Геоэкология

DOI: 10.35634/UdSU.2026.25.76.006

УДК 635.1/8:632.9

Н.Л. Макарова, Н.А. Жмакова, И.А. Прищепа, Н.Н. Колядко

АЛКАЛОИДСОДЕРЖАЩИЕ ПРЕПАРАТЫ ИНСЕКТИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Оценка биологической эффективности опытных образцов алкалоидсодержащих препаратов, полученных из семян люпина горького методами экстракции и гидролиза, в условиях защищенного и открытого грунта, показала, что они обладают выраженными инсектицидными свойствами. Особенно эффективным в условиях защищенного грунта против обыкновенного паутинного клеща, личинок тепличной белокрылки и тли оказался экстракт люпина, полученный при повышенной температуре. Его применение вызывало 100 %-ю гибель вредителей на культурах огурца и томата. В открытом грунте на вредителях капусты белокочанной отмечено максимальное снижение численности гусениц капустной (87,8 и 81,5 %) и репной (72,1 и 63,7 %) белянок при обработке растений 0,5 %-ми растворами гидролизата и экстракта люпина, полученных в условиях нагревания.

Ключевые слова: люпин, экстракция, гидролиз, алкалоидсодержащие препараты, инсектицидное действие, защищенный и открытый грунт, вредители огурца, томатов, капусты

Для цитирования: Адкалоидсодержащие препараты инсектицидного действия из растительного сырья / Н.Л. Макарова, Н.А. Жмакова, И.А. Прищепа, Н.Н. Колядко // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т. 9. Вып. 3. С. 665–675. DOI: 10.35634/UdSU.2026.25.76.006.

Актуальность

В настоящее время проблема экологизации растениеводства встает особенно остро в связи с повсеместным применением пестицидов, представляющих большую опасность для человека и окружающей среды. В связи с этим все большее распространение в мире получает органическое земледелие, исключающее применение химических препаратов, заменяя их биопрепаратами, получаемыми на основе природного сырья, содержащего

в своем составе соединения ростстимулирующего, инсектицидного, бактерицидного, фунгицидного действия [1–5].

Средства защиты растений от болезней и вредителей могут быть получены на основе алкалоидсодержащих растений, таких, как табак, люпин, чистотел, лютики и др. [6–9]. Алкалоиды – природные соединения сложного гетероциклического строения, производные хинолина пиридина, пирролидина, индола и др., в составе гетероцикла которых содержится азот. В растениях алкалоиды присутствуют обычно в виде солей, но могут быть выделены из них в форме оснований.

Доступным алкалоидсодержащим сырьем являются семена люпина – растения семейства бобовых (*Fabaceae. Syn. Paplionaceae*). В бобах люпина накапливаются значительные количества азотистых веществ, в том числе алкалоидов, которые относятся к группе хинолизидиновых. В составе алкалоидов люпина около двадцати соединений, основными из которых являются люпинин ($C_6H_{19}ON$), люпанин ($C_{15}H_{24}ON_2$), люпинидин ($C_{15}H_{26}N$). Алкалоиды люпина оказывают угнетающее действие на насекомых и патогенные микроорганизмы [10–12].

Алкалоиды содержатся во всех частях растения люпина, но более всего их накапливается в бобах. Содержание алкалоидов в разных видах люпина значительно различаются. Алкалоидные горькие содержат до 2,0 % от сухого вещества алкалоидов, малоалкалоидные – 0,025–0,1 %, выведены также кормовые безалкалоидные сорта с массовой долей этих соединений не более 0,025 % [13].

Целью исследований является получение образцов препаратов алкалоидной группы из семян люпина горького и оценка их биологической эффективности против вредителей овощных культур.

В Институте природопользования НАН Беларуси из семян люпина горького методами экстракции и гидролиза получены 3 опытных образца алкалоидсодержащих препаратов: экстракцией семян люпина при комнатной температуре – образец № 1; экстракцией семян люпина при повышенной температуре – образец № 2; гидролизом семян люпина при повышенной температуре – образец № 3.

Определено содержание общей суммы органических веществ (ОВ) и массовой доли алкалоидов в растворах препаратов. Массовую долю органических веществ определяли весовым методом, алкалоидов – нефелометрическим методом [14] (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание органических веществ и алкалоидов в препаратах

№ образца	Массовая доля ОВ в растворе, %	Выход, % на сухое вещество сырья	Массовая доля алкалоидов в растворе, %
1	8,4	36,0	0,30
2	8,9	52,3	0,44
3	9,4	56,1	0,33

В результате экстракции при комнатной температуре в раствор переходило 36,0 % органических соединений сырья, при нагревании их выход увеличивался до 52,3 %. В гидролизате, полученном при повышенной температуре, выход составлял 56,1 %. Массовая доля алкалоидов наибольшая в экстракте, полученном при нагревании – 0,44 %.

Изучение инсектицидной активности препаратов по отношению к вредителям огурца и томата защищенного грунта проведено в теплицах МОУСП «Старо-Борисов» Борисовского района Минской области на тест-объектах: обыкновенный паутинный клещ *(Tetranychus uriticae* Koch.), тепличная белокрылка *(Trialeurodes vaporariorum* Westw.), зеленая персиковая

тля *(Myzodes persicae* Sulz.) и на листогрызущих вредителях капусты белокочанной на опытном поле РУП «Институт защиты растений» – капустной *(Pieris brassicae* L.) и репной белянках *(P. rapae* L.).

Растения огурца сорта Раис обрабатывали рабочими растворами препаратов в концентрациях 0,2; 0,3 и 0,5 %. Учет гибели личинок паутинного клеща, белокрылки, капустной и репной белянок проведен на 5-й день, тли – на 5-ый и 7-ой дни после обработки. Биологическую эффективность определяли по снижению численности фитофагов. Повторность опытов 4-кратная Результаты обработаны статистически [15].

Опрыскивание растений 0,2 %-ми растворами препаратов № 3 и № 2 снижала плотность паутинного клеща на 72,8 и 68,9 % соответственно. Увеличение концентрации до 0,3 % вызывало полную гибель личинок в варианте с препаратом № 2 и снижало численность фитофага в варианте № 3 на 85,1 %. Применение 0,5 %-ных растворов приводило к 100 %-ной гибели фитофага в обоих вариантах, (табл. 2).

Таблица 2

Инсектицидная активность препаратов против обыкновенного паутинного клеща и тепличной белокрылки на огурцах в защищенном грунте

Вариант опыта	**Концентрация рабочего раствора, %**	**Численность личинок, особей/лист до обработки**		**Биологическая эффективность, %**	
		паутинный клещ	тепличной белокрылки	паутинный клещ	тепличная белокрылка
Препарат № 1	0,2	21	19	65,3	58,3
	0,3	19	23	65,6	63,5
	0,5	18	25	76,2	71,3
Препарат № 2	0,2	20	18	68,9	70,7
	0,3	24	18	100,0	100,0
	0,5	22	21	100,0	100,0
Препарат № 3	0,2	21	15	72,8	66,5
	0,3	23	16	85,1	83,4
	0,5	19	20	100,0	88,4
Контроль	-	23	18	33*	23*

Примечание – * В контроле – численность вредителей (особей/лист).

Гибель белокрылки при концентрации препаратов № 3 и № 2 0,2 % составляла 66,5–70,7 %. Увеличение концентрации до 0,5 % снижало численность белокрылки в варианте с препаратом № 3 на 88,4 % и приводило к полной гибели вредителя для варианта с применением препарата № 2.

Менее эффективным оказался препарат № 1. Гибель насекомых при его использовании в концентрациях 0,2–0,3 % не превышала 65,6 % и увеличивалась при 0,5 % до 71,3–76,2 %.

Инсектицидная активность препаратов оценивалась также против зеленой персиковой тли на культуре томата сорта Комфорт, (табл. 3).

Таблица 3

Инсектицидная активность препаратов против зеленой персиковой тли на томатах в защищенном грунте

Вариант опыта	**Концентрация рабочего раствора, %**	**Численность личинок тлей до обработки, особей/лист**	**Биологическая эффективность, %**	
			5-ый день	**7-ой день**
Препарат № 1	0,2	40	50,6	54,3
	0,3	48	53,8	58,8
	0,5	35	68,1	73,5
Препарат № 2	0,2	33	57,6	63,5
	0,3	51	70,1	73,9
	0,5	29	100,0	100,0
Препарат № 3	0,2	27	52,7	60,5
	0,3	30	55,9	63,0
	0,5	41	82,0	82,0
Контроль	-	34	38*	39*

*Примечание. *В контроле –* численность тли (особей/лист).

Учеты, проведенные на 5-й день после обработки в концентрациях 0,2–0,3 %, показали биологическую эффективность 50,6–70,1 %. Увеличение концентрации до 0,5 % снижало плотность популяции фитофага для препаратов № 3 и № 2 на 82,0–100 %, а у препарата № 1 – на 68,1 %. Прирост гибели насекомых на 7-й день после обработки увеличился на 3,8–7,8 %.

Оценка токсического действия препаратов в открытом грунте проведена на капусте белокочанной (сорт Слава) против гусениц капустной и репной белянок (табл. 4).

Таблица 4

Влияние алкалоидсодержащих препаратов на листогрызущих вредителей капусты белокочанной

Вариант опыта	**Концентрация рабочего раствора, %**	**Численность вредителей до обработки, особей/25 растений**		**Биологическая эффективность, %**	
		капустной белянки	репной белянки	капустная белянка	репная белянка
Препарат № 1	0,2	19	14	56,4	41,9
	0,3	17	8	58,9	48,5
	0,5	13	9	69,3	62,4
Препарат № 2	0,2	13	8	67,2	61,0
	0,3	15	12	74,9	63,8
	0,5	12	11	87,8	72,1
Препарат № 3	0,2	17	10	61,5	51,4
	0,3	10	9	68,8	56,8
	0,5	13	14	81,5	63,7
Контроль	-	13	11	17*	15*

Примечание – *В контроле – численность гусениц вредителей

Максимальное снижение численности гусениц капустной (87,8 и 81,5 %) и репной (72,1 и 63,7 %) белянок отмечено при обработке растений 0,5 %-ми растворами препаратов № 2 и № 3, соответственно.

Таким образом, алкалоидсодержащие препараты, полученные из семян люпина горького различными методами экстракции и гидролиза, проявили выраженные инсектицидные свойства. Внедрение в интегрированную систему защиты овощных культур от вредителей инсектицидных препаратов растительного происхождения позволит реализовать естественные механизмы регуляции численности энтомофагов в агроценозах овощных культур. Низкая токсичность и биогенная природа компонентов допускает их использование

в органическом земледелии, природоохранных зонах, при выращивании овощей для детского и диетического питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якимович Е.А., Сорока С.В. Анализ применения средств защиты растений в Республике Беларусь // Защита растений, 2023. № 1 (47). С. 260–269.
2. Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений: монография. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 462 с.
3. Ярчаковская С.И., Колтун Н.Е. Эффективность экологически безопасной защиты черной смородины от вредителей // Защита растений, 2024. №1 (48). С. 260–266.
4. Экологические основы интегрированной защиты растений / В.В. Чулкина, В.А. Чулкина Е.Ю. Торопова и др.: учебник / под ред. М.С.Соколова, В.А.Чулкиной. М: Колос, 2007. 568 с.
5. Долматов Д.А. Совершенствование ассортимента биологически активных веществ и препаратов, обладающих нематицидной активностью // Землеробства і ахова раслін, 2006. № 6. С. 44–48.
6. Плотника Т.В., Миргородская А.Д., Шураева Г.П. Применение отходов табачного производства в качестве средства защиты сельскохозяйственных культур от вредителей // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2015. № 5 (56). С. 153–158.
7. Новикова О.Т. Действие фитонцидных растений на поражение корней огурцов и томатов галловой нематодой // Эколого-экономические основы усовершенствования интегрированных систем защиты растений от вредителей болезней и сорняков. Минск: ПКФ «Экаунт», 1996. С. 155–156.
8. Прищепа И.А., Колядко Н.Н. О возможности применения препаратов растительного происхождения для защиты овощных культур от вредителей // Весці акад. навук Беларусі. Сер. аграр. Навук, 2003. № 3. С. 61–65.
9. Оценка возможности использования препаратов из растительного сырья в борьбе с вредителями в теплицах / О.Т., Новикова, Г.В. Наумова, Н.А. Жмакова и др. // Защита растений на рубеже XXI века: материалы научно-практ. конф., посвященной юбилею БелНИИЗР. Минск, 2001. С. 299–302.

10. Агафонова С.В., Рыков А.И. Химический состав семян растения *Lupinus angustifolius* и *Lupinus albus* Калининградской области // Химия растительного сырья, 2021. № 3. С. 135–142.
11. Анохина В. С., Каменская Л.Н., Цибульская И.Ю. Алкалоиды люпина: их фунгицидные эффекты // Молекулярная и прикладная генетика. 2008. Т. 8. С. 138–140.
12. Панкина И.А., Борисова Л.М. Исследование алколоидности семян люпина // Научный журнал НИУ ИТМО, 2015. № 4. С. 80–86.
13. Руцкая В.И. Тимошенко Е.С. Алкалоиды люпина и способы снижения их содержания (Обзор) // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2023. № 3 (71). С. 573–584.
14. Гар К.А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. 288 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 351 с.

Поступила в редакцию: 03.09.2026

Сведения об авторах

Макарова Наталья Леонидовна
к.т.н., доцент, старший научный сотрудник, Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»; 220076, Минск, Ф.Скорины, д. 10, Республика Беларусь.
Email: *nat.makarova05@gmail.com*

Жмакова Надежда Анатольевна
к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»; 220076, Минск, Ф.Скорины, д. 10, Республика Беларусь.
Email: *zhmakova@mail.ru*

Прищепа Иосиф Алексеевич
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, научный консультант, РУП «Институт защиты растений», 223011, Минская область, Минский район, а.г. Прилуки, ул. Мира 2, Республика Беларусь.

Колядко Нина Николаевна
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, РУП «Институт защиты растений», 223011, Минская область, Минский район, а.г. Прилуки, ул. Мира 2, Республика Беларусь.

N.L. Makarova, N.A. Zhmakova, I.A. Prishchepa, N.N. Kolyadko

ALKALOID-CONTAINING INSECTICIDAL PREPARATIONS FROM PLANT-BASED RAW MATERIALS

Annotation. Assessment of the biological effectiveness of experimental samples of alkaloid-containing preparations obtained from bitter lupine seeds by extraction and hydrolysis methods, under conditions of protected and open ground, showed that they possess pronounced insecticidal action. The lupine extract obtained at elevated temperatures proved particularly effective in protected ground conditions against the common spider mite, greenhouse whitefly larvae, and aphids. Its application caused 100% mortality of pests on cucumber and tomato crops. In open ground, on pests of white cabbage, the maximum reduction in the numbers of caterpillars of the cabbage white (87.8 and 81.5%) and the turnip white (72.1 and 63.7%) was noted when plants were treated with 0.5% solutions of the lupine hydrolyzate and extract obtained under heating conditions
Keywords: lupine, extraction, hydrolysis, alkaloid-containing preparations, insecticidal action, protected and open ground, pests of cucumber, tomatoes, cabbage.

For citation: Makarova N.L., Zhmakova N.A., Prishchepa I.A. Kolyadko N.N. [Alkaloid-containing insecticidal preparations from plant-based raw materials]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2026, vol. 9, issue 3. pp.665 –675. DOI: 10.35634/UdSU.2026.25.76.006.

REFERENCES

1. Yakimovich E.A., Soroka S.V. *Analiz primeneniya sredstv zashchity rastenij v Respublike Belarus'* [Analysis of the Application of Plant Protection Products in the Republic of Belarus] *Zashchita rastenij* [Plant Protection], 2023, no. 1 (47), pp. 260–269.
2. Sokolov M.S., Monastyrsky O.A., Pikushova E.A. *Ekologizaciya zashchity rastenij: monografiya* [Greening Plant Protection: Monograph]. Pushchino: ONTI PSC RAS, 1994, 462 p. (In Russ.).
3. Yarchakovskaya S.I., Koltun N.E. *Effektivnost' ekologicheski bezopasnoj zashchity chernoj smorodiny ot vreditelej* [Efficiency of Environmentally Safe Protection of Black Currants from Pests] *Zashchita rastenij* [Plant Protection], 2024, no. 1 (48), pp. 260–266.
4. Chulkina V.V., Chulkina V.A., Toropova E.Yu. et al. *Ekologicheskie osnovy integrirovannoj zashchity rastenij: uchebnik* [Ecological Foundations of Integrated Plant Protection: Textbook] edited by M.S.Sokolova, V.A.Chulkina. Moscow: Kolos, 2007, 568 p. (In Russ.).
5. Dolmatov D.A. *Sovershenstvovanie assortimenta biologicheski aktivnykh veshchestv i preparatov, obladayushchikh nematitsidnoj aktivnost'yu* [Improving the Range of Biologically

Active Substances and Preparations with Nematicidal Activity]. Zemlirobstva i akhova raslin, 2006, no. 6, pp. 44–48.

6. Plotnika T.V., Mirgorodskaya A.D., Shuraeva G.P. *Primenenie otkhodov tabachnogo proizvodstva v kachestve sredstva zashchity sel'skokhozyajstvennykh kul'tur ot vreditelej* [Using Tobacco Production Waste as a Means of Protecting Agricultural Crops from Pests]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Transactions of the Kuban State Agrarian University], 2015. no. 5 (56), pp. 153–158. (In Russ.).
7. Novikova O.T. *Dejstvie fitontsidnykh rastenij na porazhenie kornej ogurtsov i tomatov gallovoj nematodoj* [Effect of Phytoncidal Plants on Root-Knot Nematode Infection of Cucumbers and Tomatoes] // *Ekologo-ekonomicheskie osnovy usovershenstvovaniya integrirovannykh sistem zashchity rastenij ot vreditelej boleznej i sornyakov* [Ecological and Economic Foundations for Improving Integrated Systems for Plant Protection from Pests, Diseases, and Weeds]. Minsk: PKF «Ecount», 1996, pp. 155–156.
8. Prishchepa I.A., Kolyadko N.N. *O vozmozhnosti primeneniya preparatov rastitel'nogo proiskhozhdeniya dlya zashchity ovoshchnykh kul'tur ot vreditelej* [On the Possibility of Using Plant-Based Preparations to Protect Vegetable Crops from Pests] *Vestsi akad. navuk Belarusi. Ser. agrar. navuk* [Bulletin of the Academy of Sciences of Belarus. Series: Agrar. Science], 2003, no. 3, pp. 61–65.
9. Novikova O.T., Naumova G.V., Zhmakova N.A. et al. *Otsenka vozmozhnosti ispol'zovaniya preparatov iz rastitel'nogo syr'ya v bor'be s vreditelyami v teplitsakh* [Evaluation of the Possibility of Using Plant-Based Preparations to Control Pests in Greenhouses] Plant Protection at the Turn of the 21st Century: Proceedings of the Scientific. Practical. Conf. Dedicated to the Anniversary of the Belarusian Research Institute of Plant Protection. Minsk, 2001, pp. 299–302.
10. Agafonova S.V., Rykov A.I. *Khimicheskij sostav semyan rasteniya Lupinus angustifolius i Lupinus albus Kaliningradskoj oblasti* [Chemical composition of Lupinus angustifolius and Lupinus albus seeds from the Kaliningrad region] *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2021, no. 3, pp. 135–142. (In Russ.).
11. Anokhina V.S., Kamenskaya L.N., Tsibulskaya I.Yu. *Alkaloidy lyupina: ikh fungitsidnye effekty* [Lupine alkaloids: their fungicidal effects] *Molekulyarnaya i prikladnaya genetika* [Molecular and Applied Genetics], 2008, vol. 8, pp. 138–140. (In Russ.).

12. Pankina I.A., Borisova L.M. *Issledovanie alkoloidnosti semyan lyupina* [Study of alkaloid content of lupine seeds] *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO* [Scientific journal of NRU ITMO], 2015, no. 4, pp. 80–86. (In Russ.).
13. Rutskaya V.I., Timoshenko E.S. *Alkaloidy lyupina i sposoby snizheniya ikh soderzhaniya (Obzor)* [Lupine alkaloids and methods for reducing their content (Review)] *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa* [News of the Lower Volga Agrarian University Complex]. 2023, no. 3 (71), pp. 573–584. (In Russ.).
14. Gar K.A. *Metody ispytaniya toksichnosti i effektivnosti insektitsidov* [Methods of testing the toxicity and effectiveness of insecticides]. *M.: Izd-vo s.-kh. literatury, zhurnalov i plakatov* [Moscow: Publishing House of Agricultural Literature, Magazines, and Posters], 1963, 288 p. (In Russ.).
15. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij)* [Methodology of field experiments: (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Kolos, 1985, 351 p. (In Russ.).

Received: 03.09.2026

About the Authors

Makarova Natalya Leonidovna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, State Scientific Institution «Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus»; 220076, Minsk, F. Skoriny St., 10, Republic of Belarus.
Email: nat.makarova05@gmail.com

Zhmakova Nadezhda Anatolyevna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, State Scientific Institution «Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus»; 220076, Minsk, F. Skoriny St., 10, Republic of Belarus.
Email: zhmakova@mail.ru

Prishchepa Iosif Alekseevich
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Scientific Consultant, Republican Unitary Enterprise «Institute for Plant Protection», 223011, Minsk Region, Minsk District, Priluki Urban Settlement, ul. Mira 2, Republic of Belarus.

Kolyadko Nina Nikolaevna
PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher, Republican Unitary Enterprise «Institute of Plant Protection», 223011, Minsk Region, Minsk District, Priluki, Mira 2, Republic of Belarus.