

*Е. А. Мышкевич, С. А. Арашкович, М. П. Лосева*  
*РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ СОВРЕМЕННЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ ГРУППЫ ДИАМИДОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Дата поступления статьи в редакцию: 20.05.2024*

*Рецензент: канд. с.-х. наук Жуковский А. Г.*

**Аннотация.** Изучено поведение действующих веществ инсектицидов группы диамидов: хлорантранилипрол, тетранилипрол и циантранилипрол, применяемых в защите от вредных объектов различных сельскохозяйственных культур. Действующие вещества хлорантранилипрол и тетранилипрол не обнаруживались ни в одном из образцов исследуемых за 2020–2022 гг. Циантранилипрол определялся в плодах огурцов на 3 и 5 сутки после четырехкратной обработки в количестве 0,023 мг/кг и 0,014 мг/кг соответственно, что ниже максимально допустимого уровня – 0,03 мг/кг. При соблюдении норм внесения и сроков ожидания сельскохозяйственная продукция не загрязняется остаточными количествами изучаемых действующих веществ.

**Ключевые слова:** остаточные количества, хлорантранилипрол, тетранилипрол, циантранилипрол.

**Введение.** Соединения группы диамидов – новые химические вещества с совершенно другим механизмом действия, по сравнению с традиционными инсектицидами, позволяют решать проблему резистентности у насекомых [2].

Согласно классификации IRAC [3] диамиды относятся по механизму действия к группе 28 «Модуляторы рианодиновых рецепторов». Данная классификация разрабатывалась для обеспечения руководства по стратегиям борьбы с резистентностью у насекомых-вредителей к инсектицидам.

По данным IRAC действующие вещества группы диамидов входит в пятерку самых продаваемых инсектицидов в мире, после группы неоникотиноидов и пиретроидов. Многие старые действующие вещества, группы фосфорорганических соединений и карбаматов, заменяются не только в связи с резистентностью, но и с ужесточением нормативных требований относительно безопасности окружающей среды и человека.

В настоящее время в Республике Беларусь из группы диамидов имеют регистрацию действующие вещества: хлорантранилипрол, тетранилипрол, циантранилипрол. В период 2020–2022 гг. в лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» в рамках государственной регистрации изучали поведение данных действующих веществ. Цель нашего исследования заключалась в определении остаточных количеств инсектицидов группы диамидов после их применения на сельскохозяйственных культурах и оценке их соответствия гигиеническим нормативам.

**Методика проведения исследований.** Определение остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции проводили по официальным методическим указаниям [7, 8, 9] методом жидкостной хроматографии на приборе «Hewlett Packard 1100» с диодно-матричным детектором. Пробы растительных образцов отбирались в соответствии с ГОСТ 34668-2020 [13] в опытах по изучению биологической эффективности на следующих культурах: картофель, кукуруза, капуста белокочанная, огурец (минеральная вата) и томат защищенного грунта, яблоня, рапс озимый. Пробы отбирались в сроки согласно инструкции о порядке проведения испытаний средств защиты растений, подлежащих государственной регистрации в Республике Беларусь [12].

Для проведения количественных исследований были использованы образцы аналитических стандартов действующих веществ хлорантранилипрол, тетранилипрол, циантранилипрол с содержанием основного вещества более 95 %.

Хлорантранилипрол – первый антраниловый диамид, инсектицид селективного действия, характеризуется низкой токсичностью для млекопитающих, медоносных пчёл [14]. Препараты на его основе используются для защиты от стеблевого кукурузного мотылька, колорадского жука, капустной моли и совки, репной белянки, яблонной плодовой гни, листовертки и др. [10].

Тетранилипрол – инсектицид нового поколения, в Беларуси зарегистрирован на рапсе озимом и яровом для защиты культуры от рапсового цветоеда, семенного и стеблевого скрытнохоботников, стручкового капустного комарика, капустной моли, для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька, западного кукурузного жука, для защиты капусты белокочанной от капустной моли и совки.

Согласно данным Лобко А. А. [и др.] инсектициды на основе хлорантранилипрола и тетранилипрола обеспечивают длительный (до 28 суток) и высокий (до 100 %) защитный эффект против комплекса чешуекрылых вредителей [5].

Циантранилипрол – по химическому строению похож на хлорантранилипрол, но обладает более широким спектром инсектицидной

активности благодаря более высокой растворимости в воде –14,2 мг/л, против 0,88 мг/л [1]. Наиболее эффективен против сосущих вредителей, а также широкого спектра других вредителей. В Беларуси прошел регистрацию против трипсов при внесении под корень при капельном поливе.

**Результаты и их обсуждение.** Исследования по поведению хлорантранилипрола в картофеле, кукурузе, капусте, рапсе, яблоках проведенные в 2021 и 2022 гг. показали, что ни в одной из проб вещество не детектировалось.

Клубни картофеля анализировались на 20 и 39 сутки после применения инсектицидов на основе хлоратранилипрола в норме расхода 12 г/га при двукратном применении и на 30 сутки после однократного применения, извлечение искомого вещества было на уровне 73,0–79,2 %, нижний предел количественного определения значительно ниже МДУ (таблица).

Кукуруза анализировалась на 60 сутки после однократной обработки в зеленой массе, зерне и масле на содержание остаточных количеств хлорантранилипрола. Извлечение составило 78,2–97,0 %, нижний предел количественного определения на уровне МДУ и ниже. Извлечение из кочанов капусты составило 71,7–95,4 %. Нижний предел количественного определения значительно ниже МДУ. Семена, масло, солома рапса анализировались на 60 сутки после обработки, извлечение было выше 80,0 %, а нижний предел количественного определения не выше 0,064 мг/кг. МДУ в Республике Беларусь и Российской Федерации не установлено [6, 11], согласно Кодекса Алиментариуса [4] МДУ для семян рапса составляет 2,0 мг/кг, также в своде пищевых международных стандартов нормируется МДУ для соломы – 30 мг/кг. Из яблок на 20 сутки после двукратной обработки исследуемое вещество извлекалось на уровне 97,7–104,0 %, нижний предел количественного определения ниже МДУ.

В период с 2020 по 2022 гг. проводились исследования по содержанию остаточных количеств тетралипрола в зеленой массе и зерне кукурузы на 60 сутки, семенах, масле, соломе рапса и кочанах капусты на 20 сутки, в результате искомое действующее вещество не обнаруживалось в исследуемых образцах. Извлечение было выше 80,0 %, нижний предел количественного определения был в пределах 0,008–0,080 мг/кг, в зеленой массе и соломе – 0,212–0,470 мг/кг (МДУ не установлено).

Содержание циантранилипрола изучали в динамике в огурцах и томатах защищенного грунта на 1, 3, 5 сутки после четырехкратного внесения под корень при капельном поливе, в итоге, в огурцах на 3 сутки его содержание составило 0,023 мг/кг, на 5 сутки – 0,014 мг/кг, а в томатах не обнаруживался. МДУ в Республике Беларусь не установлено, но согласно СанПиН 1.2.3685-21 [6] МДУ для огурцов составляет 0,3 мг/кг, для томатов – 0,1 мг/кг.

**Таблица – Результаты содержания остаточных количеств действующих веществ инсектицидов группы диамидов в образцах растительной продукции (лабораторный опыт, лаборатория динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений», 2020–2022 гг.)**

Культура	Максимальная норма расхода ДВ, г/га	КО	Сутки ПО	Образец	Извлечение, %	НПКО, мг/кг	МДУ, мг/кг [11]	Результат, мг/кг
<b>хлорантрилипрол</b>								
Картофель	12	1	30	клубни	73,0	0,043	1,0	н/о
Картофель	12	2	20	клубни	78,8	0,024	1,0	н/о
Картофель	12	2	39	клубни	79,2	0,024	1,0	н/о
Кукуруза	40	1	60	з/м	86,0	0,060	н/н	н/о
Кукуруза	40	1	60	з/м	78,2	0,075	н/н	н/о
Кукуруза	40	1	60	зерно	81,6	0,010	0,02	н/о
Кукуруза	40	1	60	зерно	97,0	0,020	0,02	н/о
Кукуруза	40	1	60	масло	90,2	0,016	н/у	н/о
Капуста	40	2	30	кочаны	71,7	0,049	20,0	н/о
Капуста	40	2	60	кочаны	72,4	0,058	20,0	н/о
Капуста	40	2	63	кочаны	95,4	0,011	20,0	н/о
Рапс	40	2	60	семена	87,8	0,064	н/у	н/о
Рапс	40	2	60	масло	86,9	0,064	н/у	н/о
Рапс	40	2	60	солома	81,4	0,062	н/н	н/о
Яблоня	60	2	20	яблоки	104,0	0,005	0,5	н/о
Яблоня	60	2	20	яблоки	97,7	0,005	0,5	н/о
<b>тетранлипрол</b>								
Кукуруза	50	1	60	зерно	80,6	0,008	н/у	н/о
Кукуруза	50	1	60	з/м	81,0	0,470	н/у	н/о
Рапс	50	2	20	семена	91,9	0,076	н/у	н/о
Рапс	50	2	20	масло	92,4	0,071	н/у	н/о
Рапс	50	2	20	солома	93,9	0,212	н/н	н/о
Капуста	50	2	20	кочаны	84,4	0,080	н/у	н/о
<b>циантрилипрол</b>								
Огурец з/г	100	4	1	огурцы	76,0	0,009	н/у	н/о
Огурец з/г	100	4	3	огурцы	76,0	0,009	н/у	0,023
Огурец з/г	100	4	5	огурцы	75,7	0,009	н/у	0,014
Томат з/г	100	4	1	томаты	95,7	0,040	н/у	н/о
Томат з/г	100	4	3	томаты	95,0	0,040	н/у	н/о
Томат з/г	100	4	5	томаты	95,0	0,040	н/у	н/о

Примечания: ДВ – действующее вещество; з/г – защищенный грунт; з/м – зеленая масса; МДУ – максимально допустимый уровень; НПКО – нижний предел количественного определения; н/н – не нормируется; н/о – не обнаружено; н/у – не установлено; ПО – после обработки; КО – кратность обработок.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют, что действующие вещества хлорантранилипрола, тетранилипрола и циантранилипрола не загрязняют сельскохозяйственную продукцию и полностью разлагаются к уборке урожая. На основании результатов исследований установлены сроки ожидания для каждой культуры в отдельности и внесены в регламент применения. Нижние пределы количественного определения хлорантранилипрола в клубнях картофеля, зерне и масле кукурузы, кочанах капусты, семенах и масле рапса, яблоках соответствуют установленным величинам МДУ в исследуемых культурах, полнота извлечения варьируется по матрицам в диапазоне 71,7–104,0 %. Извлечение тетранилипрола из зерна кукурузы, семян и масла рапса, капусты составило 80,6–93,9 %, циантранилипрола из огурцов и томатов защищенного грунта – 75,7–95,7 %, нижние пределы количественного их определения ниже предельно допустимых порогов их содержания.

### Список литературы

1. PPDB [Electronic resource]. – Mode of access: PPDB Insecticide Index (herts.ac.uk) . – Date of access: 24.04.2024.
2. Давлианидзе, Т. А. Санитарно-эпидемиологическое значение и резистентность к инсектицидам природных популяций комнатной мухи *Musca domestica* / Т. А. Давлианидзе, О. Ю. Еремина // Вестн. защиты растений. – 2021. – Т. 104, № 2. – С. 72–86.
3. The IRAC Mode of Action Classification Online / IRAC [Electronic resource]. – Mode of access: <https://irac-online.org/modes-of-action/>. – Date of access: 11.03.2024.
4. Codex Alimentarius [Electronic resource]. – Mode of access: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p\\_id=230](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=230). – Date of access: 11.03.2024.
5. Ограничение развития чешуекрылых вредителей в агроценозах капусты белокочанной в Республике Беларусь / А. А. Лобко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 47. – С. 203–211.
6. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]: СанПиН 1.2.3685-21 : постановление Гл. гос. санитарного врача РФ, 28.01.2021 г. № 2 // КонсультантПлюс. – М., 2021. – 469 с.
7. Определение остаточных количеств хлорантранилипрола в капусте (кочанная капуста, брокколи, цветная капуста), баклажанах, цитрусовых культурах (апельсины, лимоны, грейпфруты, мандарины и др.), салате, изюме методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.3005–12 // Определение остаточных количеств действующих веществ пестицидов в растительном сырье и пищевых продуктах : сб. метод. указаний по методам контроля / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия людей ; ред.: Н. Е. Аكوпова, Л. С. Кучурова. – М., 2012. – С. 124–140.
8. Определение остаточных количеств хлорантранилипрола в плодовых (косточковых) культурах, перце, огурцах, томатах, ягодах и соке винограда методом высокоэффективной жидкостной хроматографии : МУК 4.1.2866–11 // Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, с.-х. сырье и объектах окружающей среды : сб. / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия людей. – М., 2011. – С. 100–115.
9. Определение остаточных количеств циантранилипрола в плодах огурца, корнеплодах моркови, зеленой массе, зерне и масле кукурузы, в семенах и масле подсолнечника и

рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: методические указания : МУК 4.1.3366–16 : 4.1. Методы контроля. Химические факторы : изд. офиц. / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия людей. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017. – 26 с.

10. Пестициды.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.pesticides.ru/active\\_substance/chlorantraniliprole](https://www.pesticides.ru/active_substance/chlorantraniliprole). – Дата доступа: 11.03.2024.

11. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 // Pravo.by. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1> – Дата доступа: 11.03.2024.

12. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 22 августа 2006 г. № 49 [Электронный ресурс] : постановление М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 16 нояб. 2016 г. № 32 // Pravo.by. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21731795> – Дата доступа: 11.03.2024.

13. Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности : ГОСТ 34668-2020. – Введ. 01.04.2021. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2021. – 42 с.

14. Справочник пестицидов и агрохимикатов [Электронный ресурс] // Агро XXI. – Режим доступа: [https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/active\\_substance\\_pesticides/pesticides](https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki/active_substance_pesticides/pesticides). – Дата доступа: 11.03.2024.

*E. A. Myshkevich, S. A. Arashkovich, M. P. Loseva*  
*RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region*

## **RESULTS OF TESTS OF THE CONTENT OF RESIDUAL AMOUNTS OF ACTIVE SUBSTANCES OF MODERN INSECTICIDES OF THE DIAMIDE GROUP IN AGRICULTURAL PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Annotation.** The behavior of the active substances of insecticides of the diamide group: chlorantraniliprol, tetraniprol and cyantraniliprol used in protection against harmful objects of various crops has been studied. The active substances chlorantraniliprol and tetraniprol were not detected in any of the samples studied for 2020–2022. Cintraniliprol was detected in cucumber fruits on days 3 and 5 after four times treatment in the amount of 0.023 mg/kg and 0.014 mg/kg respectively, which is below the maximum permissible level – 0.03 mg/kg. If the application standards and waiting times are observed, agricultural products are not contaminated with residual amounts of the active substances studied.

**Key words:** residual amounts, chlorantraniliprol, tetraniprol, cyantraniliprol.