

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СОХРАНЯЕМОСТЬ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

I.V. Sobol

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PROCESSING ON THE PERSISTENCE OF PECTIN SUBSTANCES OF VEGETABLE RAW MATERIALS

Соболев И.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар. E-mail: iv-sobol@mail.ru

Sobol I.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technologies of Storage and Processing of Crop Production, Kuban State Agricultural University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. E-mail: iv-sobol@mail.ru

Цель исследования – изучение эффективности применения технологической обработки на сохраняемость пектиновых веществ растительного сырья. Задачи исследования: определение содержания пектиновых веществ в свежесобраных корзинках-соцветиях подсолнечника после обмолота и в течение хранения; определение активности пектолитических ферментов в свежем сырье и в течение хранения; изучение влияния технологической обработки на активность пектолитических ферментов и выход пектиновых веществ в процессе хранения. Объектами исследования служили пять сортов подсолнечника, районированных и наиболее распространенных на территории Краснодарского края: Флагман, Юбилейный, Передовик, Кондитерский, Лидер. Для определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье использовали кальций-пектатный метод, активность пектинэстеразы определяли с помощью потенциометрического метода, для определения активности полигалактуроназы использовали титриметрический метод, выход пектиновых веществ определяли спиртоосаждением. В корзинках-соцветиях подсолнечника сразу после уборки и обмолота и далее после 12 и 24 месяцев хранения определяли массовую долю пектиновых веществ. Хранение осуществляли при 15–20 °С, влажности воздуха 70 %, в темном, сухом помещении. Проведенные исследования показали следующее: свежесобраные корзинки-соцветия подсолнечника необходимо подвергать обработке при температуре 100 °С в течение 2 ч; хранение корзинок-соцветий подсолнечника целесообразно осуществлять в закрытых хранилищах при относительной влажности воздуха не более 70 %. Повышение относительной влажности воздуха нежелательно, так как это способствует увлажнению корзинок-соцветий подсолнечника и развитию плесеней и других микроорганизмов, что резко снижает каче-

ство пектинсодержащего сырья; хранение корзинок-соцветий подсолнечника, подвергнутых термической обработке, возможно в течение 12–24 месяцев в соответствующих условиях без изменения массовой доли пектиновых веществ.

Ключевые слова: растительное сырье, корзинки-соцветия подсолнечника, пектиновые вещества, пектолитические ферменты, технологическая обработка.

The research objective was studying the efficiency of application of technological processing on keeping of pectinaceous substances of vegetable raw materials. The research problems were the definition of the content of pectinaceous substances in freshly harvested baskets inflorescences of sunflower after the thresh and during storage; the determination of activity of pectinolytic enzymes in fresh raw materials and during storage; studying the influence of technological processing on the activity of pectinolytic enzymes and an exit of pectinaceous substances in the course of storage. As objects of research five varieties of sunflower zoned and most extended to the territories of Krasnodar Region served: Leader, Anniversary, Leader, Confectionery, Leader. For the definition of mass fraction of pectin substances in vegetable raw materials calcium-pectat method was used, the activity of pectinesterase by electrometric method was defined, for the determination of activity of a poligalacturonase a titrimetric method was used, an exit of pectinaceous substances by alcohol precipitation was determined. In sunflower hearts right after cleaning and the thresh and further after 12 and 24 months of storage defined mass fraction of pectinaceous substances. Storage was carried out at 15–20 °C, the humidity of air of 70 %, in the dark, dry room. Conducted researches showed the following: freshly harvested sunflower hearts need to be subjected to processing at the temperature of 100 °C during 2 h; the storage of sunflower hearts is expedient to carry out

in closed storages at relative humidity of air no more than 70 %. The increase of relative humidity of air is undesirable as it promotes the moistening of sunflower hearts and mold and other microorganisms development that sharply reduces quality of pectin containing raw materials; storage of the development subjected to heat treatment is possible within 12–24 months in due conditions without change of mass fraction of pectin substances.

Keywords: *plant-based materials, sunflower hearts, pectin substances, pectinolytic enzymes, processing procedure*

Введение. В растительном сырье после переработки остается значительное количество ценных биологически активных веществ, которые можно извлечь путем вторичной переработки. Сохраняемость этих веществ напрямую зависит от условий хранения сырья. В растительном сырье активно протекают биологические процессы окисления и расщепления различных веществ. Эти процессы интенсифицируются под действием температуры и повышенной влажности сырья.

Пектиновые вещества относятся к группе пищевых волокон и являются ценными функциональными ингредиентами, присутствие которых в пищевых продуктах способствует улучшению состояния здоровья. Пектиновые вещества снижают уровень холестерина в крови, выводят из организма тяжелые металлы, радионуклиды, снижают токсичность антибиотиков, пролонгируют действие лекарственных препаратов [1–3].

Пектиновые вещества используются в напитках, хлебобулочных и кондитерских изделиях, молочных и мясных продуктах. Важным фактором использования пектиновых веществ является их натуральность и полная безвредность для организма.

Ценным сырьем для производства пектина являются яблочные выжимки, корзинки-соцветия подсолнечника, цитрусовые выжимки и свекловичный жом.

Корзинки-соцветия подсолнечника как пектино-содержащее сырье могут использоваться сразу после обмолота или в течение хранения. В сухих, хорошо проветриваемых помещениях, они могут храниться без изменения органолептических показателей несколько месяцев.

Однако в состав корзинок-соцветий подсолнечника входят разнообразные вещества, которые проявляют достаточно высокую активность в процессе хранения, за счет чего содержание пектиновых веществ в течение всего срока хранения может достаточно сильно изменяться [4].

С целью изучения кинетики изменения содержания пектиновых веществ в процессе хранения подсолнеч-

ного сырья, проведены исследования по изучению активности пектолитических ферментов [5, 2, 6].

Согласно литературным данным, корзинки-соцветия подсолнечника содержат разнообразные ферменты, в том числе и пектолитические, под влиянием которых пектиновые вещества претерпевают различные превращения [7, 5, 8]. К таким пектолитическим ферментам относятся полигалактуроназа (ПГ) и пектинэстераза (ПЭ). Полигалактуроназа катализирует расщепление фрагментов полигалактуроновой кислоты. Расщеплению при этом подвергаются внутренние полимерные связи. При этом наиболее активно расщепление происходит для низкоэтерифицированных пектинов (свекловичного, подсолнечного и др.).

Пектинэстераза катализирует отщепление метильных групп от полиметилгалактуроновой кислоты. Пектинэстераза деэтерифицирует пектины на 60–70 % [7].

Следовательно, срок хранения растительного сырья и массовая доля пектиновых веществ в сырье находятся в прямой зависимости от активности перечисленных ферментов.

Цель исследования: изучение эффективности применения технологической обработки на сохраняемость пектиновых веществ растительного сырья.

Задачи исследования:

- изучить содержание пектиновых веществ в свежесобраных корзинках-соцветиях подсолнечника после обмолота и в течение хранения;
- определить активность пектолитических ферментов в свежем сырье и в течение хранения;
- изучить влияние технологической обработки на активность пектолитических ферментов и выход пектиновых веществ в процессе хранения.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили пять сортов подсолнечника, районированных и наиболее распространенных на территории Краснодарского края: Флагман, Юбилейный, Передовик, Кондитерский, Лидер.

Для определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье использовали кальций-пектатный метод [6], активность пектинэстеразы определяли с помощью потенциометрического метода [5], для определения активности полигалактуроназы использовали титриметрический метод [5], выход пектиновых веществ определяли спиртоосаждением [6].

Результаты исследования и их обсуждение.

В корзинках-соцветиях подсолнечника сразу после уборки и обмолота и далее после 12 и 24 месяцев хранения определяли массовую долю пектиновых веществ. Хранение осуществляли при 15–20 °С, влажности воздуха 70 %, в темном, сухом помещении. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

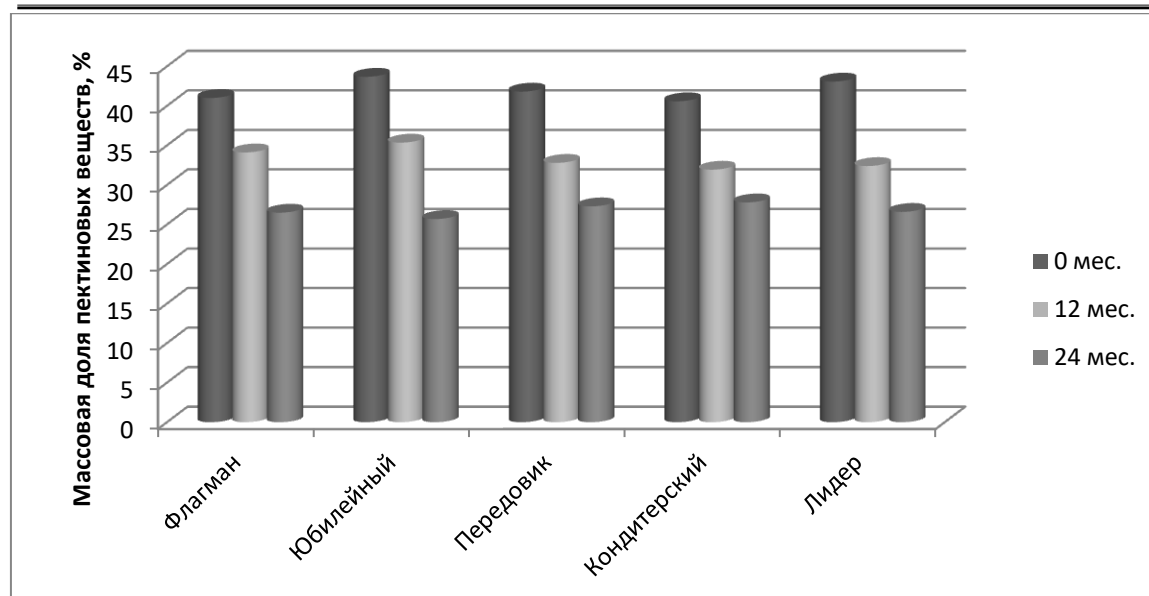


Рис. 1. Изменение массовой доли пектиновых веществ в течение хранения

Результаты исследования, представленные на рисунке 1, характеризуют значительное изменение массовой доли пектиновых веществ в течение 24 месяцев хранения. В начале хранения массовая доля пектиновых веществ изменялась от 40,59 % (сорт Кондитерский) до 43,69 % (сорт Юбилейный) и составила в среднем 42,04 %. Через 12 месяцев хранения показатель снизился в 3 раза (в среднем), а через 24 месяца хранения – снизился до 26,8 % (в среднем). Таким образом, при хранении подсолнечного сыра наблюдается значительное снижение

массовой доли пектиновых веществ, которое, вероятно, связано с активностью пектолитических ферментов сыра.

Чтобы подтвердить выдвинутое предположение, были проведены исследования по определению активности пектолитических ферментов в сыре.

Активность пектолитических ферментов – полигалактуроназы и пектинэстеразы определяли сразу после уборки и обмолота корзинок-соцветий подсолнечника, затем после 12 и 24 месяцев хранения. Данные исследований представлены на рисунках 2, 3.

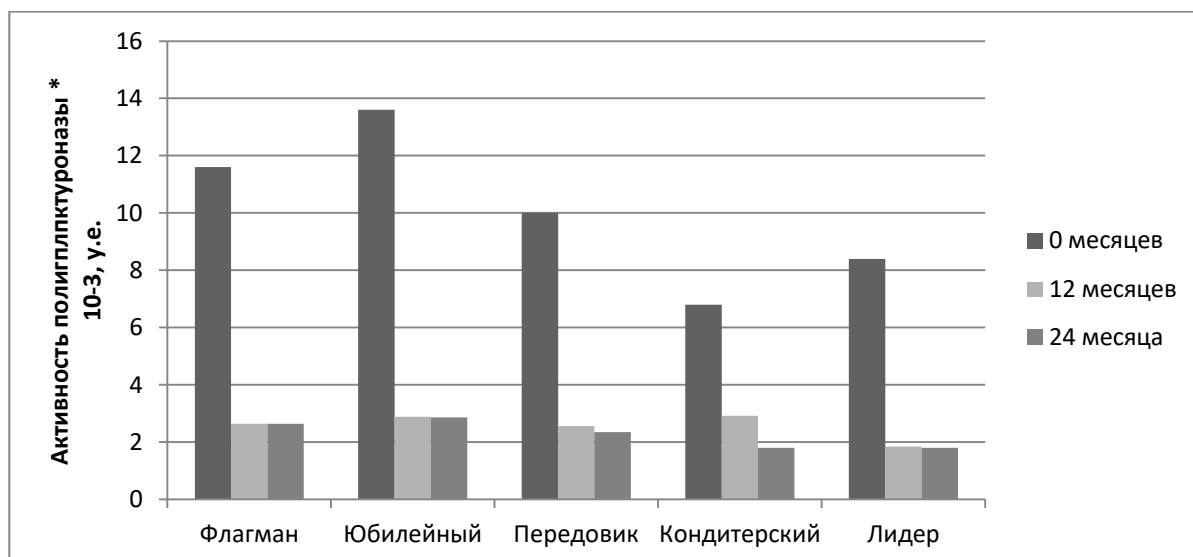


Рис. 2. Изменение активности полигалактуроназы в процессе хранения растительного сыра

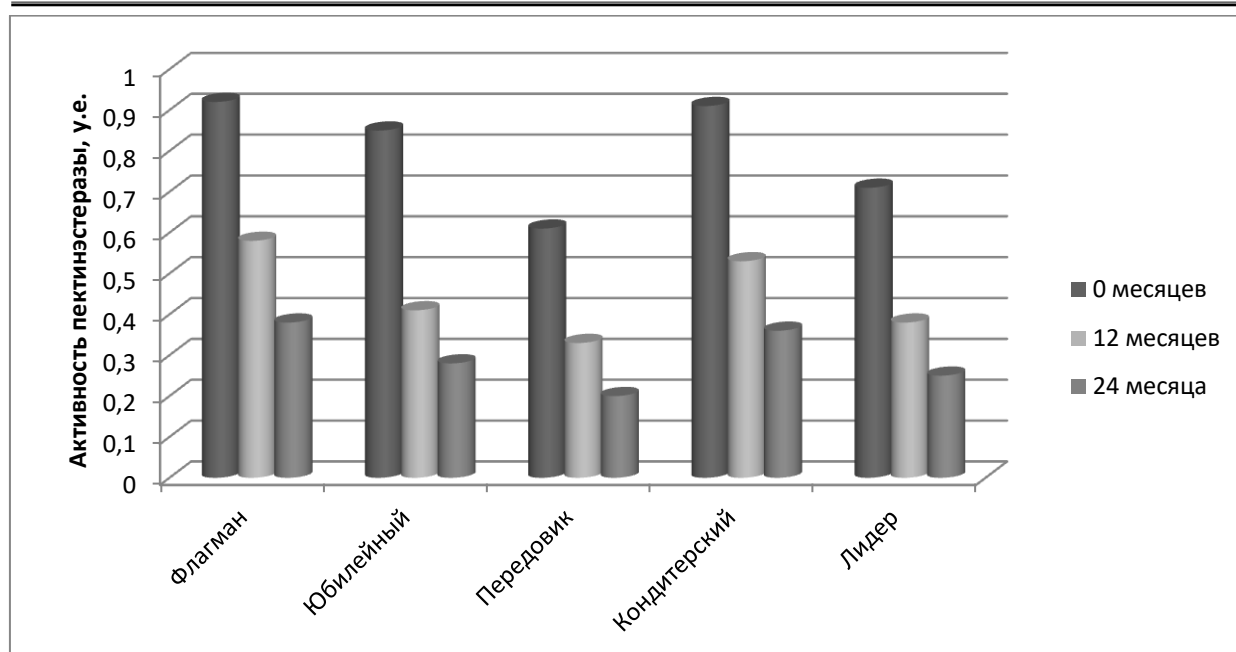


Рис. 3. Изменение активности пектинэстеразы в процессе хранения растительного сырья

Результаты исследований, представленные на рисунках 2, 3, показывают, что активность пектолитических ферментов является наиболее высокой у свежесобранного подсолнечного сырья. В зависимости от сорта подсолнечника она изменяется в пределах $6,8 \times 10^{-5} \dots 13,6 \times 10^{-5}$ у. е. для полигалактуроназы и в пределах 0,61...0,92 у.е. для пектинэстеразы. В процессе хранения активность ферментов снижается. Так, через 12 месяцев хранения активность ферментов уменьшается примерно в 5 раз у полигалактуроназы ($1,84 \times 10^{-5} \dots 2,92 \times 10^{-5}$ у. е.) и в 2 раза у пектинэстеразы (0,2...0,53 у. е.).

Дальнейшее хранение корзинок-соцветий подсолнечника (до 24 месяцев) практически не изменяет активность полигалактуроназы. Она находится примерно на уровне, достигнутом после 12 месяцев хранения. Массовая доля пектиновых веществ практически не изменяется.

Активность пектинэстеразы при этом продолжает изменяться. Снижение активности пектинэстеразы продолжается в течение всего срока хранения корзинок-соцветий подсолнечника – 24 мес. и достигает 0,25–0,91 у. е.

Таким образом, пектинэстераза, имеющая более высокую активность, оказывает большее разруши-

тельное действие на пектиновые вещества, чем полигалактуроназа, что подтверждается полученными данными и результатами, представленными на рисунке 1.

Результаты экспериментальных исследований доказывают необходимость дополнительной обработки корзинок-соцветий подсолнечника для инактивации пектолитических ферментов и сохранения массовой доли пектиновых веществ на первоначальном уровне.

Для сохранения массовой доли пектиновых веществ на первоначальном уровне необходимо инактивировать действие пектолитических ферментов.

С целью инактивации пектолитических ферментов проводили термическую обработку измельченных корзинок-соцветий подсолнечника. Корзинки-соцветия подсолнечника прогревали при температуре 80–120 °С в течение 1–2 ч, поскольку температура полной инактивации ферментов колеблется от 80 °С и выше. Фактором технологического контроля служил выход пектиновых веществ из растительного сырья.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

**Влияние температуры и продолжительности термической обработки
на активность пектолитических ферментов**

Температура, °С	Продолжительность, ч	Активность пектолитических ферментов, у.е.		Выход пектиновых веществ, %
		ПГ×10 ⁻⁵	ПЭ	
20 (контроль)	-	11,6	0,92	11,8
80	1,0	Следы	Следы	15,6
80	2,0	Следы	Следы	16,7
80	3,0	Следы	Следы	18,0
100	1,0	Следы	Следы	19,8
100	2,0	0	0	20,4
100	3,0	0	0	21,1
120	1,0	0	0	19,7
120	2,0	0	0	18,3
120	3,0	0	0	16,5

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что под влиянием высокой температуры (100 °С), в течение определенного времени (3 часа), пектолитические ферменты полностью инактивируются. Это положительно отражается на выходе пектиновых веществ, который при этом повышается до наибольшего значения (21,1 %). Повышение температуры до 120 °С и выдержка при этой температуре подсолнечного сырья приводит к снижению выхода пектиновых веществ. Это объясняется термической деградацией пектиновых веществ.

Исследование активности ферментов в обработанном сырье после 24 мес. хранения показали, что сырье после термической обработки сохраняет первоначальное содержание пектиновых веществ, активность ферментов в этом случае равна нулю.

Выводы. Таким образом, проведенное исследование показало следующее:

- свежесобранные корзинки-соцветия подсолнечника необходимо подвергать обработке при температуре 100 °С в течение 2 часов;

- хранение корзинок-соцветий подсолнечника целесообразно осуществлять в закрытых хранилищах при относительной влажности воздуха не более 70 %. Повышение относительной влажности воздуха нежелательно, так как это способствует увлажнению корзинок-соцветий подсолнечника и развитию плесеней и других микроорганизмов, что резко снижает качество пектинсодержащего сырья;

- хранение корзинок-соцветий подсолнечника, подвергнутых термической обработке, возможно в течение 12–24 месяцев в соответствующих условиях без изменения массовой доли пектиновых веществ.

Литература

1. Тупсина Н.Н., Присухина Н.В., Машанов А.И. и др. Возможность использования пектинового экстракта в производстве хлеба // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 3. – С. 168–171.
2. Родионова Л.Я., Донченко Л.В., Соболев И.В. и др. Биохимические особенности пектиновых веществ дикорастущего растительного сырья // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 53. – С. 241–248.
3. Родионова Л.Я., Соболев И.В., Степовой А.В. Научные основы конструирования функциональных пектиносодержащих сухих продуктов целевого назначения // Новые технологии. – 2010. – № 2. – С. 73–77.
4. Родионова Л.Я., Донченко Л.В., Соболев И.В. и др. Расширение классификации пектиносодержащего сырья // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 52. – С. 199–206.
5. Методы биохимического исследования растений / под ред. П.И. Ермакова. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
6. Нелина В.В., Донченко Л.В., Карпович Н.С. и др. Методы контроля в пектиновом производстве. – Киев, 1992. – 114 с.
7. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.
8. Демиденко Г.А., Чепелев Н.И., Тупсина Н.Н. и др. Влияние термической обработки на безопасность овощной продукции // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 135–140.

Literatura

1. *Tipsina N.N., Prishina N.V., Mashanov A.I. i dr. Vozmozhnost' ispol'zovaniya pektinovogo jekstrakta v proizvodstve hleba // Vestn. KrasGAU. – 2018. – № 3. – S. 168–171.*
2. *Rodionova L.Ja., Donchenko L.V., Sobol' I.V. i dr. Biohimicheskie osobennosti pektinovyh veshhestv dikorastushhego rastitel'nogo syr'ja // Tr. Kuban. gos. agrar. un-ta. – 2015. – № 53. – S. 241–248.*
3. *Rodionova L.Ja., Sobol' I.V., Stepovoj A.V. Nauchnye osnovy konstruirovaniya funktsional'nyh pektinosoderzhashhih suhih produktov celevogo naznachenija // Novye tehnologii. – 2010. – № 2. – S. 73–77.*
4. *Rodionova L.Ja., Donchenko L.V., Sobol' I.V. i dr. Rasshirenie klassifikacii pektinosoderzhashhego syr'ja // Tr. Kuban. gos. agrar. un-ta. – 2015. – № 52. – S. 199–206.*
5. *Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij / pod red. P.I. Ermakova. – L.: Kolos, 1972. – 456 s.*
6. *Nelina V.V., Donchenko L.V., Karpovich N.S. i dr. Metody kontrolja v pektinovom proizvodstve. – Kiev, 1992. – 114 s.*
7. *Kisluhina O.V. Fermenty v proizvodstve pishhi i kormov. – M.: DeLi print, 2002. – 336 s.*
8. *Demidenko G.A., Chepelev N.I., Tipsina N.N. i dr. Vlijanie termicheskoy obrabotki na bezopasnost' ovoshhnoj produkcii // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 5. – S. 135–140.*

УДК 664.6/.7

М.А. Янова, Е.Н. Олейникова, Н.И. Пыжикова

ЗНАЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ДЛЯ МУКОМОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

M.A. Yanova, E.N. Oleynikova, N.I. Pyzhikova

THE IMPORTANCE OF GRAIN QUALITY FOR FLOUR-GRINDING ENTERPRISES OF KRASNOYARSK REGION

Янова М.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

Олейникова Е.Н. – гл. специалист отдела управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ovn@kgau.ru

Пыжикова Н.И. – д-р экон. наук, проф., ректор Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Yanova M.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of Agrarian and Industrial Complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru

Oleynikova E.N. – Chief Specialist, Department of Management of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ovn@kgau.ru

Pyzhikova N.I. – Dr. Econ. Sci., Prof., Rector, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

В статье представлены результаты проведенного исследования, направленного на изучение структуры формирования качества зерна пшеницы с учетом его дальнейшего использования на мукомольных предприятиях Красноярского края. В ходе проведения анализа обработаны статистические показатели производства зерна по группам районов (зонам) Красноярского края 2013–2017 гг. Установлено, что более 45 % произведенной пшеницы приходится на районы Западной зоны, районы Восточной зоны обеспечивают более 29 % собранного урожая пшеницы в крае. В общем объеме зерна на продовольственные цели используется от 18 до 22 %. Мукомольные предприятия Минусинского района являются лидерами по производ-

ству муки в крае – 33,2 %, производственные мощности, размещенные в Ачинском районе вырабатывают 22,1 %. Анализ структуры производства пшеницы по классам показал, что в Красноярском крае самые высокие доли продовольственного зерна в общем объеме приходятся на районы Западной и Восточной зон края: в западной более 55 % относится к 3-му классу, около 37 % – к 4-му классу. Доля пшеницы 1-го класса – до 1,5 %, 5-го класса – до 20 %. Проведенный анализ также показал, что в Красноярском крае производят партии зерна всех классов, следовательно, большое значение для формирования однородных по качеству партий зерна, правильного размещения их на мукомольных предприятиях имеет предварительная оценка ка-