

5. Научные основы технологий возделывания озимых зерновых культур, рапса и кукурузы / А. А. Аутко [и др.]; под общ. ред.: А. А. Аутко, Ф. И. Привалова / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 494 с.
6. Безотвальная разнотравная обработка – основа плодородия почвы и ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве / А. А. Аутко [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 5. – С. 9-14.
7. Аутко, А. А. О здоровой почве и возделывании сельскохозяйственных растений в Беларуси / А. А. Аутко, И. А. Шаганов, Ан. А. Аутко. – Гродно: ЧП «ЛитАРы», 2024. – 484 с.
8. Аутко, А. А. Снижение гербицидной нагрузки при возделывании кукурузы / А. А. Аутко, Н. И. Таранда // Международная конференция: актуальные вопросы выращивания сельхозпродукции на основе инновационных технологий, повышение урожайности и улучшение плодородия почв (Узбекистан). – Андижан, 2023. – С. 224-227.
9. Аутко, А. А. Безгербицидное возделывание кукурузы / А. А. Аутко, Н. И. Таранда, Н. Ю. Занемонская // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2025. – С. 9-11.
10. Влияние композиционных составов органоминеральных удобрений с регуляторами роста на биогенность почвы и урожайность кукурузы / А. А. Аутко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2024. – Т. 64. – С. 3-12.
11. Эффективность применения микробных препаратов при инокуляции семян озимого рапса / Я. Э. Пиллук [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 57-64.

УДК 635.64:634.044:549.25/.28

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛОДАХ ТОМАТА, ВЫРАЩИВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

О. А. Белоус, А. Г. Тарасевич, Е. А. Лешик

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: томат, тяжелые металлы, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк.

Аннотация. В результате проведенных испытаний было установлено, что по содержанию тяжелых металлов в плодах томата ни один из показателей не превышал допустимую норму. При этом максимальное количество ртути наблюдалось в плодах гибридов Секуритас и Алтадена – 0,012 мг/кг, а мышьяка, – в плодах гибридов Форонти (F1) и Секуритас (F1). Содержание кадмия в контрольном варианте составило 0,015 мг/кг (максимальное значение по вариантам опыта), что в 2,0 раза меньше допустимой концентрации, а максимальное содержание свинца наблюдалось в плодах гибрида Ксантеро (F1), однако данный показатель не превышал предельно допустимую концентрацию (0,5 мг/кг).

HEAVY METAL CONTENT IN TOMATO FRUITS GROWN IN PROTECTED GROUND CONDITIONS

O. A. Belous, A. G. Tarasevich, E. A. Leshik

El «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: tomato, heavy metals, lead, cadmium, mercury, arsenic.

Summary. The tests showed that none of the heavy metal content indicators in tomato fruits exceeded the permissible limit. The maximum mercury content was observed in the fruits of the Securitas and Altadena hybrid – 0,012 mg/kg, and arsenic – in the fruits of the Foronti (F1) and Securitas (F1) hybrids. The cadmium content in the control variant was 0,015 mg/kg (the maximum value for the experimental variants), which is 2,0 times less than the permissible concentration, and the maximum lead content was observed in the fruits of the Xantero (F1) hybrid, however, this indicator did not exceed the maximum permissible concentration (0,5 mg/kg).

(Поступила в редакцию 16.06.2025 г.)

Введение. Тяжелые металлы оказывают губительное действие на организм человека. Они могут накапливаться в овощах, как результат действия урбанизации: загрязнение окружающей среды, выхлопы автомобилей и деятельность промышленности.

Контроль содержания тяжелых металлов в томатах, выращиваемых в защищенном грунте, имеет важное значение в современных овощеводческих хозяйствах. С учетом увеличения промышленного загрязнения и применения различных удобрений, наличие таких веществ, как свинец, кадмий и ртуть, может существенно ухудшать качество продукции и негативно повлиять на здоровье потребителей. Соответственно, контроль содержания тяжелых металлов в томатах, выращенных на защищенном грунте, имеет важное значение по многим причинам. Высокое содержание тяжелых металлов может привести к серьезным заболеваниям, включая отравления, нарушения работы внутренних органов и канцерогенные эффекты. Поэтому для производителей томатов контроль содержания тяжелых металлов является важным аспектом обеспечения качества продукции. Овощи с высоким уровнем токсичных веществ непригодны для продажи и потребления, что негативно сказывается на репутации производителя. На овощную продукцию предъявляются строгие нормы и стандарты по содержанию тяжелых металлов в пищевых продуктах. Контроль этих веществ и регулярный мониторинг позволяет выявлять источники загрязнения и принимать меры для их устранения. Это может включать улучшение методов ведения овощеводства, использование чистых источников воды и оптимизацию применения удобрений [2, 3, 5].

Таким образом, контроль содержания ртути, мышьяка, кадмия и свинца в овощах, выращенных на защищенном грунте, является важной частью системы обеспечения безопасности пищевых продуктов и защиты здоровья населения

Цель исследования – выявить накопление тяжелых металлов в томатах защищенного грунта.

Объект исследований: гибриды индетерминантного томата в условиях защищенного грунта, выращиваемые методом малообъемной технологии.

Предмет исследований: показатели безопасности гибридов томата в защищенном грунте, урожайность овощной продукции.

Материал и методика исследований. Опыты по изучению количества тяжелых металлов в продукции томата защищенного грунта проводились в «ТК «Берестье» Брестского района в 2022-2023 гг.

Согласно схеме опыта изучали следующие гибриды:

1. Форонти (F1) – контроль;
2. Алтадена (F1);
3. Секуритас (F1);
4. Ксантеро (F1).

Контрольным вариантом был выбран гибрид Форонти F1 Голландской селекции фирмы De Ruiter Seeds. Все гибриды являются среднеспелыми с генеративным типом развития, включенные в государственный реестр сортов Республики Беларусь. Предпосевная обработка семян не проводилась, т. к. они прошли обработку на фирме-производителе. Опыт закладывался по методике ВНИИ овощеводства. Схема посадки рассады томата – 100х40 см. Общая площадь делянки – 13,5 м², учетная – 9,0. Повторность опыта трехкратная, что соответствовало требованиям методики полевого опыта [1, 4, 6].

В продукции томата защищенного грунта с использованием соответствующих методик определяли:

- ✓ содержание мышьяка – по ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения мышьяка;
- ✓ содержание кадмия – по ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия;
- ✓ содержание свинца – по ГОСТ 26932-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца;
- ✓ содержание ртути – по ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.

Основные экспериментальные данные в исследованиях подвергались статистической обработке с использованием дисперсионного анализа в программе Excel.

Результаты исследований и их обсуждение.

Высвобождение ртути в окружающую среду происходит, в основном, в результате человеческой жизнедеятельности. Основным источником ртути является сжигание угля для получения электроэнергии и отопления. Ртуть опасна для человеческого организма, но наибольший вред причиняет беременным женщинам и детям, которые на стадии внутриутробного развития подвергались ее воздействию.

Мышьяк, химический элемент, присутствующий во всей окружающей среде, человек никак не может его контролировать. Источником загрязнения пищи и воды мышьяком являются бытовые отходы, выбросы промышленных предприятий и химические загрязнения. Длительное воздействие значительной концентрации мышьяка провоцирует рак печени, почек, мочевого пузыря и легких [5, 6].

В результате проведенных испытаний было установлено, что плоды томата всех изучаемых гибридов, содержали данные элементы в количествах, меньших в 1,5-2,5 раза предельно допустимых концентраций (ПДК) (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание ртути и мышьяка в плодах гибридов томата в ОАО «ТК «Берестье», 2022-2023 гг.

Гибрид	Ртуть, мг/кг			Мышьяк, мг/кг		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
1. Форонти (F1) – контроль	0,009	0,011	0,010	0,029	0,031	0,030
2. Алтадена (F1)	0,010	0,013	0,012	0,028	0,030	0,029
3. Секуритас (F1)	0,012	0,012	0,012	0,029	0,031	0,030
4. Ксантеро (F1)	0,009	0,008	0,009	0,025	0,028	0,026
ПДК	0,02			0,2		

Проанализировав полученные данные таблицы 1, можно сделать вывод о том, что максимальное количество ртути наблюдалось в плодах гибрида Секуритас (F1) – 0,012 мг/кг, что в 1,7 раза меньше допустимой нормы и на 0,002 мг больше, чем в контрольном варианте. Максимальное количество мышьяка, в среднем за 2 года, содержалось в плодах гибридов Форонти (F1) и Секуритас (F1) и составило 0,030 мг/кг сырой продукции.

Кадмий – это очень токсичный элемент, которого в пищевых продуктах содержится примерно в 5-10 раз меньше, чем свинца. Повышенное содержание кадмия может наблюдаться в результате попадания его из окружающей среды. В этом случае группой риска являются овощи, фрукты, мясо, молоко. Кадмиевое отравление поражает центральную нервную систему, вызывает острые костные боли, дисфункцию половых органов.

Кадмий по химическим свойствам родственен цинку, может замещать цинк в ряде биохимических процессов в организме, нарушая их (например, выступать как псевдоактиватор белков). Смертельной для человека может быть доза в 30-40 мг. Особенностью кадмия является большое время удержания: за 1 сутки из организма выводится около 0,1 % полученной дозы [5, 6].

Среди прочих тяжелых металлов к особо токсичным относится и свинец. Наряду с мышьяком, кадмием и ртутью, свинец отнесен к классу высокоопасных для живых организмов веществ. В организм человека большая часть свинца поступает с продуктами питания, а также с питьевой водой, атмосферным воздухом, при курении, при случайном попадании в пищевод кусочков свинецсодержащей краски или загрязненной свинцом почвы. С атмосферным воздухом поступает незначительное количество свинца, всего 1-2 %, но при этом большая часть свинца абсорбируется в организме человека [5, 6].

В опытах не было установлено превышения допустимой концентрации кадмия и свинца в плодах томата исследуемых гибридов (таблица 2). Анализ полученных в исследованиях данных показывает, что в контрольном варианте содержание кадмия составило 0,015 мг/кг (максимальное значение по вариантам опыта), что в 2,0 раза меньше допустимой концентрации. В гибридах Алтадена, Секуритас, Ксантеро содержание кадмия составило в среднем за 2 года 0,010 мг/кг томата, что в 3 раза меньше ПДК.

Таблица 2 – Содержание кадмия и свинца в плодах гибридов томата в ОАО «ТК «Берестье», 2022-2023 гг.

Гибрид	Кадмий, мг/кг			Свинец, мг/кг		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
1. Форонти (F1) – контроль	0,009	0,012	0,015	0,112	0,131	0,122
2. Алтадена (F1)	0,008	0,011	0,010	0,126	0,129	0,128
3. Секуритас (F1)	0,008	0,012	0,010	0,131	0,136	0,134
4. Ксантеро (F1)	0,009	0,010	0,010	0,136	0,142	0,139
ПДК	0,03			0,5		

Максимальное содержание свинца наблюдалось в плодах гибрида Ксантеро (F1) – 0,139 мг/кг, однако данный показатель не превышал предельно допустимую концентрацию (0,5 мг/кг).

Вывод. Таким образом, в результате исследований было установлено, что продукция томатов различных гибридов в продленной культуре соответствует требованиям по качеству и безопасности и содержание вышеперечисленных веществ не превышает предельно допустимых концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Современные технологии производства овощей в Беларуси / А. А. Аутко [и др.]. – Молодечно: тип. «Победа», 2015. – 272 с.
2. Белоус, О. А. Сравнительный анализ сортов (гибридов) томата для защищенного грунта / О. А. Белоус, Е. Г. Кравчик // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / редкол.: В. К. Пестис (и др.). – Гродно: ГТАУ, 2020 – т. 51. Агрономия. – С. 9-15.
3. Белоус, О. А. Сравнительная оценка урожайности и безопасности различных гибридов томата / О. А. Белоус // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – сборник научных статей по материалам XXVI международной научно-практической конференции (Гродно, март 2023 года).
4. Дружкин, А. Ф. Основы научных исследований в агрономии. Часть 2. Биометрия. / А. Ф. Дружкин, З. Д. Ляшенко, М. А. Панина – Саратов, 2009. – 70 с.
5. Kondratyeva I.Yu., Engalychev M.R., Lvova A.Yu. Early varieties of tomatoes for open ground areas of risk farming. Vegetable crops of Russia. 2020;(2):58-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-58-61>. – 10.01.2025.
6. Мотузова, Г. В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г. В. Мотузова / учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению высшего профессионального образования 020700 «почвоведение» / Г. В. Мотузова, Е. А. Карпова. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 2013. – 302 с.

УДК 633.878.41:581.4

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КАРЛИКОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ГРАБА ОБЫКНОВЕННОГО (С. BETULUS A. K.) СОРТА СПОРОВСКИЙ

А. С. Бруйло, Е. Д. Бруйло, А. В. Чайчиц

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: kafedra.plod@mail.ru)

Ключевые слова: граб обыкновенный, карликовый, крона, фактура, побеги, междоузлия, почки, сорт Споровский.

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований (1994-2024 гг.) по изучению карликовой формы граба обыкновенного (*Carpinus betulus* a.), выявленной в лесном массиве урочище Пригодичи Гродненского района. Представлено морфологическое описание и производственно-хозяйственные признаки карликовых деревьев граба обыкновенного сорта Споровский, включая особенности формы, плотности и фактуры кроны, строения ствола, междоузлий, типов побегов и их характеристик.