

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ЛЮМАКС

✉ Костюк А.В., Лукачёва Н.Г., Ляшенко Е.В.

*Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений*

Приморский край, с. Камень-Рыболов, Россия

✉ e-mail: dalniizr@mail.ru

Изучены чувствительность сельскохозяйственных культур к гербициду Люмакс, состоящего из трех действующих веществ (д.в.): С-метолахлора, тербутилазина и мезотриона, длительность их сохранения в лугово-бурой почве и определено последствие препарата на культуры севооборота. Исследования проведены в Приморском крае в 2019, 2020 гг. в условиях вегетационного домика. На опытных делянках до всходов кукурузы применяли гербицид Люмакс в дозах 4,0 л/га (рекомендованная) и 8,0 л/га (двукратная от рекомендованной). Осенью 2019 г. и весной 2020 г. с опытных участков и с контрольного (без гербицидов) отобраны образцы лугово-бурой почвы с глубины пахотного слоя, содержащего 3,5% гумуса. Образцы использованы для установления длительности сохранения действующего начала и последствия гербицида Люмакс. Предварительно отобраны растения индикаторы остаточных количеств препарата в лугово-бурой почве. Рассчитаны дозы гербицида, снижающие надземную массу тест-растения на 50%, и его предельно-допустимые концентрации в почве. Определено, что к концу вегетационного сезона при норме внесения препарата 4,0 л/га в лугово-бурой почве сохраняется 0,7–3,0% д.в. гербицида Люмакс, при норме 8,0 л/га – 0,6–3,9%. К началу следующего полевого сезона препарат, примененный в рекомендованной норме расхода, полностью разлагается, в двукратной норме от рекомендованной остается 0,8–1,7% гербицида. Через 8 мес после внесения гербицид Люмакс в норме расхода 4,0 л/га безопасен для последующих культур севооборота. В случае передозировки или двойного наложения (8,0 л/га) он способен оказывать последствие на чувствительные культуры. Определены культуры, высокочувствительные к препарату Люмакс: капуста, редис, рапс, свекла, томаты, огурец и рис; чувствительные: пшеница, гречиха и соя; относительно устойчивые: овес и ячмень. Установлена безопасная норма расхода гербицида Люмакс (4,0 л/га) для последующих культур севооборота.

**Ключевые слова:** гербицид, препарат, Люмакс, норма расхода, доза, культура, почва

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE USE OF THE HERBICIDE LUMAX

✉ Kostyuk A.V., Lukashcheva N.G., Lyashenko E.V.

*The Far Eastern Research Institute of Plant Protection*

Kamen-Rybolov, Primorsky Territory, Russia

✉ e-mail: dalniizr@mail.ru

The sensitivity of agricultural crops to the Lumax herbicide, consisting of three active agents C-metolachlor, terbutylazine and mesotrione, the duration of their action in meadow-brown soil, and the aftereffect of the herbicide on the plants of the crop rotation were determined. The study was conducted in the conditions of the greenhouse in the Primorsky Territory in 2019 and 2020. The herbicide Lumax was used on experimental plots before corn germination at doses of 4.0 l/ha (recommended) and 8.0 l/ha (twice the recommended). In the autumn of 2019 and in the spring of 2020, samples of meadow-brown soil were taken from the experimental plots and from the control (without herbicides) from the depth of the arable layer containing 3.5% humus. The samples were used to establish the duration of the action of active agents and the aftereffect of the herbicide Lumax. Prior to this, plants indicating residual amounts of the chemical in meadow-brown soil were pre-selected. The doses of the herbicide which reduce the above-ground mass of the test plant by 50% were calculated, as well as its maximum permissible concentration in the soil. It was determined that by the end of the growing season, 0.7–3.0% of the active agent of the herbicide Lumax is retained in meadow-brown soil at a rate of application of 4.0 l/ha, and 0.6–3.9% – at a rate of 8.0 l/ha. By

the beginning of the next field season, the preparation applied at the recommended rate completely decomposed, while when it was applied at a double rate of the recommended rate, 0.8–1.7% of the herbicide remained. Eight months after the application at a rate of 4.0 l/ha, the herbicide Lumax is safe for subsequent crops of the crop rotation. In case of overdose or double application (8.0 l/ha), it can have an aftereffect on sensitive crops. The crops that are highly sensitive to the Lumax preparation were identified: cabbage, radish, rapeseed, beetroot, tomatoes, cucumber and rice; sensitive: wheat, buckwheat and soybean; relatively resistant: oats and barley. A safe consumption rate of the Lumax herbicide (4.0 l/ha) for subsequent crops of the crop rotation was established.

**Keywords:** herbicide, preparation, Lumax, consumption rate, dose, crop, soil

**Для цитирования:** Костюк А.В., Лукачёва Н.Г., Ляшенко Е.В. Экологическая оценка применения гербицида Люмакс // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 2. С. 49–55. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-2-6>

**For citation:** Kostyuk A.V., Lukasheva N.G., Lyashenko E.V. Environmental assessment of the use of the herbicide Lumax. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 2, pp. 49–55. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-2-6>

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Засоренность посевов – один из факторов, сдерживающих получение высоких и стабильных урожаев зерна кукурузы. Современное земледелие располагает широким набором способов борьбы с сорными растениями, наиболее действенный из них – применение гербицидов [1]. В настоящее время в мире около половины урожая сельскохозяйственных культур получают за счет средств защиты растений, поэтому обеспечить возрастающее население планеты продуктами питания и сырьем без применения пестицидов практически невозможно. В этих условиях высока актуальность проблем, связанных с контролем поведения химикатов в среде [2–4].

Для решения фитосанитарных задач используются новые технологии сельскохозяйственного производства, исследуется безопасность средств защиты растений, разрабатываются экологические нормативы их допустимого остаточного содержания [5, 6].

По различным оценкам 70–90% пестицидов в момент применения попадает в почву. Их остаточные количества угнетают почвенную биоту, оказывают отрицательное последствие на культурные растения, загрязняют поверхностные и подземные воды [7].

Проблема загрязнения пахотных почв современными гербицидами связана с продовольственной безопасностью страны, так как может привести к значительным потерям урожая сельскохозяйственных культур в результате неконтролируемого использования гербицидов [8].

Одно из требований, предъявляемых к гербицидам при регистрационных испытаниях, – экологическая безопасность. Она определяется рядом показателей: разложение в течение одного вегетационного периода, отсутствие последствия на следующие культуры севооборота и т.д. [9, 10]. Отсутствие отрицательного последствия – одно из важнейших свойств избирательных гербицидов. Большинство используемых препаратов обладает таким свойством, если соблюдаются регламенты их применения. При нарушении технологии (завышение нормы расхода, неравномерное распределение по площади и др.) многие препараты становятся опасными и могут вызвать повреждение не только обработанных, но и последующих культур севооборота [11].

Гербициды нового поколения, обладают высокой фитотоксичностью и сохраняют гербицидную активность в объектах окружающей среды, в частности в почве, в течение длительного времени. В связи с загрязнени-

ем пахотных почв остатками современных персистентных гербицидов требуются новые способы решения этой проблемы [12–14].

Остаточные количества гербицидов или их метаболитов действуют на последующую культуру. Для полевых севооборотов это не имело практического значения, так как доля таких гербицидов в производстве была незначительной [15].

Число химических веществ ежегодно увеличивается примерно на тысячу наименований. Однако многие из них недостаточно изучены с точки зрения экологической безопасности в различных почвенно-климатических условиях [16].

Оценка скорости детоксикации пестицидов проводится следующими методами: прямое определение динамики соединения веществ в почве при помощи физико-химических анализов и косвенное – при помощи биотестов. Первый метод в некоторых случаях недостаточно чувствителен для определения следов гербицидов, в частности применяемых в низких дозах. Наиболее доступным и достаточно информативным в этом случае признан фитотест на чувствительных растениях [17].

Цель исследований – изучить чувствительность сельскохозяйственных культур к гербициду Люмакс, состоящему из трех действующих веществ: С-метолахлора, тербутилазина и мезотриона, установить длительность их сохранения в лугово-бурой почве и определить последствие препарата на культуры севооборота.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в вегетационном домике (2019, 2020 гг.), а также на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в 2019 г. Почва участка – лугово-бурая оподзоленная среднесуглинистая, содержащая в пахотном горизонте 3–4% гумуса,  $pH_{\text{сол}}$  5,0–5,9.

В 2019 г. в условиях вегетационного домика определяли чувствительность 12 сель-

скохозяйственных культур к гербициду Люмакс. Навеску лугово-бурой почвы 1,5 кг обрабатывали растворами гербицида в дозах: 4,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,063 и 0,0315 л/га. Нанесение растворов препарата осуществляли с помощью лабораторного опрыскивателя ОЛ-5 конструкции Всероссийского НИИ фитопатологии. Через 1 сут после тщательного перемешивания обработанную почву помещали в стаканчики по 300 г. В них высевали семена следующих тест-культур: пшеница, ячмень, овес, рис, рапс, редис, огурцы, гречиха, соя, капуста, свекла и томаты.

В 2019 г. в посеве кукурузы до появления всходов применяли гербицид Люмакс в нормах расхода 4,0 л/га (рекомендованная) и 8,0 л/га (двукратная от рекомендованной). Осенью (через 3 мес) и весной 2020 г. (через 8 мес) с этих делянок, а также с контрольного варианта отобранные образцы лугово-бурой почвы с глубины пахотного слоя (0–20 см). Почву просушивали, измельчали, затем ею наполняли стаканчики, после чего в них высевали семена чувствительных тест-культур. Одновременно навеску чистой (без гербицидов) лугово-бурой почвы 1,5 кг обрабатывали растворами препарата Люмакс. После подготовки, описанной выше, высевали те же отобранные чувствительные культуры. Повторность опытов пятикратная. Влажность почвы в стаканчиках поддерживали на уровне 60–70% ПВ (полевая влагемкость) путем полива водопроводной водой. Через 30 сут растения срезали и взвешивали. Расчет  $ED_{10}$  и  $ED_{50}$  (токсичная доза, снижающая зеленую массу растений на 10 и 50%), а также остаточных количеств действующих веществ в почве проводили с помощью компьютера. Последствие гербицида Люмакс определяли по снижению надземной массы тест-растений в сравнении с контролем.

Все исследования выполняли согласно утвержденному методическому руководству<sup>1</sup>, а цифровой материал обрабатывали по Б.А. Доспехову<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Спирidonov Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 252 с.

<sup>2</sup>Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сельскохозяйственные культуры реагировали на внесение в почву гербицида Люмакс по-разному. Полную гибель свеклы наблюдали от присутствия в почве 0,063 л/га препарата, капусты и огурца – от 0,25 л/га, томатов, риса, рапса и редиса – от 0,5 л/га, гречихи и пшеницы – от 2,0 л/га, а сои, овса и ячменя – от 4,0 л/га (см. табл. 1).

Расчет токсичной дозы гербицида Люмакс, снижающей зеленую массу растений на 50%, показал, что для свеклы она равна 0,004 л/га, для капусты, риса, томатов, огурца, рапса и редиса – 0,045–0,166 л/га. Эти культуры определены как высокочувствительные. Чувствительными культурами к данному гербициду оказались пшеница, гречиха и соя, относительно устойчивыми – овес и ячмень. К растениям индикаторам остаточных количеств гербицида Люмакс в лугово-бурой почве относятся высокочув-

ствительные и чувствительные сельскохозяйственные культуры. По показателю  $ED_{10}$  препарата в почве тест-культуры в порядке убывания располагаются следующим образом: ячмень → овес → соя → гречиха → пшеница → редис → рапс → огурцы → томаты → рис → капуста → свекла.

К концу вегетационного сезона (через 3 мес после обработки) от нормы внесения 4,0 л/га (2,152 кг д.в./га) в лугово-бурой почве сохранилось 0,016–0,064 кг д.в./га, или 0,7–3,0%, гербицида Люмакс, от нормы внесения 8,0 л/га (4,304 кг д.в./га) – 0,024–0,170 кг/га, или 0,6–3,9%, (см. табл. 2).

На присутствие изучаемого препарата в почве показали практически все отобранные растения индикаторы. К началу следу-

**Табл. 1.** Токсичная доза гербицида Люмакс для сельскохозяйственных культур в лугово-бурой почве, л/га

**Table 1.** Toxic dose of the Lumax herbicide for agricultural crops in meadow brown soil, l/ha

| Культура | Полная гибель растений | Снижение зеленой массы растений |        |
|----------|------------------------|---------------------------------|--------|
|          |                        | на 50%                          | на 10% |
| Ячмень   | 4,0                    | 1,193 (1,020 ÷ 1,394)           | 0,595  |
| Овес     | 4,0                    | 1,087 (0,994 ÷ 1,188)           | 0,399  |
| Соя      | 4,0                    | 0,712 (0,611 ÷ 0,829)           | 0,201  |
| Гречиха  | 2,0                    | 0,357 (0,308 ÷ 0,413)           | 0,178  |
| Пшеница  | 2,0                    | 0,336 (0,247 ÷ 0,456)           | 0,132  |
| Редис    | 0,5                    | 0,166 (0,126 ÷ 0,219)           | 0,070  |
| Рапс     | 0,5                    | 0,104 (0,089 ÷ 0,122)           | 0,042  |
| Огурцы   | 0,25                   | 0,070 (0,057 ÷ 0,085)           | 0,031  |
| Томаты   | 0,5                    | 0,068 (0,051 ÷ 0,091)           | 0,020  |
| Рис      | 0,5                    | 0,067 (0,053 ÷ 0,086)           | 0,020  |
| Капуста  | 0,25                   | 0,045 (0,033 ÷ 0,062)           | 0,017  |
| Свекла   | 0,063                  | 0,004 (0,001 ÷ 0,018)           | 0      |

**Табл. 2.** Динамика содержания действующих веществ гербицида Люмакс в лугово-бурой почве  
**Table 2.** Dynamics of the content of active agents of the herbicide Lumax in meadow-brown soil

| Тест-культура | Норма расхода, л/га |         | Содержание д.в. в слое почвы 0–20 см |                            |             |                            |
|---------------|---------------------|---------|--------------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
|               | по препарату        | по д.в. | через 3 мес                          |                            | через 8 мес |                            |
|               |                     |         | кг/га                                | % от внесенного количества | кг/га       | % от внесенного количества |
| Соя           | 4                   | 2,152   | 0,060                                | 2,8                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,064                                | 1,5                        | 0,040       | 0,9                        |
| Пшеница       | 4                   | 2,152   | 0,064                                | 3,0                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,090                                | 2,1                        | 0,072       | 1,7                        |
| Гречиха       | 4                   | 2,152   | 0                                    | 0                          | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,110                                | 2,6                        | 0           | 0                          |
| Редис         | 4                   | 2,152   | 0,016                                | 0,7                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,038                                | 1,0                        | 0           | 0                          |
| Рапс          | 4                   | 2,152   | 0,025                                | 1,2                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,056                                | 1,3                        | 0           | 0                          |
| Капуста       | 4                   | 2,152   | 0                                    | 0                          | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,026                                | 0,6                        | 0           | 0                          |
| Огурцы        | 4                   | 2,152   | 0,045                                | 2,1                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,050                                | 1,2                        | 0,035       | 0,8                        |
| Томаты        | 4                   | 2,152   | 0,058                                | 2,7                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,062                                | 1,4                        | 0,047       | 1,1                        |
| Рис           | 4                   | 2,152   | 0,046                                | 2,1                        | 0           | 0                          |
|               | 8                   | 4,304   | 0,064                                | 1,5                        | 0,046       | 1,1                        |

ющего полевого сезона (через 8 мес после внесения) препарат Люмакс, примененный в рекомендованной норме расхода, полностью разложился. При внесении препарата в двукратной от рекомендованной дозы осталось гербицида 0,035–0,072 кг/га, или 0,8–1,7%. Остаточные количества Люмакса в почве отмечены в посевах огурцов, сои, риса, томатов и пшеницы.

Проведенные исследования по определению последствий гербицида Люмакс свидетельствуют о том, что в рекомендованной норме расхода 4,0 л/га томаты незначительно (на 1,5%) снижали надземную массу (см. табл. 3).

На остальных культурах зеленая масса растений зарегистрирована на 0,7–7,9% больше, чем на безгербицидном варианте. В дозе 8,0 л/га, двукратной от рекомендованной, достоверно ( $HCp_{05} = 11,7$  и  $9,1\%$  соответственно) наименьшее наращивание зеленой массы отмечено на пшенице – 12,5% и сое – 10%. Надземная масса томатов, огурца и риса оказалась также на 8,0–9,7% меньше, чем в контроле.

**Табл. 3.** Последствие гербицида Люмакс на культуры севооборота

**Table 3.** Aftereffect of the herbicide Lumax on the plants of crop rotation

| Культура | Зеленая масса растений в контроле, г | Снижение зеленой массы растений от норм расхода, % к контролю |          | HCp <sub>05</sub> <sup>o</sup> |
|----------|--------------------------------------|---|----------|--------------------------------|
|          |                                      | 4,0 л/га  | 8,0 л/га |                                |
| Пшеница  | 1,52                                 | + 0,7   | 12,5     | 11,7                           |
| Рис      | 0,86                                 | + 1,2   | 9,3      | 11,6                           |
| Соя      | 2,57                                 | + 4,7   | 10       | 9,1                            |
| Гречиха  | 3,64                                 | + 4,4   | 0        | 14,6                           |
| Огурцы   | 3,32                                 | + 6,3   | 8,7      | 11                             |
| Томаты   | 1,37                                 | 1,5   | 8,0      | 14                             |
| Рапс     | 1,51                                 | + 7,9   | 0        | 12                             |

## ВЫВОДЫ

1. По результатам исследований, проведенных в условиях вегетационного домика в лугово-бурой почве, установлена чувствительность сельскохозяйственных культур к гербициду Люмакс. Определены следующие высокочувствительные культуры: капуста, редис, рапс, свекла, томаты, огурцы, рис; чувствительные: пшеница, соя, гречиха; относительно устойчивые: ячмень, овес. К растениям индикаторам остаточных количеств гербицида Люмакс относятся высокочувствительные и чувствительные культуры.

2. Через 8 мес после внесения гербицид Люмакс в рекомендованной (4,0 л/га) норме расхода безопасен для последующих культур севооборота. В случае передозировки или двойного наложения (8,0 л/га) он может оказывать последствие. В лугово-бурой почве сохраняется до 0,8–1,7% действующего вещества препарата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецова С.В., Губа Е.И. Гербициды для раннеспелых и среднеспелых гибридов кукурузы // Защита и карантин растений. 2017. № 7. С. 48–50.
2. Данилова А.А. Оценка детоксикационной активности черноземов в агроценозах // Агрохимия. 2017. № 8. С. 92–96.
3. Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современные проблемы изучения гербицидов // Агрохимия. 2010. № 7. С. 73–91.
4. Мрясова Л.М., Кузнецова В.А., Остронков В.С., Лащин С.А. Снижение гербицидной нагрузки при использовании арабиногалактана // Аграрная наука. 2016. № 8. С. 15–17.
5. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надыкта В.Д. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // Агрохимия. 2017. № 4. С. 3–9.
6. Захаренко В.А. Больше внимания разработке и внедрению современных технологий // Защита и карантин растений. 2006. № 1. С. 4–8.
7. Сметник А.А., Спиридонов Ю.Я. Особенности поведения пестицидов в почве // Защита и карантин растений. 2002. № 2. С. 46–47.

8. Халиков С.С., Чкаников Н.Д., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П. Новый препарат для предпосевной обработки семян с комплексной защитой от болезней и остатков гербицидов в почве // *Агрохимия* 2016. № 6. С. 39–45.
9. Долженко В.И., Петунова А.А., Маханькова Т.А. Биолого-токсикологические требования к ассортименту гербицидов // *Защита и карантин растений*. 2001. № 5. С. 14.
10. Петрова М.О., Черменская Т.Д., Долженко В.И. Развитие исследований в аналитической лаборатории ВИЗР по оценке остаточных количеств пестицидов // *Вестник защиты растений*. 2020. Т.103. № 12. С. 87–93. DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-13399.
11. Гулидов А.М. О последствии гербицидов // *Защита и карантин растений*. 2003. № 2. С. 25–26.
12. Федоровский О.Ю., Халиков С.С., Спиридонов Ю.Я., Чкаников Н.Д. Антидотная активность нового производного стимулятора роста растений флороксан по отношению к гербициду ряда сульфонилмочевин-метсульфуронметилу // *Агрохимия*. 2019. № 5. С. 29–34. DOI: 10.1134/S0002188119050041.
13. Халиков С.С., Голубев А.С., Чкаников Н.Д., Коротов Н.А., Спиридонов Ю.Я. Инновационные протравители с антидотным действием // *Агрохимия*. 2017. № 4. С. 22–25.
14. Спиридонов Ю.Я., Чичварина О.А., Босак Г.С., Селютина О.Ю., Поляков Н.Д., Варламова А.И., Федоровский О.Ю., Чкаников Н.Д., Халиков С.С. Инновационный подход в создании протравителей с антидотным действием против почвенных остатков гербицидов сульфонилмочевинного ряда // *Агрохимия*. 2019. № 5. С. 35–47. DOI: 10.1134/S0002188119050089.
15. Стецов Г.Я. Последствие гербицидов в Западной Сибири // *Защита и карантин растений*. 2015. № 3. С. 17–19.
16. Романенко Г.А. Обеспечить экологически безопасное развитие АПК // *Аграрная наука*. 2002. № 8. С. 2–3.
17. Данилова А.А. Доступный способ регулирования скорости детоксикации пестицидов в зерновых агроценозах Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 4. С. 33–35.

## REFERENCES

1. Kuznetsova S.V., Guba E.I. Herbicides for early and mid-ripening corn hybrids. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2017, no. 7, pp. 48–50. (In Russian).
2. Danilova A.A. Assessment of the detoxification activity of chernozems in agrocenoses. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2017, no. 8, pp. 92–96. (In Russian).
3. Spiridonov Yu.Ya., Zhemchuzhin S.G. Herbicides: current state of the problem. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2010, no. 7, pp. 73–91. (In Russian).
4. Mryasova L.M., Kuznetsova V.A., Ostronkov V.S., Lashin S.A. Reduction of herbicide stress by use arabinogalactan. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2016, no. 8, pp. 15–17. (In Russian).
5. Sokolov M.S., Sanin S.S., Dolzhenko V.I., Spiridonov Yu.Ya., Glinushkin A.P., Karakotov S.D., Nadykta V.D. The concept of fundamental-applied studies of plant and yield protection. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2017, no. 4, pp. 3–9. (In Russian).
6. Zakharenko V.A. More attention to the development and implementation of modern technologies. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2006, no. 1, pp. 4–8. (In Russian).
7. Smetnik A.A., Spiridonov Yu.Ya. Characteristics of pesticides in the soil. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2002, no. 2, pp. 46–47. (In Russian).
8. Khalikov S.S., Chkanikov N.D., Spiridonov Yu.Ya., Glinushkin A.P. The new drug for pre-treatment of seeds with comprehensive protection against diseases and herbicide residues in soil. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2016, no. 6, pp. 39–45. (In Russian).
9. Dolzhenko V.I., Petunova A.A., Makhan'kova T.A. Biological and toxicological requirements for the range of herbicides. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2001, no. 5, p. 14.
10. Petrova M.O., Chermenskaya T.D., Dolzhenko V.I. Development of the research to assess residual pesticides in the analytical laboratory of VIZR. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2020. Т.103, no. 12, pp. 87–

93. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-13399.
11. Gulidov A.M. On the aftereffect of herbicides. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2003, no. 2, pp. 25–26. (In Russian).
  12. Fedorovskii O.Yu., Khalikov S.S., Spiridonov Yu.Ya., Chkanikov N.D. Antidote activity of a new derivative of plant growth stimulator floro-xan in relation to herbicide from a number of sulfonylureas-metsulfuronmethyl. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 5, pp. 29–34. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119050041.
  13. Khalikov S.S., Golubev A.S., Chkanikov N.D., Korotov N.A., Spiridonov Yu.Ya. Innovative protectants with antidote effect. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2017, no. 4, pp. 22–25. (In Russian).
  14. Spiridonov Yu.Ya., Chichvarina O.A., Bosak G.S., Selyutina O.Yu., Polyakov N.D., Varlamova A.I., Fedorovskii O.Yu., Chkanikov N.D., Khalikov S.S. Innovative approach in development of disinfectants with antidote action against soil residues of sulfonylurea series. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 5, pp. 35–47. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119050089.
  15. Stetsov G.Ya. The aftereffect of herbicides in Western Siberia. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2015, no. 3, pp. 17–19. (In Russian).
  16. Romanenko G.A. Ensure environmentally friendly development of the agro-industrial complex. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2002, no. 8, pp. 2–3. (In Russian).
  17. Danilova A.A. Accessible method of regulation of pesticide detoxification rate in cereal agrocenoses of Western Siberia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2016, vol. 30, no. 4, pp. 33–35. (In Russian).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Костюк А.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 692684, Приморский край, Ханкайский район, с. Камень-Рыболов, ул. Мира, 42-а; e-mail: dalniizr@mail.ru

**Лукачёва Н.Г.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

**Ляшенко Е.В.**, младший научный сотрудник

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Alexander V. Kostyuk**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 42a, Mira St., Kamen-Rybolov, Primorsky Territory, 692684, Russia; e-mail: dalniizr@mail.ru

**Nadezhda G. Lukacheva**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

**Elena V. Lyashenko**, Junior Researcher

*Дата поступления статьи / Received by the editors 24.02.2021*  
*Дата принятия к публикации / Accepted for publication 05.04.2021*  
*Дата публикации / Published 25.05.2021*