Научная статья
УДК 635.1
EDN MNTNTF
https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-4-29-35

Химические показатели безопасности овощной продукции

Людмила Петровна Панова
Благовещенский государственный педагогический университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, panovaljuda.71@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований химических показателей безопасности овощной продукции, урожай которой получен в КФХ Корнеев А. П. (с. Каникурган Благовещенского района), расположенного в южной сельскохозяйственной зоне Зейско-Буреинской равнины. Содержание тяжелых металлов в овощах (свекла столовая F1 Пабло, морковь F1 Abaco, картофель Винета, капуста белокочанная F1 Атрия) было ниже допустимых уровней и варьировало в пределах (мг/кг): медь – 1,1–1,25; цинк – 0,42–0,54; свинец – 0,25–0,28; кадмий – 0,011–0,016. Содержание в овощах пестицидов (ДДТ и его метаболитов, ГХЦГ и его изомеров) не превышало допустимых уровней и находилось в пределах 0,005–0,008 и 0,005–0,006 мг/кг соответственно. Содержание нитратов в овощах оказалось значительно ниже допустимых уровней. Таким образом, овощная продукция богата биологически активными веществами и не содержит загрязняющие вещества.

Ключевые слова: свекла столовая, морковь, капуста белокочанная, картофель, корнеплоды, содержание тяжелых металлов, содержание пестицидов, содержание нитратов

Для цитирования: Панова Л. П. Химические показатели безопасности овощной продукции // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 4. С. 29–35. https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-4-29-35.

Original article

Chemical safety indicators of vegetable products

Ludmila P. Panova
Blagoveshchensk State Pedagogical University
Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation, panovaljuda.71@mail.ru

Abstract. The article considers the results of research on chemical safety indicators of vegetable products. The harvest of vegetables was obtained in the peasant farm of A. P. Korneev (Kanikurgan, Blagoveshchensk district), located in the southern agricultural zone of the Zeysko-Bureinskaya plain. The content of heavy metals in vegetables (beetroot F1 Pablo, carrots F1 Abaco, potatoes Vineta, cabbage F1 Atria) was below acceptable levels and varied within (mg/kg): copper – 1.1–1.25; zinc – 0.42–0.54; plumbum – 0.25–0.28; cadmium – 0.011–0.016. The content of pesticides (DDT and its metabolites, HCH and its isomers) in vegetables did not exceed acceptable levels and was within 0.005 – 0.008 and 0.005 – 0.006 mg/kg, respectively. The content of nitrates in vegetables was significantly lower than the acceptable levels. Vegetable products were rich in vitamins, dietary fibers and biologically active substances and did not contain pollutants.

Keywords: table beetroot, carrots, white cabbage, potatoes, root vegetables, heavy metal content, pesticide content, nitrate content

For citation: Panova L. P. Chemical safety indicators of vegetable products. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik.* 2024;18;4:29–35. (in Russ.). https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-4-29-35.

Введение. Важнейшими сельскохозяйственными культурами, которые используются для рационального питания, являются такие виды овощей, как капуста, морковь, свекла, картофель [1, 2]. В составе овощей присутствуют пищевые волокна, витамины, микроэлементы. При этом достаточно обоснованы их противовоспалительные, антиоксидантные и другие полезные свойства [3].

Рекомендациями по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания (приказ Минздрава РФ от 01.12.2020 № 1276) приведены рациональные нормы потребления овощей, отвечающие требованиям здорового питания для человека (килограмм в год): капуста – 40; морковь – 17; свекла – 18; картофель – 90. Для жителей Амурской области успешно решается проблема обеспечения населения овощами на основе внедрения научных исследований по овощеводству и увеличения производства растениеводческой продукции крестьянско-фермерскими хозяйствами [4].

При этом актуальной задачей выступает получение экологически чистых овощей, поскольку вследствие внесения удобрений и пестицидов при выращивании сельскохозяйственной продукции в настоящее время интенсивность антропогенного загрязнения окружающей среды значительно возросла.

Целью данной работы *явилась оценка химической безопасности овощей, выращенных в крестьянско-фермерском хозяйстве.*

Методика и объекты исследований. Для изучения были отобраны овощи урожая 2023 и 2024 гг., выращенные в грунте на базе КФХ Корнеев А. П. (с. Каникурган Благовещенского района Амурской области).

Оригинатором картофеля сорта Винета выступает компания Europlant pflanzenzenzucht (Германия); моркови гибрида F1 Abaco и капусты белокочанной гибрида F1 Атрия – Monsanto Holland (Нидерланды); свеклы столовой гибрида F1 Пабло – Bejo Zaden (Голландия).

Отбор проб проводился согласно требований ГОСТ 17.4.4.02–2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», ГОСТ 34668–2020 «Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности».

Исследования проводились в аналитической лаборатории Благовещенского государственного педагогического университета.

Содержание тяжелых металлов в овощной продукции определялось по требованиям ГОСТ 33824–2016 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)», нитратов – по ГОСТ 34570–2019 «Фрукты, овощи и продукты их переработки. Потенциометрический метод определения нитратов», пестицидов – по ГОСТ 30349–96 «Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов».

Пестициды экстрагировали этилацетатом, экстракт очищали силикагелем АСК и анализировали содержание хлорорганических пестицидов на газовом хроматографе Газхром 1109 с детектором захвата электронов.

При определении содержания сухих веществ в овощах, показателя зольности, содержания массовой доли витамина С, сахаров, а также титруемой кислотности использовались действующие государственные стандарты.

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность моркови гибрида F1 Abaco достигала уровней 620 ц/га в 2023 г. и 150 ц/га в 2024 г., выход товарной продукции составил 85 %. Товарная масса корнеплодов моркови варьировала от 120 до 222 г; средняя длина корнеплода оказалась равна 17,5 см, диаметр корнеплода – от 2,3 см до 3,7 см. Корнеплоды моркови не травмировались при транспортировке.

Корнеплоды моркови данного гибрида были сочные и сладкие, имели яркую окраску и терпкий привкус морковной горечи. Как правило, ощущение вкуса горечи моркови зависит от содержания фенольных соединений, содержание которых увеличивается при хранении.

Фенольные вещества проявляют антиоксидантные свойства и в сочетании с органическими кислотами и сахарами определяют гармоничность вкуса моркови [5].

Урожайность капусты белокочанной гибрида F1 Атрия составила 600 ц/га в 2023 и 2024 гг. Данный продукт рекомендуется для длительного зимнего хранения, промышленной переработки и потребления в свежем виде.

Урожайность свеклы столовой гибрида F1 Пабло в 2023 и 2024 гг. составила 400 и 350 ц/га соответственно, выход товарной продукции достигал 96 %. Масса корнеплода свеклы – 199 г. Корнеплод имел округлую форму, опробковение головки слабое, кольца выражены слабо, мякоть красная. Вкусовые качества отличные. Средняя масса товарного корнеплода свеклы, выращенной в исследуемом КФХ в 2022 г., варьировала от 294,7 г (сорт Успех) до 168,5 г (сорт Валента) [6].

Урожайность картофеля сорта Винета в 2023 и 2024 гг. оказалась равной 240 и 170 ц/га соответственно.

Урожайность представленных для анализа овощей соответствовала ежегодным данным. Низкую урожайность моркови в 2024 г. можно объяснить отсутствием влаги жарким летом в периоды наибольшего развития листьев и интенсивного корнеобразования.

Важнейшим потребительским свойством продуктов питания является их безопасность. Выделяют общие и специфичные показатели химической безопасности. К общим показателям относится содержание нитратов, токсичных элементов, пестицидов ГХЦГ и его изомеров, ДДТ и его метаболитов.

Загрязнение сельскохозяйственных полей тяжелыми металлами снижает качество и урожайность сельскохозяйственных культур, а также представляет серьезную угрозу для здоровья человека, поскольку загрязнители попадают в пищевую цепочку. Критерием степени загрязнения почв являются предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ, загрязняющих почву.

Как видно из таблицы 1, содержание в почве меди, цинка и кадмия превышало ПДК, однако концентрация тяжелых металлов была ниже ОДК. При этом в сравнении с фоновым уровнем [7] загрязнение почв цинком, кадмием, свинцом и медью было выше.

Для определения содержания тяжелых металлов в почвах и овощах успешно применяется вольтамперометрический метод [8], по результатам которого можно сделать вывод о безопасных концентрациях тяжелых металлов в растениеводческой продукции КФХ (табл. 2).

Коэффициент биологического поглощения, как частное содержания металлов в овощах к содержанию в почве, оказался меньше единицы. Он указывает на то, что в овощной продукции не накапливались цинк, кадмий, свинец и медь.

Содержание нитратов в овощной продукции, выращенной в КФХ в 2023 и 2024 гг., не превышало допустимые уровни (табл. 3). При этом необходимо отметить, что в капусте, свекле и моркови урожая 2022 г. также не было высоких концентраций нитратов [6, 10, 11].

Содержание пестицидов (ДДТ и его метаболитов, ГХЦГ и его изомеров) в ово-

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в черноземовидной почве крестьянско-фермерского хозяйства в 2023–2024 гг. (P = 0,95)

Table 1 – Heavy metal content in chernozem-like soil of peasant farm in 2023–2024 (P = 0.95)

В миллиграммах на килограмм (in milligrams per kilogram)

Объект	Цинк	Кадмий	Свинец	Медь
Почва	26,6±5,5	1,1±0,2	14,2±3,0	8,9±1,8
Фон	25	0,9	12,5	8,5
Предельно допустимая концентрация (ГН 2.1.7.2041–06)	23	–	32	3
Ориентировочная допустимая концентрация (ГН 2.1.7.2511–09)	220	2	130	132

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в овощах в 2023–2024 гг. (P = 0,95)
Table 2 – Heavy metal content in vegetables in 2023–2024 (P = 0.95)

В миллиграммах на килограмм (in milligrams per kilogram)

Виды овощей	Цинк	Кадмий	Свинец	Медь
Свекла столовая F1 Пабло	0,61±0,12	0,012±0,006	0,25±0,05	1,10±0,20
Морковь F1 Abaco	0,62±0,12	0,011±0,006	0,33±0,07	1,23±0,26
Картофель Винета	0,57±0,11	0,015±0,008	0,38±0,08	1,21±0,25
Капуста белокочанная F1 Атрия	0,54±0,11	0,016±0,008	0,35±0,08	1,25±0,26
Допустимые уровни [9]	10	0,03	0,5	5

Таблица 3 – Содержание нитратов в овощной продукции
Table 3 – Nitrate content in vegetable products

В миллиграммах на килограмм (in milligrams per kilogram)

Виды овощей	Содержание нитратов	Допустимые уровни [9]
Свекла столовая F1 Пабло	480	1 400
Морковь F1 Abaco	28	250
Картофель Винета	140	250
Капуста белокочанная F1 Атрия	400	500

щах было ниже допустимых уровней, что следует их данных таблицы 4.

Рассматриваемые овощи характеризуются низкой энергетической ценностью. Физиологическая ценность свежих овощей определяется содержанием витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон. В овощах определено содержание сахаров и органических кислот, аскорбиновой кислоты, сухих веществ (табл. 5).

Биохимические показатели овощей урожая 2023 и 2024 гг. достаточно близки по значениям к полученным результатам исследований биохимических особенностей гибридов моркови, свеклы и капусты урожая 2022 г. [6, 10, 11].

Заключение. В современных условиях важнейшей задачей является решение вопросов продовольственной безопасности, чтобы население было обеспечено экологически чистой растениеводческой продукцией. В этой связи в настоящей статье предпринято исследование общих показателей безопасности овощей, урожай которых получен в 2023 и 2024 гг. в условиях крестьянско-фермерского хозяйства, расположенного в южной сельскохозяйственное зоне Амурской области.

Таблица 4 – Содержание пестицидов в овощной продукции
Table 4 – Pesticide content in vegetable products

В миллиграммах на килограмм (in milligrams per kilogram)

Виды овощей	Наименование пестицида			
	ДДТ и его метаболиты		ГХЦГ и его изомеры	
	фактическое наличие	допустимые уровни [9]	фактическое наличие	допустимые уровни [9]
Свекла столовая F1 Пабло	0,005±0,0008	0,2	0,005±0,0008	0,2
Морковь F1 Abaco	0,008±0,0012	0,2	0,006±0,0009	0,2
Картофель Винета	0,006±0,0009	0,1	0,005±0,0008	0,1
Капуста белокочанная F1 Атрия	0,005±0,0008	0,1	0,005±0,0008	0,5

Таблица 5 – Биохимические показатели овощей
Table 5 – Biochemical indicators of vegetables

Виды овощей	Сахара, %	Кислотность титруемая в пересчете на яблочную кислоту, %	Витамин С, мг/100г	Сухое вещество, %	Зольность, %
Свекла столовая F1 Пабло	11,5	0,4	10,6	20,1	0,8
Морковь F1 Abaco	9,4	0,2	8,8	11,1	0,7
Картофель Винета	1,5	0,2	10,8	24,5	0,9
Капуста белокочанная F1 Атрия	8,1	0,3	38,1	10,8	0,8

Полученные результаты позволяют сформулировать выводы:

1. Содержание меди, цинка и кадмия в черноземовидной почве хозяйства превышало предельно допустимые концентрации, но было ниже ориентировочных допустимых концентраций. Содержание меди, цинка, свинца и кадмия в овощной продукции значительно меньше допустимых уровней.

2. Содержание нитратов и пестицидов (ДДТ и его метаболитов, ГХЦГ и его изомеров) в исследованных овощах было ниже допустимых уровней.

Таким образом, можно утверждать об обеспеченности населения региона овощной продукцией, достаточно богатой биологически активными веществами и не содержащей загрязняющие вещества.

Список источников

1. Решетник Е. И., Пакусина А. П., Платонова Т. П., Грибанова С. Л., Бабухадия К. Р., Школьников П. Н. Применение сырьевых ингредиентов из корнеплодов свеклы в пищевой промышленности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2024. Т. 86. № 2. С.132–138. EDN YNRNVS.

2. Колдаев В. М., Кропотов А. В., Ли О. Н. Беталаины в практической медицине // Тихоокеанский медицинский журнал. 2023. № 2 (92). С. 20–24. https://doi.org/10.34215/1609-1175-2023-2-20-24. EDN QHHVYB.

3. Melim C., Cabral C., Oliveira P. J., Lauro I. M., Pires I. M. The role of glucosinolates from cruciferous vegetables (Brassicaceae) in gastrointestinal cancers: from prevention to therapeutics // Pharmaceutics. 2022. Vol. 14. No. 1. P. 190. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14010190. EDN OJTJKU.

4. Сакара Н. А., Леунов В. И., Тарасова Т. А., Николаев В. А. Столовая свекла в овощекартофельных севооборотах на юге Дальнего Востока России // Картофель и овощи. 2021. № 4. С. 17–21. https://doi.org/10.25630/PAV.2021.48.98.002. EDN SSKXEA.

5. Зеленкова Е. Н., Егорова З. Е. Влияние содержания фенольных соединений на вкусовые характеристики столовой моркови // Известия вузов. Пищевая технология. 2021. № 5–6 (383–384). С. 6–11. https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.5-6.1. EDN DBWWYI.

6. Пакусина А. П., Оборская Ю. В., Сакара Н. А., Михеев Ю. Г., Платонова Т. П. Межсортовые различия хозяйственно ценных признаков и биохимических показателей свеклы столовой // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Т. 18. № 2. С. 55–63. EDN XEZLFI.

7. Голов В. И. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в пахотных почвах Дальнего Востока // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 4. С. 16–19. EDN MUPMCN.

8. Egorova I. V., Panova L. P., Rodionova N. A., Klimenko V. S. Voltammetric determination of heavy metals in soil and vegetable produce // Russian Journal of Physical Chemistry. 2024. Vol. 98. No. 7. P. 1396–1399. https://doi.org/10.1134/S0036024424700390. EDN JVCJGI.

9. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции // Техэксперт. URL: https://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 15.11.2024).

10. Пакусина А. П., Тимошенко Э. В., Платонова Т. П. Биохимические особенности сортов и гибридов моркови в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 3. С. 36–42. EDN WDMGLM.

11. Пакусина А. П., Ран О. П., Платонова Т. П. Характеристика сортов и гибридов капусты белокочанной по биохимическим показателям в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 1. С. 22–29. https://doi.org/10.22450/19996837_2023_1_22. EDN ZCFKLZ.

References

1. Reshetnik E. I., Pakusina A. P., Platonova T. P., Gribanova S. L., Babukhadiya K. R., Shkolnikov P. N. Application of raw ingredients from beet roots in the food industry. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy,* 2024;86;2:132–138. EDN YNRNVS (in Russ.).

2. Koldaev V. M., Kropotov A. V., Li O. N. Betalains in practical medicine. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal,* 2023;2:(92):20–24. https://doi.org/10.34215/1609-1175-2023-2-20-24. EDN QHHVYB (in Russ.).

3. Melim C., Cabral C., Oliveira P. J., Lauro I. M., Pires I. M. The role of glucosinolates from cruciferous vegetables (Brassicaceae) in gastrointestinal cancers: from prevention to therapeutics. Pharmaceutics, 2022;14;1:190. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14010190. EDN OJTJKU.

4. Sakara N. A., Leunov V. I., Tarasova T. A., Nikolaev V. A. The table beet in vegetable potato crop rotations in the south of the Far East of Russia. *Kartofel' i ovoshchi,* 2021;4:17–21. https://doi.org/10.25630/PAV.2021.48.98.002. EDN SSKXEA (in Russ.).

5. Zelenkova E. N., Egorova Z. E. Influence of the content of phenolic compounds on the taste characteristics of food carrots. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya,* 2021;5–6 (383–384):6–11. https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.5-6.1. EDN DBWWYI (in Russ.).

6. Pakusina A. P., Oborskaya Yu. V., Sakara N. A., Mikheev Yu. G., Platonova T. P. Intervarietal differences in economically valuable traits and biochemical parameters of red beets. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik,* 2024;18;2:55–63. EDN XEZLFI (in Russ.).

7. Golov V. I. Contents of trace elements and heavy metals in plowed soils of the Far East. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk,* 2010;4:16–19. EDN MUPMCN (in Russ.).

8. Egorova I. V., Panova L. P., Rodionova N. A., Klimenko V. S. Voltammetric determination of heavy metals in soil and vegetable produce. Russian Journal of Physical Chemistry, 2024;98;7: 1396–1399. https://doi.org/10.1134/S0036024424700390. EDN JVCJGI.

9. On the safety of food products. *TR TS 021/2011 (2011) docs.cntd.ru* Retrieved from https://docs.cntd.ru/document/902320560 (Accessed 15 November 2024) (in Russ.).

10. Pakusina A. P., Timoshenko E. V., Platonova T. P. Biochemical features of carrot varieties and hybrids in the conditions of Priamurye. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik,* 2023;17;3:36–42. EDN WDMGLM (in Russ.).

11. Pakusina A. P., Ran O. P., Platonova T. P. Characteristics of white cabbage varieties and hybrids according to the biochemical parameters in Priamurye. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik,* 2023;17;1:22–29. https://doi.org/10.22450/19996837_2023_1_22. EDN ZCFKLZ (in Russ.).

Статья поступила в редакцию 17.11.2024; одобрена после рецензирования 26.11.2024; принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 17.11.2024; approved after reviewing 26.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.

Информация об авторе

Панова Людмила Петровна, *кандидат химических наук, доцент кафедры химии, Благовещенский государственный педагогический университет, panovaljuda.71@mail.ru*

Information about the author

Ludmila P. Panova, *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Blagoveshchensk State Pedagogical University, panovaljuda.71@mail.ru*