-1-173-1801.
  13. Nutraceutical potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds and sprouts / S. Frassinetti [et al.] // Food Chemistry, 2018, 262, P. 56–66. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.04.078.
  14. Wang Q., Jiang J., Xiong Y.L. High pressure homogenization combined with pH shift treatment: a process to produce physically and oxidatively stable hemp milk. Food Research International, 2018, 106, P. 487–494. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.01.021.
  15. Cannflavins from hemp sprouts, a novel cannabinoid-free hemp food product, target microsomal prostaglandin E2 synthase-1 and 5-lipoxygenase / O. Werz [et al.] // Pharma Nutrition, 2014, 2, P. 53-60. DOI: 10.1016/j.phanu.2014.05.001.
  16. Girgih A.T., Udenigwe C.C., Aluko R.E. In vitro antioxidant properties of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein hydrolysate fractions. Journals of the American Oil Chemists Society, 2010, 88, 3, P. 381-389. DOI: 10.1007/s11746-010-1686-7.

Статья принята к публикации 24.11.2023 / The article accepted for publication 24.11.2023.

Информация об авторах:

**Роман Хажсетович Кандраков**<sup>1</sup>, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, кандидат технических наук

**Валентин Александрович Кирюшин**<sup>2</sup>, аспирант кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий

**Ирина Урузмаговна Кусова**<sup>3</sup>, заведующий кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

**Roman Khazhsetovich Kandrakov**<sup>1</sup>, Associate Professor at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies, Candidate of Technical Sciences

**Valentin Aleksandrovich Kiryushin**<sup>2</sup>, Postgraduate student at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies

**Irina Uruzmagovna Kusova**<sup>3</sup>, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Candidate of Technical Sciences, Docent

