




Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства  
УДК 664.788 / 664.668.9

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005

 EDN: SLELWC

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

Роман Хажсетович Кандроков<sup>1</sup>, Маргарита Эдуардовна Маар<sup>2</sup>,  
Сергей Николаевич Ахтанин<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия

<sup>1</sup> nart132007@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2003-2918

<sup>2</sup> maar.2000@mail.ru

<sup>3</sup> ahtanin.serega@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты исследований процесса формирования потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности. Тритикале – новый вид хлебных злаков, обладающий высокими питательными свойствами. Химический состав и биохимические свойства зерна тритикале типичные для злаковых культур. В нём высокое содержание углеводов и белка, варьирующееся в широком диапазоне в зависимости от условий произрастания. Содержание белка в зерне тритикале превышает в среднем на 2 % содержание белка в пшенице и на 4 % содержание белка во ржи и находится на уровне 12 %. По фракционному составу белки тритикале в основном занимают промежуточное положение между белками зерна ржи и пшеницы. По содержанию белка оно превосходит не только зерно ржи, но и зерно мягкой пшеницы. В исследованиях, проведенных на кафедре «Зерно, хлебопекарные и кондитерские технологии» ФГБОУ ВО «МГУПП», были использованы образцы зерна тритикале сортов «Донслав», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Трибун» и «Вокализ» как одних из перспективных и мало изученных сортов. Установлено наличие 2 или 3 этапов формирования тритикалевой муки, что достаточно четко видно из графиков кумулятивных кривых. Кроме того, статистический анализ показал достоверность представления кумулятивной кривой в виде двух или трех линейных этапов, которая составила от 92 % до 98 %. На основе анализа кумулятивных кривых зольности установлено, что сорта зерна тритикале «Донслав», «Топаз» и «Трибун» обладают отличными мукомольными свойствами, сорт тритикале «Сколот» обладает хорошими мукомольными свойствами, а сорта зерна тритикале «Корнет» и «Вокализ» обладают удовлетворительными мукомольными свойствами.

**Ключевые слова:** тритикале, помол, мука, выход, зольность, белизна, кумулятивные кривые зольности.

**Для цитирования:** Кандроков Р.Х., Маар М.Э., Ахтанин С.Н. Формирование потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 39–47. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005. EDN: <https://elibrary.ru/SLELWC>.

Original article

## FORMATION OF FLOWS OF VARIETAL BAKING TRITICALE FLOUR, TAKING INTO ACCOUNT CUMULATIVE ASH CONTENT CURVES

Roman Kh. Kandrov <sup>1</sup>, Margarita E. Maar <sup>2</sup>, Sergey N. Akhtanin <sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

<sup>1</sup> nart132007@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2003-2918

<sup>2</sup> maar.2000@mail.ru

<sup>3</sup> ahtanin.serega@yandex.ru

**Abstract.** *The results of studies of the process of formation of flows of varietal baking triticale flour are presented, taking into account the cumulative ash content curves. Triticale is a new type of cereal with high nutritional properties. The chemical composition and biochemical properties of triticale grains are typical for cereals. It has a high content of carbohydrates and protein, varying over a wide range depending on growing conditions. The protein content in triticale grain exceeds, on average, 2% protein content in wheat and 4% protein content in rye and is at the level of 12%. According to the fractional composition, triticale proteins mainly occupy an intermediate position between the proteins of rye and wheat grains. In terms of protein content, it surpasses not only rye grain, but also soft wheat grain. In the studies conducted at the Department of Grains, Baking and Confectionery Technologies of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MGUPP", samples of triticale grains of the Donslav, Skolot, Topaz, Zymogor, Tribun and Vokaliz varieties were used as one of the promising and little studied varieties. The presence of 2 or 3 stages of the formation of triticale flour was established, which is quite clearly seen from the graphs of cumulative curves. In addition, statistical analysis showed the reliability of the presentation of the cumulative curve in the form of two or three linear stages, which ranged from 92% to 98%. Based on the analysis of cumulative ash curves, it was found that the varieties of triticale grains "Donslav", "Topaz" and "Tribun" have excellent flour-grinding properties, the varieties of triticale "Skolot" have good flour-grinding properties, and the varieties of triticale grains "Kornet" and "Vokaliz" have satisfactory flour-grinding properties.*

**Keywords:** *triticale, grinding, flour, yield, ash content, whiteness, cumulative ash content curves*

**For citation:** Kandrov R. Kh., Maar M. E. & Akhtanin S. N. (2022). Formation of flows of varietal baking triticale flour, taking into account cumulative ash content curves. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 39-47. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005. EDN: <https://elibrary.ru/SLELWC>.

### ВВЕДЕНИЕ

Тритикале – новый вид хлебных злаков, обладающий высокими питательными свойствами. По содержанию белка оно превосходит не только зерно ржи, но и зерно мягкой пшеницы. Биологические особенности зерна тритикале препятствуют развитию в нём споробразующих бактерий, вызывающих картофельную болезнь хлеба. Установлено отсутствие споробразующих бактерий, являющихся возбудителями микробиологической порчи хлеба, что связано с биологическими особенностями зерна тритикале, в котором присутствует геном ржи, отличающийся устойчивостью к патогенным видам микрофлоры [1-3].

Перспективность расширения посевов зерна тритикале обусловлена его неприхотливостью в условиях нарастающей в послед-

нее время неустойчивости климатических условий: на фоне потепления климата апрельские морозы и майские заморозки до минус 10–11 °С в продолжение декады, отсутствие осадков в течение 70–90 дней. Химический состав и биохимические свойства зерна тритикале типичные для злаковых культур. В нём высокое содержание углеводов и белка, варьирующееся в широком диапазоне в зависимости от условий произрастания. Содержание белка в зерне тритикале превышает в среднем на 2 % содержание белка в пшенице и на 4 % содержание белка во ржи и находится на уровне 12 %. По фракционному составу белки тритикале в основном занимают промежуточное положение между белками зерна ржи и пшеницы. Белковый комплекс тритикале содержит 25 % альбуминов, 16% глобулинов, 19 % проламинов, 28 % глютелинов, нерастворимый остаток 11,5 % [4-8].

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

Биохимический состав тритикале характеризуется высоким содержанием углеводов (68,8 %) и белков (12,8 %), в нём содержится около 3,1 % клетчатки, 2,0 % золы и 1,5 % жиров. Эндосперм зерна тритикале содержит 27–28 % водорастворимых белков, 7–8 % солерастворимых, 25–26 % спирторастворимых; содержание незаменимых аминокислот, таких как лизин, валин, лейцин и др., выше, чем в пшенице, а важная незаменимая аминокислота лизин количественно значительно превосходит пшеницу и приближается к кукурузе. Три четверти веса зерна тритикале приходится на крахмал при низком содержании в нём амилозы (23,7 %), в отличие от крахмала пшеницы и ржи [9-14].

Данные таблицы 1 характеризуют относительное содержание незаменимых аминокислот, выраженное в процентах, к яичному белку, аминокислотный состав которого принят за 100, в соответствии с нормативами Международной организации по сельскому хозяйству и питанию ООН. Крахмал зерна тритикале идентичен крахмалу пшеницы и ржи, но в эндосперме зерновки тритикале откладывается преимущественно крупнозернистый крахмал, недостаток мелкозернистого крахмала в некоторых случаях провоцирует образование морщин на поверхности зерновки [16-22].

Таблица 1 – Аминокислотный состав зерна тритикале и зерна пшеницы (в % к яичному белку, по Б.М. Максимчуку)

Table 1 – Amino acid composition of triticale grains and wheat grains (in % to egg white, according to B.M. Maksimchuk)

Аминокислота	Тритикале	Пшеница
Лизин	47	35
Триптофан	74	86
Треонин	62	55
Валин	66	71
Метионин	49	53
Изолейцин	59	63
Лейцин	79	74
Фенилаланин	86	83

Как видно из таблицы 1, по содержанию таких незаменимых аминокислот, как лизин, треонин, лейцин и фенилаланин, зерно тритикале превосходит зерно пшеницы.

Целью проведенных исследований является формирование потоков тритикалевой муки при сортовом хлебопекарном помоле новых сортов зерна тритикале с учетом кумулятивных кривых зольности.

### МЕТОДЫ

В исследованиях, проведенных на кафедре «Зерно, хлебопекарные и кондитерские технологии» ФГБОУ ВО «МГУПП», были использованы образцы зерна тритикале сортов «Донслав», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Трибун» и «Вокализ» как одних из перспективных и мало изученных сортов. Перед помолом проводили гидротермическую обработку (ГТО) исходного зерна тритикале с увлажнением до 15-16 % и отволаживанием в течение 12 часов [15]. В качестве ГТО применяли холодное кондиционирование, как

наиболее распространенный метод и наиболее дешевый.

Разработанная развитая технологическая схема помола зерна тритикале состояла из 4 драных, 2 шлифовочных, 3 ситовеечных и 5-6 размольных систем и вымольной системы [15]. Измельчение проводили на размоло-сортирующем аппарате РСА-5 с рифлеными вальцами с набором сит различной крупности, в т. ч. и для высеивания тритикалевой муки. Просеивание измельченного продукта проводили на лабораторном рассеве. Обогащение промежуточных продуктов размолы зерна тритикале осуществляли на лабораторной ситовеечной машине. Параметры и режимы измельчения соответствовали рекомендованным «Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» для сортовых помолов пшеницы по развитой технологической схеме.

Влажность потоков тритикалевой муки определяли стандартным воздушно-тепловым методом высушивания в сушиль-

ном шкафу (ГОСТ 9408-88), белизну – методом фотоэлектронного измерения отражательной способности поверхности тритикалевой муки, зольность – сжиганием в муфельной печи образцов тритикалевой муки и отрубей до постоянного несгораемого остатка. Анализы показателей качества потоков тритикалевой муки и отрубей проводили в двух повторностях с представлением среднearифметических результатов. Расхождения между двумя параллельными определениями не превышали 2 %.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе исследований провели лабораторные помолы исследуемых сортов зерна тритикале с выделением отдельных

потоков со всех технологических систем, в т. ч. от одиннадцати до тринадцати потоков тритикалевой муки и двух потоков тритикалевых отрубей.

На втором этапе исследований построили кумулятивные кривые зольности потоков тритикалевой муки для определения формирования потоков и сортов хлебопекарной сортовой тритикалевой муки. В результате проведенных исследований установлено наличие 2 или 3 этапов формирования тритикалевой муки, что достаточно четко видно из графиков кумулятивных кривых (рис. 1-6). Кроме того, статистический анализ показал достоверность представления кумулятивной кривой в виде двух- или трехлинейных этапов, которая составила от 92 % до 98 %.

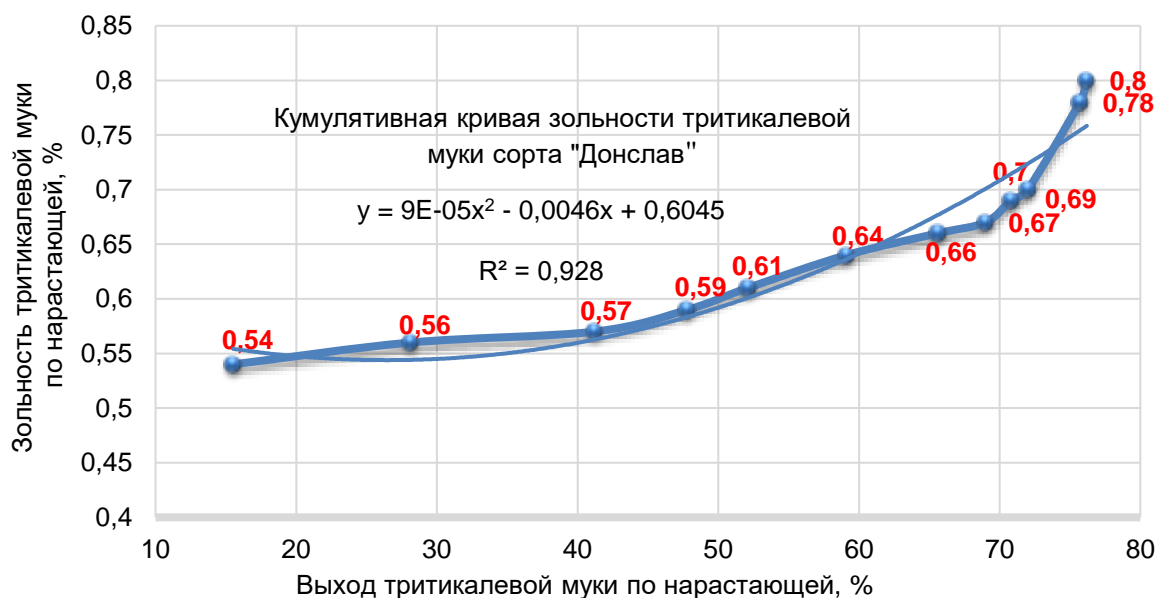


Рисунок 1 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Донслав»

Figure 1 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the "Donslav" variety

Как видно из рисунка 1, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта Донслав состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 52 %, что свидетельствует об отличных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

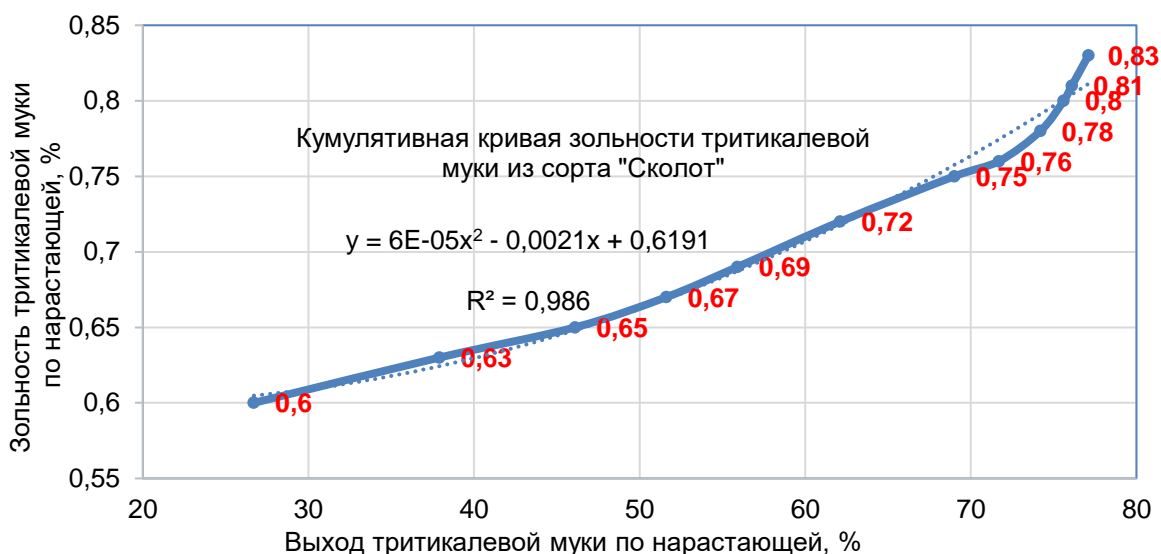


Рисунок 2 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Сколот»

Figure 2 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the "Skolot" variety

Как видно из рисунка 2, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Сколот» состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 26 %, что свидетельствует о хороших мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

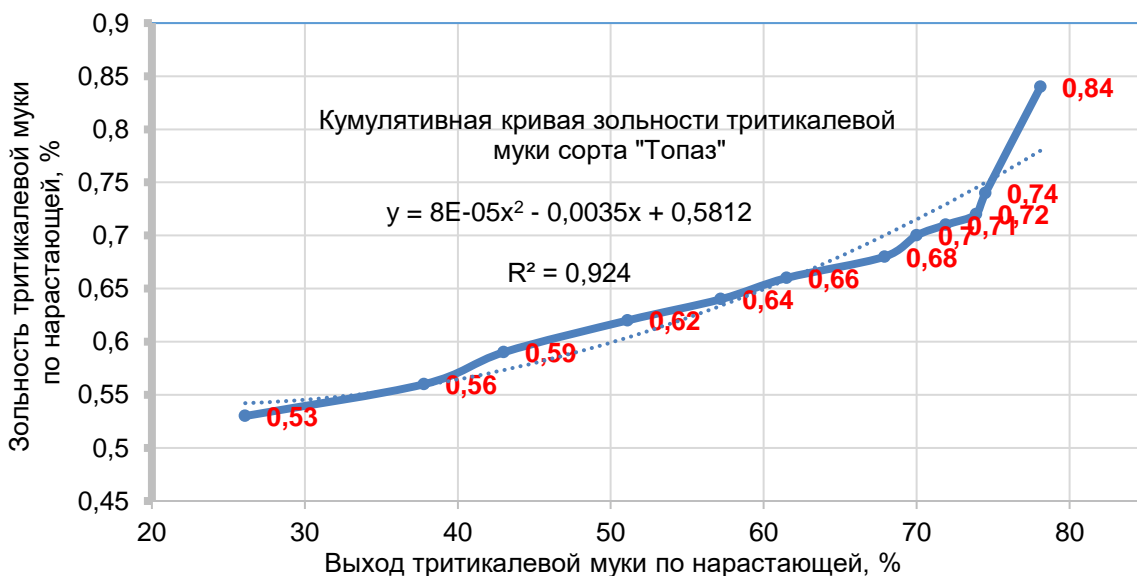


Рисунок 3 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта Топаз

Figure 3 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the Topaz variety

Как видно из рисунка 3, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Топаз» состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 46 %, что свидетельствует об отличных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

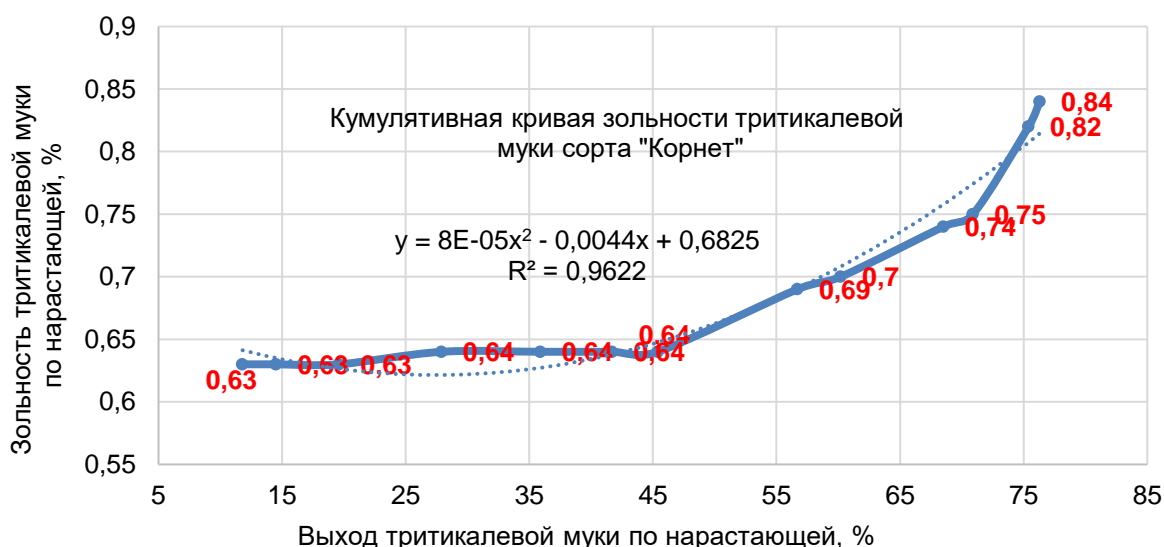


Рисунок 4 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Корнет»

Figure 4 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the Kornet variety

Как видно из рисунка 4, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Корнет» состоит из 3 явно выраженных линейных этапов формирования потоков тритикалевой муки. Из представленного сорта зер-

на не удалось получить ни одного процента тритикалевой муки сорта Т-60, что свидетельствует об удовлетворительных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

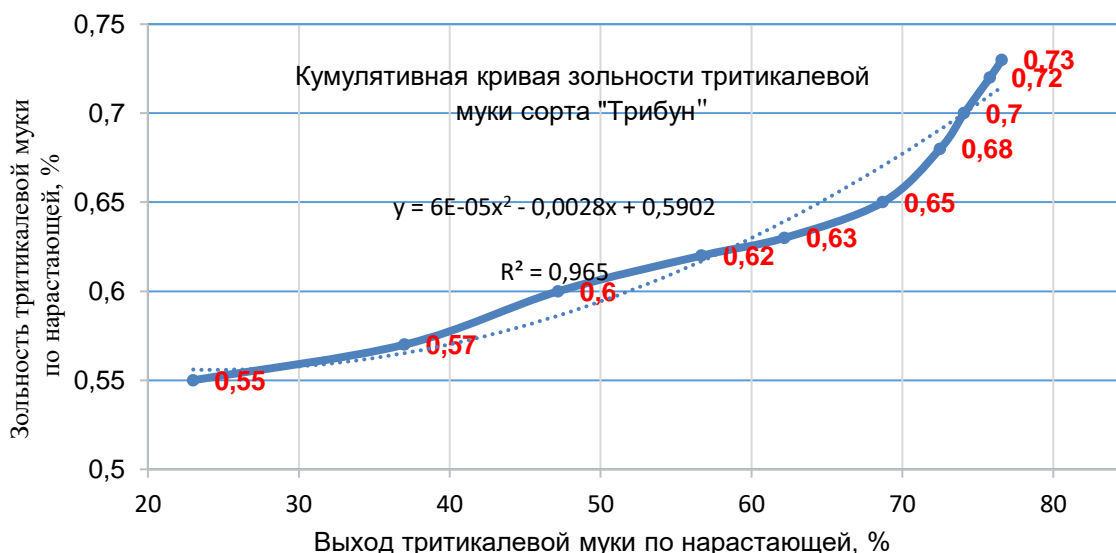


Рисунок 5 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Трибун»

Figure 5 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the "Tribun" variety

Как видно из рисунка 5, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Трибун» состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 52 %, что свидетельствует об отличных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

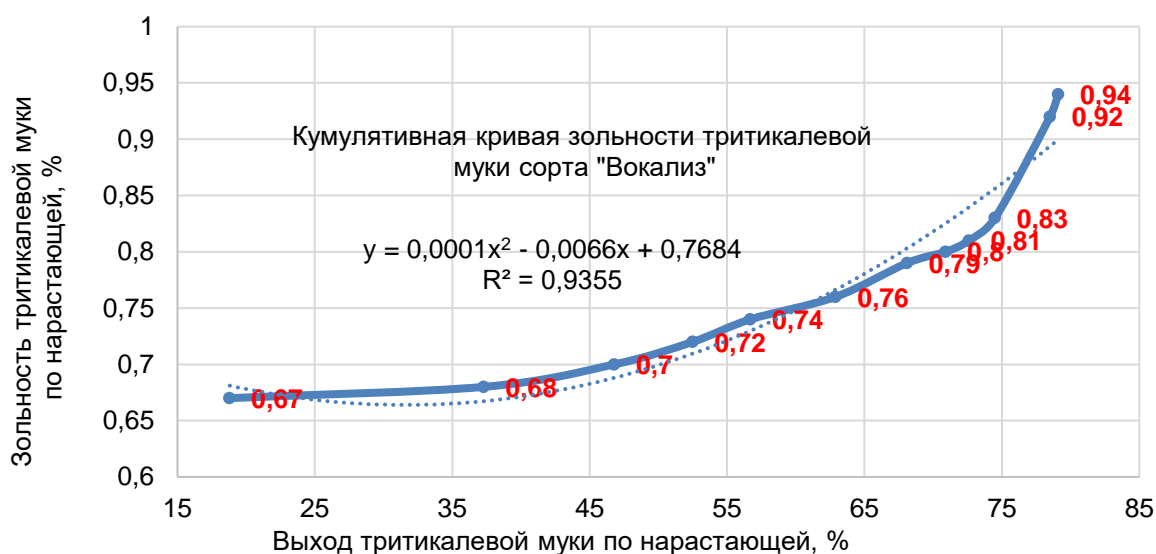


Рисунок 6 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Вокализ»

Figure 6 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the «Vocaliz» variety

Как видно из рисунка 6, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Вокализ» состоит из 3 явно выраженных линейных этапов формирования потоков тритикалевой муки. Первый этап представляет собой потоки тритикалевой муки с выходом 57-58 % с зольностью 0,74 %, второй этап представляет собой потоки тритикалевой муки с выходом 18-19 % и зольностью 0,80 % и третий, заключительный, этап – это потоки тритикалевой муки с выходом 8-9 % и зольностью 0,94 %. Из исследуемого сорта зерна тритикале не удалось получить ни одного процента тритикалевой муки сорта Т-60, что свидетельствует об удовлетворительных мукомольных свойствах сорта зерна тритикале «Вокализ».

### ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, построенные кумулятивные кривые зольности тритикалевой муки из образцов зерна тритикале сортов «Донслав», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Трибун» и «Вокализ» показывают наличие 2 или 3 этапов формирования потоков и сортов. Этап 1 (поток А) включает в себя извлечение центральной части эндосперма с выходом муки около 40-45 % и зольностью 0,63-0,65 % и представляет собой потоки тритикалевой муки с 1-й, 2-й и 3-й размольных систем и потоки 1-й и 2-й шлифовочных систем. Второй этап (поток Б) состоит из 5-7 технологических систем и характеризовался выходом 25-26 % и зольностью 0,91-0,95 %. И третий, заключительный, этап (поток В) представляет собой вымол оболочек с выходом муки 5-7% и зольностью 2,05-2,10 % с включением 6-й

размольной системы и вымольной системы. После получения всех потоков муки и определения ее качества, мука каждого из этапов смешивалась с целью получения отдельных сортов (типов) муки. Таким образом, были сформированы 5 сортов муки, при этом тритикалевая мука Т-60 представляет собой поток А, тритикалевая мука Т-70 состоит из смеси потоков А+Б, тритикалевая мука Т-80 представляет собой смесь потоков А+Б+В, тритикалевая мука Т-120 – смесь потоков Б+В, тритикалевая мука Т-200 представляет собой поток В.

### ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований установлено, как происходит формирование потоков тритикалевой муки при сортовом хлебопекарном помоле с учетом кумулятивных кривых зольности.

Установлено наличие 2 или 3 этапов формирования тритикалевой муки, что достаточно четко видно из графиков кумулятивных кривых. Кроме того, статистический анализ показал достоверность представления кумулятивной кривой в виде двух или трех линейных этапов, которая составила от 92 % до 98 %.

На основе анализа кумулятивных кривых зольности установлено, что сорта зерна тритикале «Донслав», «Топаз» и «Трибун» обладают отличными мукомольными свойствами, сорт зерна тритикале «Сколот» обладает хорошими мукомольными свойствами, а сорта «Корнет» и «Вокализ» обладают удовлетворительными мукомольными свойствами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биохимическая характеристика новых сортов тритикалевой муки / И.С. Витол [и др.]. // Хлебопродукты. 2016. № 2. С. 42-43.
2. Витол И.С. Мелешкина Е.П., Кандроков Р.Х. Продукты переработки зерна тритикале как объект для ферментативной модификации // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. № 9. С.14-16.
3. Bona L., Acs E., Lantos C., Purnhauser L., Lango B., Tomoskozi S. (2013) Human utilization of triticale: technological and features, milling and baking experiments. In: Abstracts 8th international triticale symposium. Ghent. Belgium: 46.
4. Использование тритикалевой муки в хлебопечении / Асеева Т.А. [и др.]. // Достижения науки и техники АПК. 2018. 32 (5). С. 81-88. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10521.
5. Badea A., Eudes F., Salmon D., Tuvesson S., Vrolijk A., Larsson C. T., Caig V., Huttner E., Kilian A., Laroche A. 2011. Development and assessment of DArT markers in triticale. *Theor Appl Genet.* 122:1547–1560.
6. Fischer S., Möhring J., Maurer H. P., Piepho H. P., Thiemt E. M., Schön C. C., Melchinger A. E., Reif J. C. (2009) Impact of genetic divergence on the ratio of variance due to specific vs. general combining ability in winter triticale. *Crop Sci.* 49(6):2119–2122.
7. Kalnina S., Rakcejeva T., Kunkulberga D., Galoburda R. Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. *Agronomy Research.* 2015. 13 (4). pp. 948-955.
8. Кандроков, Р.Х., Панкратов Г.Н. Технология переработки зерна тритикале в крупу типа «манная» // Хлебопродукты. 2017. № 1. С. 52-53.
9. Мукомольные свойства новых сортов тритикале / Р.Х. Кандроков [и др.]. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. С. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfr.2021.145>.
10. Alheit K. V., Mauer H. P., Reif J. C., Tucker M. R., Hahn V., Weissmann E. A., Würschum T. 2012. Genome-wide evaluation of genetic diversity and linkage disequilibrium in winter and spring triticale (×Triticosecale Wittmack). *BMC Genomics* 13:235.
11. Летяго Ю.В., Белкина Р. Разработка рецептур хлеба с добавлением ячменной муки и тритикале. *Вестник КрасГАУ.* 12(153). 2019. С. 176-182. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-176-182.
12. Максимчук Б.М., Колкунова Г.К., Мосолова Н.М. «Исследование тритикале для переработки в хлебопекарную муку» // Мукомольно-элеваторная промышленность. 1980. № 5. С. 31-35.
13. Панкратов Г.Н., Мелешкина Е.П., Кандроков Р.Х. Технологические свойства новых сортов тритикалевой муки // Хлебопродукты. 2016. № 1. С. 60-62.
14. Кандроков Р.Х., Стариченков А.А., Штейнберг Т.С. Влияние ГТО на выход и качество тритикалевой муки // Хлебопродукты. 2015. № 1. С. 64-66.
15. Панкратов, Г.Н., Кандроков Р.Х. Исследование процесса обогащения крупок при сортовом помоле зерна тритикале // Пищевая промышленность. 2017. № 7. С. 30-33.
16. Тритикале (технологии переработки) / Е.П. Мелешкина [и др.]. / Монография / под ред. Е.П. Мелешкиной. М.: Изд-во ФЛИНТА. 2018. 188 с. ISBN 978-5-9765-3813-9.
17. Панкратов Г.Н., Кандроков Р.Х., Щербакова Е.В. Процесс измельчения зерна тритикале // Хлебопродукты. 2016. № 10. С. 59-61.
18. Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб / Д.Г. Тulyakov [и др.]. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 1. С. 20-23.
19. Dhaliwal S.S., Ram H., Mavi G.S., Shukla A.K. Zinc biofortification of bread wheat, triticale, and durum wheat cultivars by foliar zinc fertilization. *Journal of Plant Nutrition.* 2019. 42 (8). pp. 813-822. DOI: 10.1080/01904167.2019.1584218.
20. Góral H. (2013) Male fertility of winter triticale depending on the cytoplasm and male parent. (In polish, english abstract). *Bulletin Plant Breed Acclimat Inst.* 269:15–20.
21. Kandrokov R.H., Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., and Tulyakov D.G. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials.* 2019. vol. 7, no. 1. pp. 107-117. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.
22. Meleshkina E.P., Pankratov G. N., Vitol I. S., Kandrokov R. H., and Tulyakov D. G. Innovative trends in the development of advanced Triticale grain processing technology. «Foods and Raw materials», 2017, vol. 5, no. 2, pp. 70–82.

## Информация об авторах

*Р. Х. Кандроков – кандидат технических наук, доцент кафедры зерна хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».*

*М. Э. Маар – магистрат кафедры зерна хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».*

*С. Н. Ахтанин – студент кафедры зерна хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».*

## REFERENCES

1. Vitol, I.S. Meleshkina, E.P., Kandrokov, R.Kh., Verezhnikova, I.A. & Karpilenko, G.P. (2016). Biochemical characteristics of new varieties of triticale flour. *Khleboprodukty.* (2). 42-43. (In Russ.).
2. Vitol, I.S., Meleshkina, E.P. & Kandrokov, R.Kh. (2016). Triticale grain processing products as an object for enzymatic modification. (9). 14-16. (In Russ.).



## ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

3. Bona, L., Acs, E., Lantos, C., Purnhauser, L., Lango, B. & Tomoskozi, S. (2013) Human utilization of triticale: technological and features, milling and baking experiments. In: Abstracts 8th international triticale symposium. Ghent, Belgium: 46.
4. Aseeva, T.A., Zenkina, K.V., Ruban, Z.S. & Lomakina, I.V. (2018). The use of triticale flour in baking. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 32 (5). 81-88. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10521. (In Russ.).
5. Badea A., Eudes F., Salmon D., Tuvesson S., Vrolijk A., Larsson C. T., Caig V., Huttner E., Kilian A., Laroche A. 2011. Development and assessment of DArT markers in triticale. Theor Appl Genet. 122:1547-1560.
6. Fischer S., Möhring J., Maurer H. P., Piepho H. P., Thiemt E. M., Schön C. C., Melchinger A. E., Reif J. C. (2009) Impact of genetic divergence on the ratio of variance due to specific vs. general combining ability in winter triticale. crop sci. 49(6):2119–2122.
7. Kalnina S., Rakcejeva T., Kunkulberga D., Galoburda R. Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. Agronomy Research. 2015. 13(4). pp. 948-955.
8. Kandrov, R.Kh., Pankratov G.N. Technology for processing triticale grain into semolina-type groats // Khleboпродукты. 2017. No. 1. S. 52-53.
9. Kandrov R.Kh., Pankratov G.N., Konorev P.M., Ryndin A.A. Flour-grinding properties of new varieties of triticale. Storage and processing of agricultural raw materials. 2021. S. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.145>.
10. Alheit K. V., Mauer H. P., Reif J. C., Tucker M. R., Hahn V., Weissmann E. A., Würschum T. 2012. Genome-wide evaluation of genetic diversity and linkage disequilibrium in winter and spring triticale (*×* Triticosecale Wittmack). BMC Genomics 13:235.
11. Letyago Yu.V., Belkina R. Development of bread recipes with the addition of barley flour and triticale. Bulletin of KrasGAU. 12(153). 2019. S. 176-182. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-176-182.
12. Maksimchuk B.M., Kolkunova G.K., Mosolova N.M. "Research of triticale for processing into baking flour" // Flour-grinding industry. 1980. No. 5. S. 31-35.
13. Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Kandrov R.Kh. Technological properties of new varieties of triticale flour // Khleboпродукты. 2016. No. 1. S. 60-62.
14. Kandrov R.Kh., Starichenkov A.A., Steinberg T.S. Influence of TRP on the yield and quality of triticale flour // Khleboпродукты. 2015. No. 1. S. 64-66.
15. Pankratov, G.N., Kandrov R.Kh. Investigation of the enrichment process of grains during varietal grinding of triticale grain // Food industry. 2017. No. 7. S. 30-33.
16. E. P. Meleshkina, G. N. Pankratov, I. A. Pankrat'eva, L. V. Chirkova, R. Kh. Kandrov, I. S. Vitol, N. A. Igoryanova, and O. V. Polituha, Tulyakov D.G. Triticale (processing technologies). Monograph / ed. E.P. Meleshkina. Moscow: FLINT Publishing House. 2018. 188 p. ISBN 978-5-9765-3813-9.
17. Pankratov G.N., Kandrov R.Kh., Shcherbakova E.V. The process of triticale grain grinding // Khleboпродукты. 2016. No. 10. S. 59-61.
18. Tulyakov D.G., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Pankratov G.N., Kandrov R.Kh. Evaluation of the properties of flour from triticale grain using the Mixolab system // Storage and processing of agricultural raw materials. 2017. No. 1. S. 20-23.
19. Dhaliwal S.S., Ram H., Mavi G.S., Shukla A.K. Zinc biofortification of bread wheat, triticale, and durum wheat cultivars by foliar zinc fertilization. Journal of Plant Nutrition. 2019. 42(8). pp. 813-822. DOI: 10.1080/01904167.2019.1584218.
20. Góral H. (2013) Male fertility of winter triticale depending on the cytoplasm and male parent. (In polish, english abstract). Bulletin Plant Breed Acclimat Inst. 269:15–20.
21. Kandrov R.H., Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., and Tulyakov D.G. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials*. 2019. vol. 7, no. 1. pp. 107-117. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.
22. Meleshkina E.P., Pankratov G. N., Vitol I. S., Kandrov R. H., and Tulyakov D. G. Innovative trends in the development of advanced Triticale grain processing technology. «Foods and Raw materials». 2017. vol. 5. no. 2. pp. 70–82.

### Information about the authors

*R. H. Kandrov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Baking and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production.*

*M. E. Maar, Magistrate of the Department of Grain, Bakery and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production.*

*S. N. Akhtanin, student of the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.*

*The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.*