

Е. А. Сергеева, С. А. Пашаян

## АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень

Evgenia Sergeeva, Susanna Pashayan

### THE ANALYSIS OF CHEMICALS IN SPRING WHEAT THE SOUTH OF THE TYUMEN REGION

Northern Trans-Ural State Agricultural University

Хлебобулочные изделия и другие продукты, в состав которых входит мука, составляют большую часть продуктов питания. Известно, что зерно яровой пшеницы является основным источником для получения муки и отходов мукомольного производства, которые используются в качестве сырья при изготовлении продуктов питания человека и корма животных. Большую часть продовольственной пшеницы Тюменской области выращивают в южных районах. Увеличение антропогенного воздействия на природу приводит к тому, что в почве накапливаются вредные вещества, которые в дальнейшем проникают в растения, в том числе и в зерно яровой пшеницы, затем эти вещества попадают в муку и хлебобулочные изделия. Поэтому определение количества загрязнителей в зерне пшеницы имеет особое значение. В настоящее время к антропогенным загрязнителям относятся такие, как гексахлорциклогексан; дихлордифенил трихлорметилметан; токсичные элементы; микротоксины; радионуклиды. Некоторые из них (ГХЦГ, ДДТ) давно не применяются, но их остаточное количество в природе находится в круговороте веществ и определяется в биологических средах. Поэтому в ходе исследований устанавливали их количественное содержание в зерне пшеницы юга Тюменской области, а затем проводили сравнение с пределом допустимых концентраций. Полученные данные показали, что уровень вредных химических веществ: гексахлорциклогексан; дихлордифенил трихлорметилметан, метурон, гексахлорбензол, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, микотоксины, цезий-137 и стронций-90 в исследуемом зерне яровой пшеницы юга Тюменской области не превышал допустимых пределов концентрации, а само зерно пшеницы не представляет опасности для человека и может быть использовано при производстве хлебобулочных изделий.

**Ключевые слова:** загрязнители, зерно яровой пшеницы, аккумулярующие свойства, гексахлорциклогексан, дихлордифенил трихлорметилметан, токсичные элементы, микротоксины, радионуклиды, юг Тюменской области.

Bakery products and other products, which include flour, make up a large part of the food. It is known that spring wheat is a major source for flour milling industry and wastes, which are used as raw materials in the production of human food and animal feed. Most of the wheat grown in the Tyumen region of the southern regions. Increasing the pressure on the human nature of the causes that soil accumulate harmful substances which penetrate further into plants, including corn and winter wheat, and these substances fall within the flour and in bakery products. Therefore determination of the amount of pollutants in the grain of wheat is particularly important. At the present time to anthropogenic pollutants are such as hexachlorocyclohexane; dichlorodiphenyl trihlorometilmetan; toxic elements, the micro-toxins; radionuclides. Some of them (HCH, DDT) have not used, but the residual amount in nature is in the cycle of matter and is determined in biological fluids. Therefore, studies have established their quantitative content in wheat grain south of the Tyumen region, and then were compared with the limit of allowable concentrations. The data showed that the level of harmful chemicals: hexachlorocyclohexane; dichlorodiphenyl trihlorometilmetan, meturon, hexachlorobenzene, lead, mercury, cadmium, arsenic, mycotoxins, cesium-137 and strontium-90 in the investigated spring wheat south of the Tyumen region does not exceed the concentration limits, and the very grain of wheat is not harmful to humans and can be Used in the production of bakery products.

**Keywords:** pollutants, spring wheat, accumulate property, hexachlorocyclohexane, dichlorodiphenyl trihlorometilmetan, toxic elements, the micro-toxins, radionuclides, the south of the Tyumen region.

Пшеница – однолетнее растение семейства мятликовых, одна из главных зерновых культур. Пшеничная мука – основное сырье для производства хлебобулочных изделий, а также она используется при изготовлении других продуктов питания. Отходы мукомольного производства используют на корм скоту.

Самая благоприятная климатическая зона Тюменской области для выращивания продовольственной яровой пшеницы находится в южных районах области. Наиболее распространены на юге Тюменской области сорта яровой пшеницы Ирень, Новосибирская 31, Лютеценс 70, Омская 36, Тюменская 25 и др. [1, 2].

Усилившиеся антропогенные факторы: ежегодное внесение удобрений, обработка полей пестицидами, протравливание семян для обеззараживания перед посевом – приводят к загрязнению окружающей среды. Загрязняющие вещества – поллютанты – накапливаются в почве, проникают через корневую систему в растения пшеницы. Далее по пищевой цепи остатки этих веществ попадают в организм человека или животных и вызывают нарушение метаболических процессов [3].

Определение уровня поллютантов в зерне яровой пшеницы является приоритетным вопросом.

Перед нами была поставлена задача изучить содержание некоторых антропогенных поллютантов (ГХЦГ, ДДТ, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, микотоксиканты, цезий-137, стронций-90) в зерне яровой пшеницы юга Тюменской области.

#### **Материал и методы исследования**

Работа проводилась в испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Тюменской области. Объектом исследования было зерно яровой пшеницы урожая 2015 г. в количестве 500 т, собранного в Аромашевском районе Тюменской области. Из них по ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб» было отобрано для исследований 10 образцов по 4 кг каждый.

В пробах зерна определяли уровень следующих веществ: ГХЦГ (гексахлорциклогексан-  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -изомеры), ДДТ (дихлордифенил трихлорметилметан), гексахлорбензол, ртутьорганические вещества, токсичные элементы (свинец, мышьяк, ртуть, кадмий), микотоксины, которые были представлены дезоксиниваленолом, афлатоксином В1, Т2-токсином, зеараленоном, охратоксином А, бенз(а)пиреном.

Находили уровень ГХЦГ и ДДТ по методике определения остаточных количеств пестицидов (ГОСТ 13496.20-87); содержание токсичных элементов (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть) – по методике выполнения измерений массовой доли кадмия, меди, свинца, цинка, мышьяка и ртути в пищевой продукции инверсионной вольтамперометрией (ФР.1.34.2005.01733, ФР.1.34.2005.01730); количество радионуклидов (цезий-137, стронций-90) – по методике радиационного контроля (ГНМЦ «ВНИИФТРИ» МИ 2453-2000) [4].

Уровень микотоксинов устанавливали согласно МУК 4.1.787-99 «Определение массовой концентрации микотоксинов в продовольственном сырье и продуктах питания. Подготовка проб методом твердофазной экстракции» [5], ГОСТ 30711-2001 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В(1) и М(1)», ГОСТ 28001-88 «Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: Т-2 токсина, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А», ГОСТ Р51650-2000 «Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена».

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

В результате проведенных работ было установлено, что уровень ГХЦГ в зерне яровой пшеницы составил  $0,01 \pm 0,001$  мг/кг, ДДТ –  $0,005 \pm 0,002$  мг/кг. В больших концентрациях ГХЦГ и его изомеры (особенно  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ) и ДДТ представляют угрозу животному и растительному миру, так как они могут накапливаться в почве, проникать через корни в листья и плоды, тем самым делая их токсичными и полностью непригодными к употреблению [6]. Остаточное количество этих веществ в зерне не превышает ПДК (ГХЦГ – 0,5 мг/кг, ДДТ – 0,02 мг/кг).

При определении содержания метурона и гексахлорбензола установили, что количество этих веществ в зерне пшеницы находилось на одинаковом уровне –  $0,01 \pm 0,001$  мг/кг (табл. 1).

В ходе работы в пробах определяли уровень некоторых химических элементов: свинца – Pb, мышьяка – As, ртути – Hg, кадмия – Cd.

Свинец может накапливаться в организме человека и животных и в больших концентрациях вызывает постепенное разрушение костей, печени и почек. У детей он может вызывать умственную отсталость и хронические заболевания мозга [7]. Было выявлено, что уровень этого элемента в зерне пшеницы составил  $0,0030 \pm 0,0001$  мг/кг, что значительно ниже ПДК.

Мышьяк и все его соединения ядовиты. Однако в небольших концентрациях его используют в медицине, например, в борьбе с лейкемией: мышьяк разрушает белки, которые отвечают за рост раковых клеток [8]. Уровень мышьяка в образцах пшеницы был  $0,0020 \pm 0,0001$  мг/кг, что значительно ниже ПДК.

Даже в небольших количествах ртуть может вызвать серьезные проблемы со здоровьем. Она токсична и оказывает воздействие на нервную, пищеварительную и иммунную систему, а также на легкие, почки, кожу и глаза [7]. Было установлено, что в пробах количество этого вещества доходило до  $0,0010 \pm 0,0001$  мг/кг.

Кадмий является канцерогенным веществом и обладает кумулятивным свойством (способен накапливаться в организме). Количество кадмия в образцах пшеницы составило  $0,0010 \pm 0,0001$  мг/кг, что в 100 раз меньше ПДК и не представляет опасности.

Микотоксины являются природными загрязнителями зерна злаковых, бобовых. Они могут образовываться при хранении во многих пищевых продуктах под действием развивающихся в них микроскопических грибов. Микотоксины ядовиты: у животных и человека вследствие их воздействия возникают отравления – микотоксикозы [9]. Максимальное значение этих веществ в зерне составило: дезоксиниваленон –  $0,35 \pm 0,01$  мг/кг, афлотоксин В1 –  $0,003 \pm 0,001$  мг/кг, Т2-токсин –  $0,006 \pm 0,001$  мг/кг, зеараленон –  $0,5 \pm 0,05$  мг/кг, охратоксин А –  $0,001 \pm 0,0001$  мг/кг, бенз(а)пирен –  $0,0005 \pm 0,0001$  мг/кг (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание химических веществ в зерне пшеницы (мг/кг)**

Показатели	Предельно допустимая концентрация	Результаты исследований
ГХЦГ ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ -изомеры)	0,5	$0,05 \pm 0,002$
ДДТ и метаболиты	0,02	$0,01 \pm 0,001$
Метурон	0,05	$0,01 \pm 0,001$
Гексахлорбензол	0,01	$0,01 \pm 0,001$
<b>Токсичные элементы:</b>		
свинец	0,5	$0,0030 \pm 0,0001$
мышьяк	0,2	$0,0020 \pm 0,0001$
кадмий	0,1	$0,0010 \pm 0,0001$
ртуть	0,03	$0,0010 \pm 0,0001$
<b>Микотоксины:</b>		
Дезоксиниваленон	0,7	$0,35 \pm 0,01$
Афлотоксин В1	0,005	$0,003 \pm 0,001$
Т2-токсин	0,1	$0,006 \pm 0,001$
Зеараленон	1,0	$0,5 \pm 0,05$
Охратоксин А	0,005	$0,001 \pm 0,0001$
Бенз(а)пирен	0,001	$0,0005 \pm 0,0001$

Уровень цезия-137 ( $2,0 \pm 0,2$  Бк/кг) и стронция-90 ( $2,0 \pm 0,1$  Бк/кг) в образцах пшеничного зерна был значительно ниже ПДК (табл. 2). Цезий-137 является радиоактивным

веществом и оказывает облучающее воздействие на организм человека или животного [10].

Стронций-90 является аналогом кальция и способен прочно откладываться в организме животных. При длительном воздействии стронция-90 и продуктов его распада у человека поражаются внутренние органы. Это приводит к развитию злокачественных опухолей кроветворной ткани и костей.

Таблица 2

Уровень радионуклидов в зерне пшеницы (Бк/кг)		
Показатель	Предел допустимого количества	Результаты исследований
<b>Радионуклиды:</b>		
Цезий-137	60,0	2,0±0,2
Стронций-90	11,0	2,0±0,1

Результаты исследований свидетельствуют о том, что уровень вредных химических веществ ГХЦГ, ДДТ, метурона, гексахлорбензола, свинца, ртути, кадмия, мышьяка, микотоксикантов, цезия-137 и стронция-90 в исследуемом зерне яровой пшеницы Аромашевского района Тюменской области находится в пределах допустимых концентраций и не представляет опасности для населения. В дальнейшем такую пшеницу можно использовать в качестве сырья для получения муки с целью изготовления из нее хлебобулочных изделий.

#### Библиографический список

1. **Боме Н.А., Рябикова В.Л.** Почвоведение. Краткий курс и лабораторный практикум. Тюмень: ТюмГУ, 2012. 216 с.
2. **Сортовое районирование** сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2014 год. Тюмень, 2014. 94 с.
3. **Пашаян С.А.** Накопление поллютантов в цветках медоносов // Пчеловодство. 2005. № 1. С. 10-12.
4. **МИ 2453-2000** (ГНМЦ «ВНИИФТРИ») Методики радиационного контроля. Общие требования. Введен 01.01.2001. Менделеево, 2000. 8 с.
5. **Определение** массовой концентрации микотоксинов в продовольственном сырье и продуктах питания. Подготовка проб методом твердофазной экстракции. Методические указания. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 30 с.
6. **Груздев Г.С.** Химическая защита растений. М.: Агропромиздат, 1987. 415 с.
7. **Третьяков Ю.Д., Дроздов А.А., Зломанов В.П. и др.** Неорганическая химия. 2-е изд., перераб. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 368 с.
8. **Зефирова Н.С.** Химическая энциклопедия: в 5 т. М.: Советская энциклопедия, 1995. Т. 4. С. 278.
9. **D'Mello, J.P.F.** 2000. Anti-nutritional factors and mycotoxins // Ed. Farm Animal Metabolism and Nutrition. CABI Publishing, Wallingford. P. 383-403.
10. **Василенко И.Я.** Радиоактивный цезий-137 // Природа. 1999. № 3. С. 70-76.

#### References

1. **Baume N.A., Ryabikova V.L.** Jurisprudence. Short Course and laboratory practice. Tyumen: Tyumen State University, 2012. 216 p.
2. **Cultivated crop** variety testing and the results of the Tyumen region in 2014. Tyumen, 2014. 94 p.

3. **Pashayan S.A.** The accumulation of pollutants in the flowers of honey plants // Bee-keeping. 2005. No. 1. P. 10-12.
4. **MI 2453-2000** (SSMC "VNIIFTRI") Methods of radiation control. General requirements. Introduced 01/01/2001. Mendeleev, 2000. 8 p.
5. **Determination** of the mass concentration of mycotoxins in food raw materials and food. Sample preparation using solid phase extraction. Methodical instructions. M.: Federal Centre for Sanitary Inspection Ministry of Health of Russia, 1999. 30 p.
6. **Gruzdev G.S.** Chemical protection of plants. M.: Agropromizdat, 1987. 415 p.
7. **Tretyakov Y.D., Drozdov A.A., Zlomanov V.P.** Inorganic chemistry. 2nd ed., Rev. M.: Publishing center «Academy», 2011. 368 p.
8. **Zefirova N.S.** Chemical Encyclopedia: 5 book. M.: Soviet Encyclopedia, 1995. T. 4. P. 278.
9. **D'Mello, J.P.F.** 2000. Anti-nutritional factors and mycotoxins // Ed. Farm Animal Metabolism and Nutrition. CABI Publishing, Wallingford. P. 383-403.
10. **Vasilenko I.J.** Radioactive cesium-137 // Nature. 1999. No. 3. C. 70-76.

#### Сведения об авторах

**Ф.И.О.:** Сергеева Евгения Анатольевна  
**Должность:** Ст. преподаватель  
**Место работы:** ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
**Тел.:** +7(3452) 62-57-19  
**E-mail:** evgeniyasergeeva@mail.ru

**Ф.И.О.:** Пашаян Сусанна Арестовна  
**Должность:** Профессор  
**Ученая степень:** Доктор биол. наук  
**Место работы:** ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
**Тел.:** +7 (3452) 62-57-19;  
**E-mail:** pashakirak7@list.ru

#### Information about the authors

**Full name:** Evgenia Sergeeva  
**Position:** Senior lecturer  
**Workplace:** Northern Trans-Ural State Agricultural University  
**Phone:** +7 (3452) 62-57-19  
**E-mail:** evgeniyasergeeva@mail.ru

**Full name:** Susanna Pashayan  
**Position:** Professor  
**Academic degree:** Prof, Dr.  
**Workplace:** Northern Trans-Ural State Agricultural University  
**Phone:** +7 (3452) 62-57-19  
**E-mail:** pashakirak7@list.ru