

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ ЗЕРНА РЖИ

Л.Е. Мелешкина, Е.В. Писарева

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В связи с ухудшением экологической ситуации во многих регионах России и повсеместным нарушением структуры питания повышена опасность возникновения ряда заболеваний от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды [7].

Химические элементы широко распространены в природе, они могут попадать в пищевые продукты, а через них в организм человека. Биохимическое и физиологическое действие минеральные элементы проявляют только в определенных дозах. В больших количествах они обладают токсическим воздействием на организм. Причинами загрязнения зернового сырья химическими элементами являются: почва, атмосферный воздух, вода, технологическое оборудование.

Содержание тяжелых металлов в пищевых продуктах растительного и животного происхождения зависит от многих факторов, начиная с условий произрастания или обитания и заканчивая способом их технологической обработки [6].

Регламентация в отношении веществ, загрязняющих пищевые продукты, в разных странах мира сложна и неоднородна. Предельно допустимые концентрации различных токсикантов для различных продуктов варьируются в больших пределах. В России эти величины иногда в 10 раз меньше, чем в США [6].

В России медико-биологическими требованиями определены критерии безопасности только для четырех элементов: свинца, мышьяка, кадмия, ртути.

При международной торговле продуктами питания, согласно решению всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), контролируется содержание восьми химических элементов (дополнительно медь, стронций, цинк, железо), а выявлена токсичность всего у двадцати металлов, таким образом, токсичность многих загрязнителей не регламентирована. В перспективе это обстоятельство возможно изменится, так как в последние годы не наблюдается тенденции к снижению загрязненности пищевых продуктов тяжелыми металлами. По данным Института питания РАМН 3 % проб продуктов питания в среднем

по России не отвечает гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов. В Алтайском крае, Омской, Кемеровской, Свердловской областях отмечается превышение средних показателей. Но постоянный мониторинг в этих зонах не ведется, а проводятся только выборочные исследования. В результате демографическая ситуация в России характеризуется негативными тенденциями, продолжительность жизни в России с 1991 по 1997 г. снизилась на 2,5 года. Величина продолжительности жизни в РФ самая низкая среди европейских стран. В структуре причин смертности ведущее место занимают болезни, причины которых обусловлены нарушениями питания – это болезни системы кровообращения (более 54 %) и новообразования.

Долгое время пищевые технологии развивались, опираясь на получившую повсеместное признание теорию сбалансированного питания, согласно которой все пищевые компоненты подразделялись на полезные вещества и балласт. Основное внимание уделялось повышению пищевой ценности продуктов, при этом из пищи удаляли балластные вещества, роль которых в процессах пищеварения, как выявлено исследованиями, очень высока. Снижение количества потребляемых балластных веществ или пищевых волокон – одна из причин широкого распространения так называемых «болезней цивилизации», для предупреждения которых важная роль отводится пищевым волокнам, имеющим важное физиологическое значения для предупреждения и лечения ряда заболеваний. К таким заболеваниям, по данным Минздрава РФ относятся синдром раздраженной толстой кишки, желчно-каменная болезнь, сахарный диабет, ожирение и ряд других. Кроме того, важная функция пищевых волокон заключается в связывании и выведении из организма человека нежелательных соединений, в том числе ионов тяжелых металлов, радионуклидов и других. Вследствие этого, в последние годы все шире распространяется производство продуктов, имеющих повышенное содержание пищевых волокон. Такие продукты относят к продуктам функционального назна-

чения. К этой категории относят все продукты переработки зерна, произведенные без удаления оболочек, но в то же время оболочки и алейроновый слой содержат наибольшее количество минеральных элементов, из которых некоторые являются токсичными для организма человека.

Основные принципы государственной политики в области здорового питания населения, прежде всего, предусматривают, что питание должно не только удовлетворять физиологические потребности организма в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи. Оно должно способствовать защите организма человека от неблагоприятных условий окружающей среды [9].

Новым направлением, развиваемым сейчас за рубежом и в России, является производство продуктов с использованием биоактивированного зерна ржи, пшеницы, сои, отличающихся повышенным содержанием компонентов целого зерна: углеводов, пищевых волокон, аминокислот, минеральных веществ, жиров. Наиболее распространенными являются изделия с пищевыми добавками, проявляющие адсорбирующие свойства – пищевые волокна. Пищевые волокна играют большую роль в активизации обмена веществ и выведении из организма вредных продуктов жизнедеятельности. Они способствуют также удалению из организма нежелательных компонентов, которые могут попасть в него из загрязненной окружающей среды – тяжелых металлов, радионуклидов. Ежедневная норма потребления пищевых волокон для взрослого человека составляет 20-25 г, при работе во вредных условиях это количество должно быть увеличено на 10-20 % [8].

Наша пища содержит все больше и больше нежелательных токсичных примесей антропогенного происхождения, значительно снижающих качество основных продуктов питания их безопасность. Не все пищевые продукты загрязнены в одинаковой степени. К наиболее загрязненным продуктам относят: рыбу, мясо, овощи, фрукты, зерновые и хлебобулочные изделия, молочные продукты.

Известно, что основным путем (около 70 %) поступления в организм токсичных металлов являются пищевые продукты [1]. Поэтому в целях профилактики заболеваний, связанных токсичными веществами, необходим надлежащий контроль за их содержанием в продовольственном сырье и готовых продуктах питания [5].

Известно, что исследуемые металлы могут находиться в водном растворе в разных формах: в виде катионов, оксоанионов или аквакомплексов. В связи с этим представляется интересным выяснить динамику сорбции металлов прорастающим зерном ржи. Кроме того, токсичные элементы могут сорбироваться зерновыми культурами из водных растворов, что обусловлено наличием гидроксильных и карбоксильных групп, следовательно, напрямую связано с содержанием аминокислот, органических кислот и белков [4].

Ртуть не является водорастворимым веществом, ее распределение и миграция осуществляется в виде переноса паров элементарной ртути и циркуляции соединений ртути, образуемых в процессе жизнедеятельности бактерий. Последний тип круговорота осуществляют аэробные и анаэробные бактерии, микромицеты, этот тип является наиболее опасным, так как при этом образуются высокотоксичные соединения – диметилртути и зачастую изменение содержания ртути связано с ее метилированием.

Около 70 % свинца человек получает с пищей. Содержание свинца в продуктах растительного происхождения обычно невелико. Свинец очень токсичный элемент – даже небольшое регулярное поступление его в организм человека приводит к хроническому заболеванию почек [6].

При поступлении в организм свинец накапливается в костных тканях, увеличивает токсичность многих металлов.

Кадмий, накапливаясь преимущественно в почках, обладает синергетическими свойствами, оказывает мутагенное действие [4]. Накопление кадмия в организме человека идет в течение всей жизни. Гигиенисты и токсикологи пришли к единому мнению, что именно кадмий – самый опасный тяжелый металл, потому что, аккумулируясь в растениях (через почву и корневую систему) и в животных он легко попадает в пищевые продукты, а через них и в организм человека [6].

Мышьяк присутствует в большинстве пищевых продуктов, так как он широко распространен в окружающей среде и сельском хозяйстве [6].

Оценив величины общих рисков алиментарного воздействия токсичных элементов, проранжировали тяжелые металлы в порядке возрастания их действительной опасности для здоровья (в случае воздействия на 1 млн. человек) при поступлении в организм человека с пищевыми продуктами: ртуть (0), кадмий

(96), мышьяк (289), медь (412), цинк (423), свинец (868). Таким образом, наиболее опасны с точки зрения воздействия на население токсичных элементов, поступающих через пищевые продукты, следующие виды продовольствия: молоко и молочные продукты, овощи и бахчевые, растительное масло, мясо и мясопродукты [6].

Прежде, чем приступить к промышленной выработке любого пищевого продукта, необходимо убедиться в качестве (в том числе безопасности) его рецептурных компонентов. Кроме того, необходимо проводить мониторинг токсичных элементов не только в сырье и в готовом продукте, но и оценивать их содержание на всех этапах технологического процесса, что позволит получить продукт с максимальной безопасностью.

В связи с изложенным проводились исследования трансформации токсичных элементов при прорастании зерна ржи. В исследованиях мы определяли содержание таких распространенных и опасных токсикантов как ртуть, свинец и кадмий, необходимость которых для жизнедеятельности организма человека не доказана. Также определяли содержание меди и цинка, которые принимают активное участие в процессах жизнедеятельности, входят в состав ферментных систем, но при длительном воздействии этих элементов адаптация организма к ним исчезает, возникают специфические заболевания, сопровождающиеся интоксикацией. В работе использовали рядовую рожь, выращенную в Алтайском крае, урожая 2002 года, соответствующую требованиям ГОСТ 16990-71 «Рожь продовольственная. Требования при заготовках и поставках».

Рожь очищали от примесей, проводили мойку водопроводной водой, замачивали в течение 6 часов, после чего проращивали в течение 5 суток и высушивали.

Содержание токсичных элементов в исследуемых образцах сравнивали с предельно допустимыми концентрациями, установленными СанПиН 2.3.2.1078 – 01 для солода (индекс 1.4.1):

Свинец – 0,5 мг/кг;
Мышьяк – 0,2 мг/кг;
Кадмий – 0,1 мг/кг;
Ртуть – 0,03 мг/кг.

Предельно допустимые нормы концентрации меди и цинка в последней редакции санитарных норм и правил не установлены. Содержание этих элементов сравнивали с более жесткими требованиями Госсанэпиднадзора России от 1996 года, в которых ПДК для меди составляет – 10 мг/кг, а для цинка – 50 мг/кг.

Результаты исследований по изучению содержания токсичных элементов представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных показал, что содержание всех токсичных элементов в изученных образцах находится ниже уровня ПДК. Однако многие исследователи обращают внимание на то, что существует еще и так называемая скрытая токсичность продуктов питания, которая проявляется только при воздействии на организм комплекса токсичных элементов, даже соответствующих требованиям безопасности.

Содержание такого опасного токсиканта, как ртуть, при исследованных способах переработки практически не изменяется и находится ниже ПДК, что является положительным фактором.

Таблица 1 – Динамика содержания токсичных элементов в проросшем зерне ржи

Наименование образца	Содержание токсичных элементов мг/кг					
	Pb	As	Cd	Hg	Cu	Zn
Исходное зерно	0,05	Менее 0,01	Менее 0,001	Менее 0,001	3,8	20,0
Зерно, проросшее 1 сутки	0,04	Менее 0,01	Менее 0,001	Менее 0,001	3,7	20,0
Зерно, проросшее 2 суток	0,03	Менее 0,01	Менее 0,001	Менее 0,001	3,4	19,0
Зерно, проросшее 3 суток	0,02	Менее 0,01	Менее 0,001	Менее 0,001	3,3	18,0
Зерно, проросшее 4 суток	0,02	Менее 0,01	Менее 0,001	Менее 0,001	3,3	18,0
Зерно, проросшее 5 суток	0,02	Менее 0,01	Менее 0,001	Менее 0,001	3,1	18,0

Содержание мышьяка и кадмия в исследуемых образцах находится на постоянном уровне, который значительно ниже ПДК.

Снижение содержания свинца и меди может быть связано с десорбцией этих элементов в водопроводную воду во время замачивания зерна перед проращиванием, таким образом в исследованном случае замачивание зерна явилось положительным фактором технологического процесса. С другой стороны, при замачивании велика вероятность загрязнения зерна токсичными элементами, так как водопроводная вода зачастую не соответствует требованиям стандарта, а зерновые культуры являются хорошими адсорбатами токсичных элементов из водных растворов.

Снижение содержания цинка вероятно обусловлено активизацией процессов метаболизма в прорастающем зерне, активизацией ферментного комплекса и образованием новых соединений. В наружных слоях зерна содержится достаточно большое количество фитина, который легко образует труднорастворимые комплексы с ионами металлов. При прорастании зерна ферменты, расщепляющие фитин – фитазы, активизируются, за счет чего высвобождаются металлы, входящие в эти комплексы.

Проведенные исследования позволили установить, что при проращивании зерна ржи в течение 3 суток несколько снижается содержание свинца, меди и цинка, а полученное биологически активированное зерно является безопасным по содержанию токсичных элементов и может быть использовано для производства комбинированных продуктов питания функционального назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габович Р.Д., Припутина Л.С. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных веществ. – К.: Здоровье, 1987.
2. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – Санитарные правила и нормы 2.3.2.1078-01 – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.
3. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья пищевых продуктов. – Санитарные правила и нормы 2.3.2. – 560-96 – М.: Гос ком санэпиднадзор России, 1996. – 269 с.
4. Лаврушина Ю.А., Филичкина В.А., Иванов А.А. О механизме удерживания тяжелых металлов некоторыми пищевыми продуктами // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – №7. – С.10-12.
5. Мглинец А.И., Кацерикова Н.В. Ксенобиотики и токсичные вещества // Пищевая пром-сть. – 2002. – №10. – С. 74.
6. Петрова И.А. Загрязнение окружающей среды и качество продуктов питания // Пищевая пром-сть. – 1998. – №11. – С.56-57.
7. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасности и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 1999.
8. Поландова Р.Д. Развитие ассортимента хлебобулочных изделий для зон экологического неблагополучия России // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – №9. – С.19-21.
9. Сизенко Е.И. Технологии пищевых продуктов для населения экологически неблагополучных регионов России // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – №9.