

УДК 663.478.2

Мониторинг качества ржи и тритикале

К. В. Кобелев,
канд. техн. наук;
И. Н. Грибкова,
канд. техн. наук, магистр;
А. В. Бойков,
И. В. Селина,
М. С. Созинова

*ВНИИ пивоваренной, безалкогольной
и винодельческой промышленности*

Н. К. Лаптева
*НИИ сельского хозяйства
им. Н. В. Рудницкого, г. Киров*

Ключевые слова:

зерно; мониторинг; рожь;
солод; ферментированный
и неферментированный; тритикале.

Keywords:

grain; monitoring; rye; malt; fermented
and unfermented; triticale.

Реферат

Исследованы качественные показатели ржи и тритикале урожая 2011 г., а также солода из них как основного сырья для кваса. Представлены исследования количественного состава белково-пентозанных комплексов ржи и тритикале, а также солода из них.

Abstracts

The quality indicators of a rye and tryticum which were grown up in 2011 year, and also malt from them, are investigated. Researches of quantitative structure complexes of albuminous and pentozans of a rye and tryticum, and also malt from them are also presented.

Во ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности проводится ежегодный мониторинг качества [1] различных зерновых культур, в том числе ржи и тритикале. Это актуально, так как в последнее время наблюдается неуклонный рост квасного производства, сырьем для приготовления которого служит ржаной, а в перспективе и тритикальный неферментированный и ферментированный солода от качества которых напрямую зависят органолептические и физико-химические показатели готового напитка брожения.

Зерновка ржи состоит из трех основных частей: зародыша, эндосперма и оболочек. Консистенция эндосперма, характеризующаяся стекловидностью, у ржи отличается большой хрупкостью. Максимальная стекловидность ржи составляет 40–50%, причем формируется она за счет полустекловидных зерен. Поверхность оболочек ржи более шероховатая, чем у других зерновых культур. Кроме того, оболочки зерна ржи более прочно связаны с эндоспермом.

В зерновке ржи преобладают по массе углеводы, содержание которых [2] составляет 60–75%. Содержание крахмала в зерне ржи колеблется в пределах 52–63%. Рожь в отличие от других зерновых культур может содержать повышенное количество сахаров (2–3%), среди которых обнаружены моно-, ди- и трисахариды, такие как сахароза, арабиноза, глюкоза, фруктоза, мальтоза, раффиноза, а также следы галактозы.

Важная особенность ржи — наличие в ее составе значительного

количества гумминовых веществ — от 2,5 до 7,4% на СВ, способных набухать в воде и давать вязкие растворы.

Образование слизи на основе пентозанов присуще не всем видам зернового сырья, а только ржи, ячменю, овсу [3]. Было установлено, что фракции слизистых веществ ржи в основном содержат белковые вещества и являются гликопротеидами, на 61–83% состоящими из полисахаридов [2]. Высокое содержание слизистых веществ в зерне ржи (почти в два раза больше, чем в пшенице), а также их способность к образованию нерастворимых комплексов с белковыми веществами создают значительные трудности при переработке ржи.

В зерне ржи содержится в среднем от 9,0 до 18,5% белка. Белки ржи по аминокислотному составу более ценные, чем белки других зерновых культур, так как содержат больше незаменимых аминокислот — лизина, метионина, валина, однако недостаточно содержат триптофана и серосодержащих аминокислот [3].

Тритикале — это первая искусственно созданная зерновая культура, полученная при скрещивании пшеницы с рожью. Слово «тритикале» (так называют пшенично-ржаные гибриды) состоит из первой части слова «тритикум» (название рода пшеницы) и второй части слова «секале» (название рода ржи). Тритикале содержит (%): воды — 14,0; белков — 12,8; углеводов — 68,6; жиров — 1,5; клетчатки — 3,1; золы — 2,0 [2].

Эндосперм тритикале содержит: водорастворимых белков — 26–28%; солерастворимых — 7–8%; спирторастворимых — 25–26%; белков,

Таблица 1

Питомник	Сорт	Показатель						
		Содержание влаги, %	Натура, г/дм³	Способность прорастания, %	Масса 1000 зерен, г	Экстрактивность, %	Содержание пентозанов, %	Содержание белка, %
Рожь								
КСИ	Вятка 2	7,4	670	93,3	27,8	65,1	6,0	13,4
	Фаленская 4	7,8	708	97,6	29,7	68,0	5,6	11,5
	Рушник	7,4	696	97,4	27,5	67,0	5,4	11,6
	Дымка	7,8	707	96,9	32,9	68,5	6,4	11,7
	Снежана	7,5	700	97,1	30,8	67,1	5,9	11,7
	Кировская 89	7,6	687	95,7	35,1	66,3	6,1	12,5
Питомник Р1	Фаленская 4	7,6	684	94,9	25,4	65,5	6,6	11,8
Тритикале								
Советский ГСУ, КСИ	Зимогор	7,0	726	92,8	43,5	59,2	6,7	13,6
	Консул	7,4	718	94,7	44,4	52,0	5,7	13,8

растворимых в уксусной кислоте, — 18–20%.

У ржи, тритикале и ячменя прослеживается общая тенденция — последовательное увеличение показателя содержания белка в зерне от нижней части колоса к верхней и увеличение массы одного зерна от нижней части колоса к средней и верхней. Содержание белковых веществ в пшенице повышается при движении снизу колоса к середине и постепенно уменьшается к его вершине. Так изменяется белковость и масса одного зерна у некоторых злаковых культур в зависимости от местоположения зерен в колосе.

Питательная ценность белка зависит от содержания в нем незаменимых аминокислот. В зерне тритикале, так же как и в других зерновых культурах, присутствует важная незаменимая аминокислота — лизин, которого в белке чаще всего не хватает. Поэтому содержание лизина в зерне тритикале может служить показателем общего качества белка. По содержанию лизина тритикале значительно превосходит пшеницу: в зерне около 3% к общему количеству белка. По данным анализов нескольких улучшенных линий тритикале, эта культура содержит лизин в количестве, близком к высоколизиновой кукурузе. В зерне тритикале по сравнению с пшеницей содержится больше свободных незаменимых аминокислот, таких как лизин, валин, лейцин и др., в силу чего биологическая ценность тритикале выше, чем у пшеницы. Тритикале по своим пищевым качествам превосходит пшеницу, а по хлебопекарным качествам некоторые его сорта превосходят рожь [4].

Зерно тритикале также характеризуется повышенной зольностью, более

низким содержанием углеводных компонентов и наличием в нем специфического углевода ржи — трифруктозана. Белки зерна тритикале в среднем содержат 5–10% альбуминов, 6–7% глобулинов, 30–37% проламинов и 15–20% глютелинов. Все виды тритикале имеют больше водорастворимого азота, чем родительские формы.

По содержанию клейковинообразующих белков тритикале намного превосходит рожь и приближается к пшенице. Количество клейковины в зерне тритикале приближается к содержанию ее в пшенице. По качеству клейковины тритикале в большинстве случаев имеет более низкие данные из-за содержания в ней белков ржаного типа.

Главный компонент зерна тритикале, как и других злаковых, — крахмал. На его долю приходится 3/4 массы зерна. Крахмал тритикале отличается от крахмала пшеницы и ржи низким содержанием амилозы (23,7%). По величине плотности ржи (при 30 °C) крахмал тритикале превосходит крахмал ржи, уступая крахмалу мягкой пшеницы.

Тритикале содержит больше фосфолипидов в связанной форме, чем пшеница, и это свойство, вероятно, наследовано от ржи. Повышенное содержание экстрагируемых липидов в муке из эндосперма тритикале, по-видимому, наследовано от твердой пшеницы [4].

Рожь и тритикале уникальны в отношении содержащихся в них гумми-веществ, которыми эти злаки отличаются от других и которые придают продуктам из данного зерна характерный вкус. В производстве напитков (спирта, кваса и др.) эти злаки используют преимущественно в виде солода

как основного источника ферментов и других соединений.

Как известно, при замачивании и проращивании зерна происходит постепенное расщепление высокомолекулярных соединений зерна (белков, крахмала, некрахмальных полисахаридов) до средне- и низкомолекулярных фракций.

Под действием цитолитических ферментов [2] происходит гидролиз гемицеллюлоз, в результате чего в 2 раза (по сравнению с исходным зерном) уменьшается их молекулярная масса и в 1,5 раза — вязкость. На вторые сутки проращивания наблюдается небольшое увеличение содержания гумми-веществ, хотя в целом их количество при солодоращении вследствие расщепления уменьшается. При солодоращении расщепляются также белковые фракции — альбумины, глобулины, проламины и глютелины. Вод- и солерастворимые фракции белка связаны с ферментами (протеазами, амилазами, цитазами и другими), деятельность которых начинается при замачивании и продолжается при проращивании и сушке [5].

Образцы ржи и тритикале были предоставлены ГНУ НИИСХ Северо-Востока из урожая 2011 г., выращенные в конкурсном сортоиспытании (КСИ) института и Советского ГСУ, а также в питомнике размножения первого года (питомник Р1), далее из представленных образцов приготавливали солод — неферментированный и ферментированный и исследовали его показатели.

Показатели качества зерна различных сортов ржи и тритикале урожая 2011 г. показаны в табл. 1, показатели неферментированного солода, полученного из зерна различных сортов

ржи и тритикале, — в табл. 2, показатели ферментированного солода, полученного из зерна различных сортов ржи и тритикале, — в табл. 3.

Согласно ГОСТ 16991–71 «Рожь для переработки на солод» образцы ржи удовлетворяют требованиям ГОСТа, за исключением сорта Вятка 2. В связи с тем что нормативного документа на тритикале нет, все представленные результаты анализов в дальнейшем будут учтены при разработке стандартов на тритикале и солод из него.

Показатели экстрактивности и содержания пентозанов не входят в число показателей, контролируемых ГОСТом, но, по литературным данным, соответствуют норме.

Как видно из данных табл. 2 и 3, физико-химические показатели солода из ржи и тритикале удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 52061–2003 «Солод ржаной сухой. Технические условия».

Кроме того, в полученных образцах ржаного неферментированного солода

были определены ферментативные активности: амилазная и протеолитическая (см. табл. 2). Дело в том, что степень растворения биополимеров зависит от интенсивности действия ферментов, т. е. ферментативной активности солода, которая, в свою очередь, определяется сортовой принадлежностью зерна, процессом соложения и влияет на качество готового продукта.

Что же касается образцов тритикале, то показатели ферментативной активности полученных из них солодов будут определены после разработки технологии тритикаливого солода.

Исследование физико-химических свойств ржи было направлено на определение количественного содержания пентозанов, изменяющихся при солодоращении, в готовых солодах — неферментированном и ферментированном. Поскольку слизистые вещества ржи и тритикале представляют собой сложные гетерополисахариды, соединенные с белками [3], и отделить

их от белковых фракций не удастся, было принято решение исследовать пентозаны, связанные с белковыми фракциями ржи и тритикале.

Для проведения исследований были выбраны рожь сорта Кировская 89 и тритикале сорта Консул урожая 2011 г., предоставленные ГНУ НИИСХ Северо-Востока (см. табл. 1).

Данные по составу белковых фракций в сырье представлены в табл. 4.

Как показывают данные табл. 4, содержание азота фракции альбумина и глобулина в обоих образцах в неферментированном солоде увеличивается на 77% в случае ржи и 90% в случае тритикале. Это свидетельствует о том, что количество ферментов, составляющих большую часть фракции альбуминов и глобулинов, выросло в неферментированном солоде, так как цели получения неферментированного солода — максимальное растворение эндосперма зерна и формирование высокоосахаривающего солода, т. е. с высоким содержанием активных ферментов.

Таблица 2

Питомник	Сорт	Показатель							
		Содержание влаги, %	Содержание экстракта, %	Продолжи-тельность осахаривания, мин	Кислотность, к. ед.	Цвет, ц. ед.	Амилотическая активность, ед/г	Протеолитическая активность, ед/г	Содержание пентозано, %
Рожь									
КСИ	Вятка 2	7,5	81,9	30	17,7	4,4	510	0,21	5,9
	Фаленская 4	7,3	78,5	25	12,9	3,7	502	0,21	5,4
	Рушник	7,5	86,1	25	17,8	3,7	585	0,22	5,1
	Дымка	7,5	85,7	25	13,1	3,8	600	0,30	6,3
	Снежана	7,5	84,3	25	10,5	4,0	547	0,25	5,7
	Кировская 89	7,5	89,4	25	13,2	4,8	639	0,32	5,9
Питомник Р1	Фаленская 4	7,2	84,7	25	17,7	4,0	530	0,24	6,2
Тритикале									
Советский ГСУ, КСИ	Зимогор	7,3	80,5	25	10,4	3,9	—	—	6,5
	Консул	7,2	80,4	25	10,7	4,6	—	—	5,5

Таблица 3

Питомник	Сорт	Показатель					
		Содержание влаги, %	Содержание экстракта, %		Кислотность, к. ед.	Цвет, ц. ед.	Содержание пентозанов, %
			холодный способ	горячий способ			
Рожь							
КСИ	Вятка 2	5,3	47,7	80,5	49,0	12,5	5,7
	Фаленская 4	5,3	50,5	81,2	43,7	12,6	5,2
	Рушник	5,8	49,2	84,0	49,4	14,1	4,9
	Дымка	5,3	49,8	80,0	43,7	14,0	6,0
	Снежана	5,7	47,8	76,3	43,8	18,4	5,5
	Кировская 89	5,7	44,4	82,5	50,0	20,5	5,8
Питомник Р1	Фаленская 4	6,0	48,1	80,9	49,5	15,9	6,3
Тритикале							
Советский ГСУ, КСИ	Зимогор	5,0	45,1	80,4	43,4	9,1	6,2
	Консул	4,8	46,1	80,3	43,3	9,8	5,7

Таблица 4

Показатель	Содержание в сырье, %					
	рожь, сорт Кировская 89			тритикале, сорт Консул		
	зерно	солод неферментированный	солод ферментированный	зерно	солод неферментированный	солод ферментированный
Альбумины и глобулины (водо- и солерастворимая фракция — 0,1н. KCl)						
Азот	0,96	1,70	0,93	0,84	1,60	1,40
Пентозаны	2,84	2,90	2,80	2,50	1,9	2,4
Глютелины (щелочерастворимая фракция 0,2% NaOH)						
Азот	1,45	0,50	0,33	1,10	1,03	0,53
Пентозаны	3,3	3,1	3,0	3,2	3,57	3,30
Проламины (спирторастворимая фракция 70% C₂H₅OH)						
Азот	0,17	0,15	0,13	1,14	0,13	0,19
Пентозаны	Осаждаются спиртом, количественно не определялись					

Таблица 5

Показатель	Содержание, %					
	рожь, сорт Кировская 89			тритикале, сорт Консул		
	зерно	солод неферментированный	солод ферментированный	зерно	солод неферментированный	солод ферментированный
Пентозаны	6,1	5,9	5,8	5,7	5,5	5,7
Растворимые пентозаны (сусло)	1,3	2,6	5,2	1,3	1,2	2,3
Нерастворимые пентозаны	4,8	3,3	0,6	4,4	4,3	3,4

Вместе с тем содержание глютелинов и проламинов снижается в солодах вследствие своего расщепления до низкомолекулярных фракций.

При сравнении изменения фракций белка во ржи и тритикале следует отметить, что фракции солерастворимых и щелочерастворимых белков имеют одинаковую динамику снижения своего содержания, тогда как спирторастворимая фракция наибольшим образом снижается у тритикале.

Пентозаны по отношению к фракциям белковых веществ распределяются в солоде неравномерно между соли и щелочерастворимыми фракциями, причем во фракции глютелинов содержание пентозанов на 7–16% выше в образце ржи, а в тритикале данная разница заметнее — превышение щелочерастворимой фракции по отношению к солерастворимой составляет 28–88%. Это означает, что большая часть пентозанов локализуется в эндосперме, так как глютелины — белки эндосперма зерна, а альбумины и глобулины локализуются в зародыше и алейроновом слое [6].

В спирторастворимой фракции пентозаны не удалось выявить и оценить их количественно вследствие неспособности последних растворяться в спирте (спирт осаждает пентозаны).

Исследование количественного изменения белково-пентозанного комплекса не выявило прямо пропорциональной зависимости между равномерным растворением белков и пентозанов, однако необходимо отметить, что растворение белков происходит интенсивнее по сравнению с пентозанами. Так, в образце ржи растворение белка во время солодоращения происходит на 8% при получении неферментированного ржаного солода и на 46% при получении ферментированного ржаного солода (за счет стадии томления), тогда как расщепление пентозанов не так заметно — на 2% в случае получения неферментированного ржаного солода и на 5% в случае ферментированного ржаного солода. В образце тритикале наблюдается та же тенденция.

Согласно данным табл. 5 доля нерастворимых пентозанов преобладает в образцах ржи, тритикале и солода из них. Ферментированный солод и из ржи и тритикале наиболее полно растворен и содержит меньшее количество нерастворимых пентозанов (за счет стадии томления). Также

отмечается тенденция, при которой ржаной солод более чем в 2 раза увеличивает объем растворимых пентозанов в ходе солодоращения, тогда как у тритикале растворимые пентозаны остаются практически на уровне исходного несоложенного сырья.

При сопоставлении величины экстракта и растворимых пентозанов образцов получается, что доля растворимых пентозанов относительно экстракта увеличивается с 2% в зерне ржи до 3% в неферментированном ржаном солоде и до 7,5% в ферментированном ржаном солоде. В образце тритикале данные соотношения менее заметны — 2,5% в тритикале, 1,5% в неферментированном тритикалевом солоде и до 3% в ферментированном тритикалевом солоде. Вероятно, данный факт обусловлен различными условиями действия эндогенных ферментов зерна, которые, в свою очередь, связаны с видовыми особенностями прорастиваемых культур.

На основании проведенных исследований можно сказать, что исследуемые сорта ржи и тритикале пригодны для производства как ферментированного, так и неферментированного солода. Исследования в этой области будут продолжены.

Ежегодный мониторинг качества сортов ржи и тритикале позволит соз-

дать научно обоснованные критерии при выборе сортов, районированных в различных почвенно-климатических условиях, для использования их как при производстве солода, концентрированных основ, так и готовых напитков брожения со стабильными физико-химическими и органолептическими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов, Н.А. Влияние температурных режимов проращивания на азотистые вещества солода/Н.А. Болотов, В.И. Ишков, Ю.С. Сербулов // Легкая и пищевая промышленность. — 1984. — № 3. — С. 29–31.
2. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки/Е.Д. Казаков, В.Л. Кротович. — М.: Агропромиздат, 1989. — 368 с.
3. Сортвые особенности качественных показателей зерна озимой ржи для производства солода / И.Н. Грибкова [и др.] // Пиво и напитки. — 2011. — № 5.
4. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки/Н.П. Козьмина. — М.: Колос, 1976. — 375 с.
5. Совершенствование технологии производства ржаного солода / А.П. Колпакчи [и др.]. АгроНИИТЭИПП, 1987. — Вып. 3. — 32 с.
6. Оганесянин, В. Ячмень в пивоварении/В. Оганесянин, А. Зайцева // Индустрия напитков. — 2003. — № 3. — С. 46–48.