

Научная статья  
УДК 632.95.025.8.954:633.18  
DOI: 10.37102/0869-7698\_2023\_229\_03\_7  
EDN: EPJMRQ

## Развитие устойчивости ежовников к гербицидам, применяемым в посевах риса в Приморском крае

А.В. Костюк✉, Е.В. Ляшенко

*Александр Васильевич Костюк*

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник  
Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал  
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,  
Приморский край, с. Камень-Рыболов, Россия  
Kostiuk.55@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-6068-6719>

*Елена Владимировна Ляшенко*

младший научный сотрудник  
Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал  
Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,  
Приморский край, с. Камень-Рыболов, Россия  
elena.lyashenko@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-2976-8403>

**Аннотация.** Проведены ежегодные обследования полей основных рисосеющих хозяйств Приморского края, в которых продолжительное время применялись гербициды Цитадель 25, МД, Номини, СК. В результате мониторинговых обследований собраны семена трех биотипов сорняков рода *Echinochloa* (*E. crus-galli*, *E. occidentalis*, *E. phyllopogon*). В условиях вегетационного домика на базе ДВНИИЗР – филиала ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки проведена оценка развития устойчивости биотипов ежовников к применяемым на рисовых полях Приморского края гербицидам. Выращивание риса по рису в течение не более 3 лет и исключение из севооборота наиболее засоренных полей способствуют временному снижению устойчивости биотипов *E. crus-galli* и *E. occidentalis*. Отмечен существенный рост резистентности в популяции *E. phyllopogon*. Маршрутное обследование полей Приморского края подтверждает возрастающее доминирование данного биотипа в большинстве рисосеющих хозяйств.

**Ключевые слова:** резистентность, устойчивость, гербицид, доза, норма расхода, ежовники, *Echinochloa crus-galli*, *E. occidentalis*, *E. phyllopogon*

**Для цитирования:** Костюк А.В., Ляшенко Е.В. Развитие устойчивости ежовников к гербицидам, применяемым в посевах риса в Приморском крае // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 3. С. 65–74. [http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698\\_2023\\_229\\_03\\_7](http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_229_03_7).

© Костюк А.В., Ляшенко Е.В., 2023

# Development of resistance of barnyard grass to herbicides used in rice crops in Primorsky Territory

A.V. Kostyuk, E.V. Lyashenko

*Aleksandr V. Kostyuk*

Candidate of Sciences in Agriculture, Leading Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika,

Primorsky Territory, Khankai District, Kamen-Rybolov village, Russia

Kostiuk.55@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6068-6719>

*Elena V. Lyashenko*

Junior Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Territory, Khankai

District, Kamen-Rybolov village, Russia

elena.lyashenko@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2976-8403>

**Abstract.** Annual surveys of the fields of the main rice-growing farms of Primorsky Territory were carried out, in which the herbicides Citadel 25, MD, Nomini, SK were used for a long time. As a result of monitoring surveys, seeds of 3 biotypes of *Echinochloa* weeds (*E. crus-galli*, *E. occidentalis*, *E. phyllopogon*) were collected. In the conditions of a vegetation house on the basis of the Far Eastern Research Institute of Plant Protection – branch of the A.K. Chaika Federal Research Center for Agrobiotechnology of the Far East, an assessment of the development of resistance of barnyard grass biotypes to herbicides used in rice fields of the Primorsky Territory was carried out. The cultivation of rice on rice for no more than 3 years and the exclusion of the most polluted fields from the crop rotation contributes to a temporary decrease in the stability of the *E. crus-galli* and *E. occidentalis* biotypes. There was a significant increase in resistance in the population of *E. phyllopogon*. The route survey of the fields of Primorsky Territory confirms the increasing dominance of this biotype in most rice-growing farms.

**Keywords:** resistance, herbicide, dose, consumption rate, barnyard grass, *Echinochloa crus-galli*, *E. occidentalis*, *E. phyllopogon*

**For citation:** Kostyuk A.V., Lyashenko E.V. Development of resistance of barnyard grass to herbicides used in rice crops in Primorsky Territory. *Vestnik of the FEB RAS*. 2023;(3):65-74. (In Russ.). [http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698\\_2023\\_229\\_03\\_7](http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_229_03_7).

## Введение

Рис – одна из важнейших и высокопродуктивных культур в мировом сельскохозяйственном производстве. Дальний Восток входит в число немногих регионов России, где возможно его культивирование, а Приморье – это самый северный район, где рис выращивается [1, 2]. Перспективность рисосеяния в

крае обусловлена благоприятными почвенно-климатическими условиями, количеством достаточных водных ресурсов и созданных рисовых систем на площади более 60 тыс. га. Потенциальная урожайность риса в крае – 55–60 ц/га. Фактическая урожайность риса на уровне 35–40 ц/га не соответствует биологическому потенциалу районированных и перспективных сортов [3, 4].

В 2022 г. было засеяно 7,6 тыс. га риса. Серьезным препятствием в получении высоких урожаев риса и поддержании экологии агроэкосистем является сильная засоренность рисовых полей. К специализированным засорителям риса относятся *Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch (ежовник рисовидный) и *Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Kossenko, или *Echinochloa oryzicola* Vasing (ежовник бородчатый, или рисовый) семейства Poaceae (мятликовые). В составе естественных фитоценозов они не встречаются и существуют только на рисовых полях [5]. Видами ежовников в Приморье засорено 100 % посевов риса в средней и сильной степени – порой до 2000 шт./м<sup>2</sup>. При произрастании в посевах 80 шт./м<sup>2</sup> растений ежовников урожай зерна риса снижается на 33–41 %, а при увеличении плотности их стояния до 160–240 шт./м<sup>2</sup> недобор урожая возрастает до 52–87 % [6].

Одним из важных приемов повышения урожайности является регламентированная борьба с сорняками с использованием химического метода, основанного на применении гербицидов<sup>1</sup>. В посевах риса в Российской Федерации разрешено использовать 5 противозлаковых гербицидов: Цитадель 25, МД (д.в. пеноксилам, 1,0–1,6 л/га), Номини, СК (д.в. биспирибак натрия, 0,075–0,090 л/га), Нарис, СК (д.в. биспирибак кислота, 0,075–0,090 л/га), Номини Суприм, СЭ (д.в. метамифоп + биспирибак натрия, 0,6–1,0 л/га) и Сегмент, ВДГ (д.в. азимсульфурон, 0,025–0,030 кг/га) [7]. Гербицид Сегмент, ВДГ с 2020 г. на территорию Приморского края больше не поставляется. Все эти препараты имеют один и тот же принцип действия и являются ингибиторами ацетолактатсинтазы (ALS-ингибиторы). Известно, что многолетняя обработка узкоизбирательными гербицидами способствует появлению резистентных видов сорняков, что в последующих посевах требует повышенных норм расхода этих препаратов, небезопасных для окружающей среды [8].

Популяции неспециализированного вида *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (ежовник обыкновенный, или куриное просо) засоряют посевы риса большинства стран мира и постоянно служат мишенью при защите культуры от сорняков. Вследствие этого они приобрели устойчивость к наиболее часто применяемым на рисовых полях гербицидам, в том числе и к ALS-ингибиторам [9–13]. Резистентные популяции *E. phyllopogon* были зафиксированы на рисовых полях Южной Кореи, Японии и Греции [14–16].

В Российской Федерации об устойчивых биотипах сорняков семейства мятликовые известно мало. Проблема такая есть, но она слабо изучена. О.А. Брагиной [17] на рисовых полях Краснодарского края были выявлены устойчивые к гербициду Цитадель растения трех видов ежовников: *E. crus-galli*, *E. oryzoides* и *E. phyllopogon*.

Проведенными нами исследованиями установлены три биотипа *Echinochloa* (*E. crus-galli*, *E. occidentalis* и *E. phyllopogon*), устойчивых к применявшемуся до 2010 г. гербициду Фацет, а также к препаратам Цитадель, Номини и Сегмент [18, 19].

---

<sup>1</sup> Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. Голицыно: ВНИИФ РАСХН, 2004. 240 с.

Самый доступный метод определения устойчивости – биологический тест. Для этого на полях отбирают семена подозрительного на резистентность вида сорняка. Подозрительным он становится, если не погиб после правильно проведенной химпрополки, причем ранее на поле много лет использовали гербициды с одним механизмом действия. На необрабатываемых гербицидами территориях отбирают семена аналогичного вида, выращивают в лаборатории, затем взошедшие растения обрабатывают одной-двумя нормами расхода, чтобы выявить у отобранных биотипов уровень чувствительности [20].

Цель исследований – оценить развитие устойчивости ежовников к гербицидам, применяемым в посевах риса в основных хозяйствах Приморского края.

### Материалы и методика исследований

Исследования проводили 2021 и 2022 гг. на рисовых полях Приморского края и в условиях вегетационного домика на базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений – филиал ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки с использованием известных методик<sup>2</sup>.

Семена устойчивых популяций *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. (ежовник обыкновенный), *E. occidentalis* (Wiegand) Rybd. (ежовник западный, или спиральный) и *E. phyllopogon* (Stapf.) Kossenko (ежовник бородчатый) собраны на рисовых полях 8 хозяйств Приморского края: Ханкайский район (ООО «АПК Альянс»), Хорольский район (ООО «ЛегендаАгро», «Микс» и «Братья»), а также ИП ГКФХ «Пилипенко»), Черниговский район (ООО «Смена») и Спасский район (ООО «Дальселькор» и СХПК «Чкаловское»), – которые много лет обрабатывали гербицидами Цитадель 25, МД и Номини, СК. Для идентификации растений ежовников использовали определитель Н.С. Пробатовой [21]. Семена чувствительных (природных, эталонных) популяций взяты с участков, где эти гербициды ранее никогда не применяли.

Для определения устойчивости биотипов к гербицидам Цитадель и Номини использовали биологический тест. Для этого лугово-глебовую почву набивали в пластмассовые стаканчики емкостью 300 г, в которые высаживали предварительно пророщенные семена. Почву увлажняли до 60–70 % полевой влагоемкости. Повторность опытов 5-кратная. При достижении растениями фазы 2–3 листьев проводили обработку гербицидами Цитадель 25, МД и Номини, СК в нормах расхода соответственно: 1,6; 2,0; 2,4; 2,8 л/га и 0,075; 0,100; 0,125; 0,150 л/га. К последнему из них добавляли адьювант А-100 в соотношении 1:1. Одновременно по этой же схеме закладывали семена чистых (природных) популяций, которые в опытах использовали как эталоны сравнения. Нанесение растворов гербицидов на растения осуществляли с помощью изготовленного во Всероссийском научно-исследовательском институте фитопатологии лабораторного опрыскивателя ОЛ-5. На следующие сутки стаканчики с почвой заливали водой слоем 1,0–1,5 см, который поддерживали до окончания опыта.

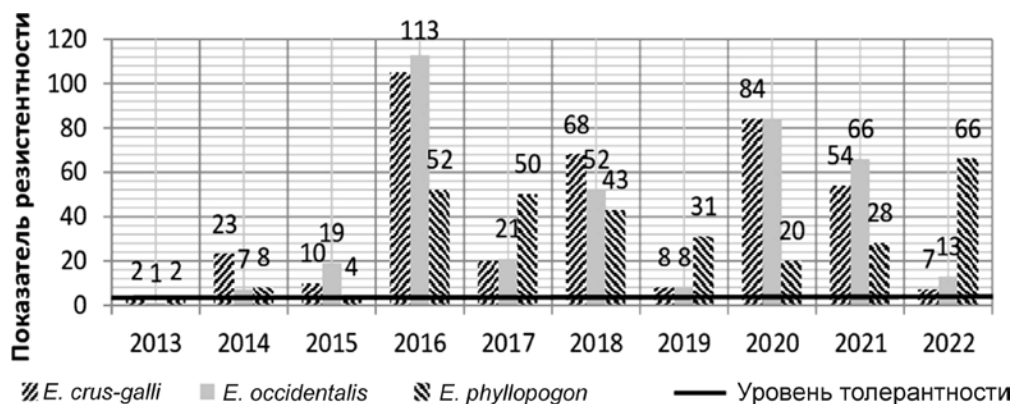
Степень устойчивости биотипов *Echinochloa* к гербицидам Цитадель 25, МД и Номини, СК оценивали по снижению сырой массы растений в процентах к безгербицидному варианту (контроль), а также к чистым популяциям (эталон).

<sup>2</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

По данным регрессионного анализа «доза–эффект» определяли  $СД_{50}$  (количество препарата, снижающего массу растений на 50 %) для обладающих и не обладающих устойчивостью видов, рассчитывали показатель резистентности ПР (отношение  $СД_{50}$  R-чувствительного вида к  $СД_{50}$  S-чувствительного вида).

## Результаты и обсуждения

Выполнение рисосеющими хозяйствами Приморского края рекомендаций, помогающих снизить риск возникновения, развития и повысить вероятность предупреждения устойчивости сорняков, – соблюдение севооборота (выращивание риса по рису не более трех лет, исключение из севооборота наиболее засоренных полей), а также чередование препаратов из разных классов, различающихся по механизму действия, способствовало снижению устойчивости биотипов ежовников к зарегистрированным для применения в посевах риса гербицидам. Показатель резистентности (ПР) к гербицидам Цитадель 25, МД и Номини, СК у биотипов *E. crus-galli* и *E. occidentalis* по сравнению с 2021 г. снизился с 54 до 7 и с 66 до 12 соответственно (см. рисунок).



Уровень устойчивости биотипов *Echinochloa* к гербицидам в посевах риса в Приморском крае (2013–2022 гг.)

Однако устойчивость *E. phyllopogon* к данным гербицидам, наоборот, возросла с 28 до 66. Это максимальные значения показателя резистентности для данного биотипа с 2013 г. При проведении мониторинговых обследований на полях некоторых хозяйств популяции *E. phyllopogon* доминировали в посевах риса.

Растения биотипа *E. crus-galli*, выращенные из семян, собранных в 2021 г. в хозяйствах Спасского района, полностью погибали от максимально рекомендованной нормы расхода Цитадели 25, МД 1,6 л/га, а из таких ООО, как «АПК Альянс», «ЛегендаАгро» и «Смена», они были уничтожены лишь на 79–95 % (табл. 1).

Надземная масса растений из ИП ГКФХ «Пилипенко» и ООО «Микс» Хорольского района от этой нормы расхода была снижена лишь на 44–52 %. Для более активного действия (70–75 %) препарата требовалось 2,8 л/га. Изученные нормы расхода не оказывали существенного ( $НСР_{05} = 20\%$ ) влияния на растения *E. crus-galli* из ООО «Братья» Хорольского района.

Эффективное подавление на 93–100 % развития биотипа *E. occidentalis* от рекомендованной нормы расхода отмечено для растений из семян, собранных в «АПК

**Действие гербицида Цитадель 25, МД на растения биотипов *Echinochloa* по хозяйствам Приморского края**

Доза, л/га	Снижение надземной массы растений по хозяйствам, % к контролю							
	ООО «АПК Альянс»	ИП ГКФХ «Пилипенко»	ООО «ЛегендАгро»	ООО «Микс»	ООО «Братья»	ООО «Смена»	ООО «Дальселькор»	СХПК «Чкаловское»
<i>E. crus-galli</i>								
Контроль*	1,0	2,31	1,24	0,96	1,89	2,88	1,56	2,26
1,6	95	52	85	44	+13	79	100	100
2,0	100	59	90	52	3	84	100	100
2,4	100	68	93	55	6	87	100	100
2,8	100	75	97	70	12	98	100	100
НСР <sub>05</sub>		24	10	26	20	14		
<i>E. occidentalis</i>								
Контроль*	1,04	1,67	1,21	1,26	2,41	2,28	2,21	2,72
1,6	93	31	99	+32	+23	47	49	100
2,0	98	33	97	+27	0	54	62	100
2,4	99	35	100	6	12	62	77	100
2,8	100	47	100	9	15	64	85	100
НСР <sub>05</sub>	11	29	28	25	23	44	15	
<i>E. phyllopogon</i>								
Контроль*	1,35	1,64	0,84	1,27	2,18	2,04	2,84	3,45
1,6	69	+5	+4	16	0	34	18	6
2,0	72	+1	0	22	+2	36	23	10
2,4	74	11	1	23	3	42	22	13
2,8	85	11	17	31	25	46	28	34
НСР <sub>05</sub>	21	31	19	19	13	12	24	16

\*Контроль – надземная масса растений, г.

Альянс», ООО «ЛегендАгро» и СХПК «Чкаловское» и лишь на 31–49 % – в ИП ГКФХ «Пилипенко», ООО «Смена» и ООО «Дальселькор». Для таких ООО Хорольского района, как «Микс» и «Братья», даже использование гербицида в дозе 2,8 л/га не обеспечивало существенного (НСР<sub>05</sub> = 25 и 23 % соответственно) снижения надземной массы растений. По данным регрессионного анализа, для подавления рассматриваемого биотипа на 50 % в этих хозяйствах требуется применить Цитадель в нормах расхода 5,3 и 4,9 л/га соответственно.

Гербицид Цитадель 25, МД практически не действовал на третий биотип *E. phyllopogon*, за исключением растений, выращенных из семян, которые были собраны в ООО «АПК Альянс» (69 %). Для более эффективного их подавления на 85 % требовалось применять 2,8 л/га препарата.

Препарат Номини, СК в рекомендованной норме расхода 0,075 и 0,100 л/га был эффективен против биотипа *E. crus-galli* на 75–100 % для четырех ООО – «АПК Альянс», «ЛегендАгро», «Смена» и «Дальселькор», а также СХПК «Чкаловское» (табл. 2).

Для того чтобы полностью уничтожить растения этого биотипа из ИП ГКФХ «Пилипенко», требовалось 0,150 л/га препарата. В то же время от этой нормы расхода растения *E. crus-galli* из ООО «Микс» и «Братья» погибали лишь на

**Действие гербицида Номини на растения биотипов *Echinochloa*  
по хозяйствам Приморского края**

Доза, л/га	Снижение надземной массы растений по хозяйствам, % к контролю							
	ООО «АПК Альянс»	ИП ГКФХ «Пилипенко»	ООО «ЛегендАгро»	ООО «Микс»	ООО «Братья»	ООО «Смена»	ООО «Дальселькор»	СХПК «Чкаловское»
<i>E. crus-galli</i>								
Контроль*	1,32	1,54	1,34	0,92	1,21	3,29	1,56	2,34
0,075	100	60	100	27	2	75	100	100
0,100	100	80	100	33	0	100	100	100
0,125	100	92	100	48	7	100	100	100
0,150	100	100	100	63	13	100	100	100
НСР <sub>05</sub>		17		38	21	16		
<i>E. occidentalis</i>								
Контроль*	1,20	1,63	0,98	1,30	1,58	3,22	2,47	1,18
0,075	100	22	100	+15	23	48	100	100
0,100	100	32	100	1	24	53	100	100
0,125	100	42	100	9	27	63	100	100
0,150	100	65	100	12	32	81	100	100
НСР <sub>05</sub>		17		14	17	21		
<i>E. phyllopogon</i>								
Контроль*	1,49	1,93	0,76	1,66	1,67	2,42	3,27	2,07
0,075	100	14	21	25	17	70	81	39
0,100	100	15	24	31	17	83	100	50
0,125	100	19	24	42	24	96	100	51
0,150	100	23	28	43	26	100	100	52
НСР <sub>05</sub>		23	18	23	14	19		23

\*Контроль – надземная масса растений, г.

63 и 13 % соответственно. Расчет  $ED_{50}$  для ООО «Братья» составил 0,240 л/га.

Растения биотипа *E. occidentalis*, семена которого были собраны в трех ООО – «АПК Альянс», «ЛегендАгро» и «Дальселькор», а также СХПК «Чкаловское», полностью погибали от нормы расхода 0,075 л/га гербицида Номини, СК. Двукратная от рекомендованной норма расхода 0,150 л/га вызывала гибель растений из ООО «Смена» лишь на 81 %, ИП ГКФХ «Пилипенко» – на 65 %, а из двух ООО – «Братья» и «Микс» – соответственно на 32 и 12 % ( $CD_{50}$  для них соответственно 0,574 и 0,348 л/га).

Недостаточную активность гербицид Номини, СК проявил в отношении третьего биотипа – *E. phyllopogon* в большинстве обследованных хозяйств Приморского края. Так, растения этого биотипа из трех ООО – «ЛегендАгро», «Микс» и «Братья», а также ИП ГКФХ «Пилипенко» и СХПК «Чкаловское» при использовании двукратной от рекомендованной нормы расхода погибали на 23–25 % ( $CD_{50}$  = 0,109–0,700 л/га). Активность препарата в рекомендованной норме расхода и несколько превышающей ее в ООО «Смена» и «Дальселькор» была высокой – 70–83 и 81–100 % соответственно. Растения *E. phyllopogon*, выращенные из семян, собранных в ООО «АПК Альянс», полностью погибали от дозы 0,075 л/га.

## Выводы

Оценка развития резистентности ежовников к гербицидам, применяемым в посевах риса, свидетельствует о том, что соблюдение севооборота способствует временному снижению устойчивости биотипов *E. crus-galli* и *E. occidentalis* до уровня толерантности. Однако на *E. phyllopogon* это не оказывает существенного влияния: показатель резистентности у него с 2020 г. снизился лишь до 20, а в 2022 г. уже достиг 66 – максимальных для данного биотипа значений. Наиболее сложная ситуация с резистентностью рассматриваемых видов сорняков отмечена для ООО «Братья» и «Микс» Хорольского района, в которых впервые производился мониторинг. Выход в данной ситуации один: необходима разработка новых гербицидов с иным механизмом действия, которые не оказывают отрицательного воздействия на культуру и имеют достаточную экологическую совместимость.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белоусов И.Е. Изменение показателей эффективного плодородия почвы в рисовом севообороте // Рисоводство. 2021. № 3 (52). С. 47–52. DOI: 10.33775/1684-2264-2021-52-3-47-52.
2. Гученко С.С., Борзаница А.А., Бельская Н.Г. Оценка селекционных образцов риса конкурсного сортоиспытания в условиях Приморского края // Дальневост. аграр. вестн. 2021. № 4 (60). С. 40–45. DOI: 10.24412/1999-6837-2021-4-40-45.
3. Система ведения агропромышленного производства Приморского края / РАСХН; ДВНМЦ; Примор. НИИСХ. Новосибирск, 2001. 364 с.
4. Ковалевская В.А. Селекция риса в Дальневосточной зоне рисосеяния // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 6. С. 8–11.
5. Зеленская О.В. Динамика численности сорных растений семейства Poaceae на рисовых полях Кубани // Рисоводство. 2019. № 1 (42). С. 37–42.
6. Костюк А.В., Лукачева Н.Г., Гиневский Н.К. Вредоносность сорняков в посевах риса в Приморском крае // Земледелие. 2006. № 2. С. 42–43.
7. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2021 г.: справ. изд. М., 2021. 816 с. (Прил. к журн. «Защита и карантин растений». 2021. № 4).
8. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Организационно-методические и научные основы оптимизации химического способа борьбы с сорняками в исследованиях ВНИИФ // Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы III междунар. науч.-произв. совещ. (Голицыно, 20–21 июня 2005 г.). Голицыно: ВНИИФ РАСХН, 2005. С. 21–41.
9. Chen G.Q., Wang Q., Yao Z.W., Zhu L.F., Dong L.Y. Penoxulam-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in rice fields in China // Weed Biology and Management. 2016. N 16 (1). P. 16–23.
10. Marchesi C., Saldain N.E. First report of herbicide-resistant *Echinochloa crus-galli* in Uruguayan rice fields // Agronomy. 2019. N 9 (12). 790. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120790>.
11. Rahman M.M., Sahid I.B., Juraimi A.S. Study on resistant biotypes of *Echinochloa crus-galli* in Malaysia // Austral. J. Crop Scie. 2010. Vol. 4, N 2. P. 107–115.
12. Qiong P., Heping H., Xia Y., Lianyang B., Qin Y., Powles S.B. Quinclorac resistance in *Echinochloa crus-galli* from China // Rice Sci. 2019. N 5 (26). P. 300–308. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.08.004>.
13. Vignola M.D., Sainz M., Saldain N.E., Marchesi C., Bonnacarrere V., Gadea P.D. Limited induction of ethylene and cyanide synthesis are observed in quinclorac-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Uruguay // Weed Science. 2020. Vol. 68, N 4. P. 348–357. <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.32>.
14. Song J.-S., Lim S.-H., Yook M.-J., Kim J.-W., Kim D.-S. Cross-resistance of *Echinochloa* species to acetolactatesynthase inhibitor herbicides // Weed Biology and Management. 2017. N 2 (17). P. 91–102.
15. Chayapakdee P., Sunohara Y., Endo M., Yamaguchi T., Fan L., Uchino A., Matsumoto H., Iwakami S. Quinclorac resistance in *Echinochloa phyllopogon* is associated with reduced ethylene



synthesis rather than enhanced cyanide detoxification by  $\beta$  cyanoalanine synthase // *Pest Management Science*. 2020. N 4. P. 1195–1204. <https://doi.org/10.1002/ps.5660>.

16. Kaloumenos N.S., Chatzilazaridou S.L., Mylona P.V., Polidoros A.N., Eleftherohorinos I.G. Target-site mutation associated with cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides in late water-grass (*Echinochloa oryzicola* Vasing) // *Pest Management Science*. 2013. Vol. 69. P. 865–873.

17. Брагина О.А. О резистентности сорняков к гербицидам // *Рисоводство*. 2016. № 1/2 (30/31). С. 46–49.

18. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Резистентность ежовников в посевах риса и пути ее преодоления // *Проблемы экологии агроэкосистем: пути и методы их решения: материалы Всерос. науч. конф. Новосибирск, 2009*. С. 70–73.

19. Костюк А.В., Лукачева Н.Г., Ляшенко Е.В. Устойчивость биотипов ежовников к гербицидам, применяемым в посевах риса в Приморском крае // *Вестн. ДВО РАН*. 2022. № 3. С. 61–69. DOI: 10.37102/0869-7698\_2022\_223\_03\_6.

20. Колупаев М.В. Резистентность сорняков к гербицидам нарастает // *Защита и карантин растений*. 2021. № 4. С. 15–16.

21. Пробатова Н.С. Сем. Мятликовые // *Сосудистые растения советского Дальнего Востока: в 8 т. / под ред. С.С. Харкевича. Ленинград: Наука, 1985. Т. 1. С. 89–382*.

## REFERENCE

1. Belousov I.E. Changing soil efficiency rates in rice crop rotation. *Rice Growing*. 2021;(3):47-52. (In Russ.). DOI: 10.33775/1684-2264-2021-52-3-47-52.

2. Guchenko S.S., Borzanitsa A.A., Belskaya N.G. The evaluation of selection rice samples of competitive variety trial in the conditions of Primorsky Krai. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2021;(4):40-45. (In Russ.). DOI: 10.24412/1999-6837-2021-4-40-45.

3. The system of conducting agro-industrial production of Primorsky Krai. Novosibirsk; 2001. 364 p. (In Russ.).

4. Kovalevskaya V.A. Rice breeding in the Far Eastern rice cultivation zone. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2008;(6):8-11. (In Russ.).

5. Zelenskaya O.V. Dynamics of the number of weeds of the Poaceae family in the rice fields of the Kuban. *Rice Growing*. 2019;(1):37-42. (In Russ.).

6. Kostyuk A.V., Lukacheva N.G., Ginevsky N.K. The harmfulness of weeds in rice sowing in the Primorsky Territory. *Agriculture*. 2006;(2):42-43. (In Russ.).

7. List of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation in 2021. Moscow; 2021. 816 p. (Appendix to the journal «Plant Protection and Quarantine». 2021;(4). (In Russ.).

8. Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G. Organizational, methodological and scientific bases for optimizing the chemical method of weed control in research RRIP. *Scientifically based systems for the use of herbicides for weed control in crop production practice: Materials of III International scientific and production meeting (Golitsyno. 20–21 June's 2005)*. Golitsyno: RRIP RAAS; 2005. P. 21-41. (In Russ.).

9. Chen G.Q., Wang Q., Yao Z.W., Zhu L.F., Dong L.Y. Penoxulam-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in rice fields in China. *Weed Biology and Management*. 2016;(16):16-23.

10. Marchesi C., Saldain N.E. First report of herbicide-resistant *Echinochloa crus-galli* in Uruguayan rice fields. *Agronomy*. 2019;9(12). 790. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120790>.

11. Rahman M.M., Sahid I.B., Juraimi A.S. Study on resistant biotypes of *Echinochloa crus-galli* in Malaysia. *Australian Journal of Crop Science*. 2010;4(2):107-115.

12. Qiong P., Heping H., Xia Y., Lianyang B., Qin Y., Powles S.B. Quinclorac resistance in *Echinochloa crus-galli* from China. *Rice Science*. 2019;(5):300-308. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.08.004>.

13. Vignola M.D., Sainz M., Saldain N.E., Marchesi C., Bonnacarrere V., Gadea P.D. Limited induction of ethylene and cyanide synthesis are observed in quinclorac-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Uruguay. *Weed Science*. 2020;68(4):348-357; <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.32>.

14. Song J.-S., Lim S.-H., Yook M.-J., Kim J.-W., Kim D.-S. Cross-resistance of *Echinochloa* species to acetolactatesynthase inhibitor herbicides. *Weed Biology and Management*. 2017;(2):91-102.

15. Chayapakdee P., Sunohara Y., Endo M., Yamaguchi T., Fan L., Uchino A., Matsumoto H., Iwakami S. Quinclorac resistance in *Echinochloa phyllopogon* is associated with reduced ethylene synthesis

rather than enhanced cyanide detoxification by  $\beta$  cyanoalanine synthase. *Pest Management Science*. 2020;(4):1195-1204. <https://doi.org/10.1002/ps.5660>.

16. Kaloumenos N.S., Chatzilazaridou S.L., Mylona P.V., Polidoros A.N., Eleftherohorinos I.G. Target-site mutation associated with cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides in late water-grass (*Echinochloa oryzicola* Vasing). *Pest Management Science*. 2013;69:865-873.

17. Bragina O.A. Weeds resistance to herbicides. *Rice Growing*. 2016;(1/2):46-49. (In Russ.).

18. Lukacheva N.G., Kostyuk A.V. Resistant *Echinochloa* in rice and ways of renewal. *Ecologic problems of agroecosystems: Proceedings of the Russian Scientific. Conf. Novosibirsk; 2009*. P. 70-73. (In Russ.).

19. Kostyuk A.V., Lukacheva N.G., Lyashenko E.V. Resistance of barnyard grass biotypes to the herbicides applicable in the rice fields of the Primorye Territory. *Vestnik of the FEB RAS*. 2022;(3):61-69. (In Russ.). DOI: 10.37102/0869-7698\_2022\_223\_03\_6.

20. Kolupaev M.V. Resistant weeds buildup to herbicides. *Plant Protection and Quarantine*. 2021;(4):15-16. (In Russ.).

21. Probatova N.S. Plant *Poa*. *Vascular plant of the Soviet Far East*. Leningrad: Science; 1985. Vol. 1. P. 89-382. (In Russ.).