
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

**Илларионов Александр Иванович
Лукин Алексей Леонидович
Соболев Кирилл Сергеевич**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведённых в 2017–2019 гг. в условиях Центрального Черноземья с целью определения эффективности использования комбинированных гербицидов, созданных на основе комбинации действующих веществ имазамокс + имазапир: Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л). Опыт закладывали на участке производственного посева гибрида подсолнечника НК Неома, устойчивого к имидазолинонам (производитель – компания «Сингента»). Для ограничения вредоносности сорной растительности посевы подсолнечника обрабатывали гербицидами в фазе 4–6 листьев подсолнечника, 1–3 листьев однолетних злаковых сорных растений и 2–4 листьев однолетних двудольных. Мониторинг засорённости подсолнечника осуществляли по общепринятой методике. Видовой состав и численность сорных растений на опытных делянках определяли перед опрыскиванием растений гербицидом, через 30 и 45 дней после, а также перед уборкой урожая. При обследовании посевов учитывали все виды сорняков. Биологическую эффективность гербицида определяли по снижению численности сорных растений в сравнении с контролем. Учёт урожая осуществлялся сплошным методом. Урожайные данные статистически обрабатывали дисперсионным методом. Биологическая эффективность препаратов Евро-Ленд, ВРК и Евро-Лайтнинг, ВРК против злаковых и двудольных сорняков в течение всего периода наблюдения составила соответственно 73–88 и 86–100%. Применение для химической прополки подсолнечника гербицидов Евро-Ленд, ВРК и Евро-Лайтнинг, ВРК позволило ограничить численность сорных растений и получить урожай семян культуры соответственно 25 и 29 ц/га (в среднем за три года). Показатели экономической эффективности ограничения численности и вредоносности сорных растений гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК превысили аналогичные показатели препарата Евро-Ленд, ВРК (условно чистый доход – на 25,5%, уровень рентабельности – на 21%), несмотря на более высокие материально-денежные затраты (20221,9 против 19512,0 руб./га).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подсолнечник, гербициды, сорные растения, биологическая эффективность, экономическая эффективность.

EFFICIENCY OF HERBICIDES IN THE SYSTEM OF INTEGRATED PROTECTION OF SUNFLOWER CROPS FROM WEED VEGETATION IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

**Illarionov Alexander I.
Lukin Alexei L.
Sobolev Kirill S.**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of research performed in 2017-2019 in the conditions of the Central Chernozem Region in order to determine the efficiency of combined herbicides created on the basis of combination of imazamox + imazapyr as active ingredients, i.e. Euro-Lightning SL (33+15 g/L) and Euro-Land SL (33+15 g/L). The experiment was laid at the site of production seeding of NK Neoma sunflower hybrid resistant to imidazolinones (manufactured by Syngenta). In order to limit the harmfulness of weeds sunflower crops were treated with herbicides in the phase of 4–6 sunflower leaves, 1–3 leaves of annual cereal weeds, and 2–4 leaves of annual dicotyledons. Sunflower infestation was monitored according to the conventional method. The number and species composition of weeds in the experimental plots were determined before spraying the plants with herbicide, 30 and 45 days post-treatment, and also before harvesting. All types of weeds were recorded during crops monitoring. The biological efficiency of herbicide was determined by the decrease in the number of weeds compared to control. Crop inventory was kept using the method of continuous reading. Yield data was statistically

processed using the dispersion method. The biological efficiency of Euro-Land SL and Euro-Lightning SL preparations against cereal and dicotyledonous weeds during the entire period of monitoring was 73–88% and 86–100%, respectively. The use of Euro-Land SL and Euro-Lightning SL herbicides for chemical weeding of sunflower allowed limiting the number of weeds and obtaining the yield of crop seeds of 25 and 29 c/ha, respectively (on average over three years). In terms of economic efficiency of limiting the number and harmfulness of weeds Euro-Lightning SL herbicide was superior to Euro-Land SL (net operating income was higher by 25.5%, and the level of profitability was higher by 21%) despite higher material and monetary costs (20221.9 rubles/ha compared to 19512.0 rubles/ha).

KEYWORDS: sunflower, herbicides, weed vegetation, biological efficiency, economic efficiency.

Введение

Подсолнечник является основной масличной культурой в Российской Федерации, а в мире – третьей по значимости после сои и арахиса. Более 52% семян подсолнечника в мире производятся в двух странах – Украине и России.

Важнейшими звеньями современной технологии выращивания подсолнечника являются:

- использование высокопродуктивных гибридов и сортов;
- система обработки почвы;
- система применения удобрений;
- посев и формирование оптимальной густоты стояния растений;
- ограничение численности и вредоносности сорных растений, фитофагов и фитопатогенов в конкретной природно-климатической зоне.

Рост и развитие подсолнечника в значительной степени зависят от плотности популяций сорных растений, произрастающих в агроценозе. Система защиты от сорной растительности должна отвечать современным требованиям и включать необходимые земледельческие, растениеводческие и технологические мероприятия, при помощи которых можно снизить засорённость полей.

Формы вредоносности сорных растений разнообразны. Культурные и сорные растения конкурируют за абиотические и биотические факторы. В среднем на 1 га посевов сельскохозяйственных культур сорняки выносят 46 кг питательных веществ [9]. Имея мощную корневую систему, они поглощают значительное количество воды, в результате чего задерживается рост и развитие культурных растений [1].

Установлены потери урожая подсолнечника в зависимости от плотности популяций сорных растений в посевах культуры [1]. Определены потери урожая подсолнечника и от влияния отдельных видов сорняков, присутствующих в посевах этой культуры. Так, потери урожая семян подсолнечника от одного растения бодяка полевого на 1 м² составляют примерно 0,94 ц/га, от одного растения щетинника или ежовника обыкновенного – 0,23 ц/га. При сложном типе засорённости посевов в зависимости от состава сорных растений потери от 1 экз./м² колеблются от 0,15 до 0,54 ц/га [10]. В этой связи ограничение численности и вредоносности сорной растительности различными приёмами и средствами является необходимым элементом технологии возделывания культуры.

Научными исследованиями и практикой производства различных сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника, показано, что ограничить плотность популяций сорных растений до экономически незначимых пределов без применения гербицидов невозможно [1].

В настоящее время химический метод защиты постоянно совершенствуется в сторону минимализации стресса для растений защищаемой культуры и улучшения экологической ситуации окружающей среды. Ведётся постоянный поиск новых гербицидов и их комбинаций, которые отличались бы низкой фитотоксичностью и высокой эффективностью в борьбе с сорняками, а также обладали низкой резистентностью.

Целью проведённых исследований являлось совершенствование системы ограничения численности и вредоносности сорных растений при выращивании подсолнечника в условиях Центрального Черноземья.

Методика исследований

Исследования проводили в 2017–2019 гг. на полях ООО «Феникс» Каменского района Воронежской области при выращивании гибрида подсолнечника НК Неома, устойчивого к имидазолинонам (производитель – компания «Сингента»).

Использовали комбинированные гербициды, созданные на основе комбинации действующих веществ имазамокс + имазапир:

- Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л), регистрант – БАСФ Агрокемикал Продактс Б.В.;
- Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л), регистрант – ООО «Яровит».

Опыт закладывали на участке производственного посева подсолнечника.

Почва опытного участка – чернозём типичный среднесиловой с содержанием гумуса 5% (в среднем), по механическому составу почвы глинистые. Размер делянок составлял 30 м², повторность – трёхкратная.

Экспериментальные исследования проводили по следующей схеме.

1. Контроль – без обработки.
2. Обработка растений подсолнечника способом опрыскивания препаратом Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л), норма применения – 1,2 л/га.
3. Обработка растений подсолнечника способом опрыскивания препаратом Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л), норма применения – 1,2 л/га.

Посевы обрабатывали гербицидами методом опрыскивания в фазе 4–6 листьев подсолнечника. В это время однолетние злаковые сорные растения находились в фазе 1–3 листьев, а однолетние двудольные – 2–4 листьев. Для внесения гербицидов в агроценоз использовали ранцевый опрыскиватель. Норму расхода рабочей жидкости гербицидов определяли из расчёта 250 л/га.

Мониторинг засорённости подсолнечника осуществляли по общепринятой методике. Видовой состав и численность сорных растений опытных делянок определяли перед опрыскиванием растений гербицидом, через 30 и 45 дней после него, а также перед уборкой урожая. При обследовании посевов учитывали все виды сорняков.

Для оценки уровня засорённости посевов по числу сорняков на 1 м² использовали 5-балльную шкалу:

- 1 балл (до 5 экз./м²) – очень слабая;
- 2 балла (6–15 экз./м²) – слабая;
- 3 балла (16–50 экз./м²) – средняя;
- 4 балла (51–100 экз./м²) – сильная;
- 5 баллов (более 100 экз./м²) – очень сильная [9].

Биологическую эффективность гербицида определяли по снижению численности сорных растений в сравнении с контролем по формуле

$$C = 100 - \frac{B_0}{A_0} \cdot 100 \cdot \frac{a_k}{b_k},$$

где С – биологическая эффективность гербицида, %;

А₀ – число сорных растений на 1 м² до применения гербицида (первый учёт, или исходная засорённость) в опытном варианте;

а_к – число сорных растений на 1 м² до применения гербицида (первый учёт, или исходная засорённость) в контрольном варианте;

В₀ – число сорных растений на 1 м² в опытном варианте после применения гербицида (при втором и последующих учётах);

в_к – число сорных растений на 1 м² в контрольном варианте после применения гербицида (при втором и последующих учётах).

Учёт урожая осуществлялся сплошным методом. Урожайные данные статистически обрабатывали дисперсионным методом [4].

Результаты и их обсуждение

Результаты обследований посевов подсолнечника свидетельствуют об относительно постоянном видовом составе сорной растительности (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав и численность сорняков в посевах подсолнечника, экз./м² (перед опрыскиванием растений гербицидами)

Виды сорных растений	Год			ЭПВ,* экз./м ²
	2017	2018	2019	
Яровые ранние				
Марь белая <i>Chenopodium album</i> L.	15,0	13,0	23,0	4–5
Горец вьюнковый <i>Polygonum convolvulus</i> L.; <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	4,0	5,0	8,0	2–3
Пикульник обыкновенный, жабрей <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	6,0	7,0	6,0	-
Пикульник красивый <i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	4,0	6,0	9,0	-
Горчица полевая <i>Sinapis arvensis</i> L.	7,0	8,0	7,0	-
Яровые поздние				
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	8,0	10,0	19,0	2–3
Щетинник зелёный <i>Setaria viridis</i> L. Beauv.	40,0	45,0	35,0	4–5
Просо куриное <i>Echinochloa crusgalli</i> L.	17,0	15,0	20,0	5–10
Многолетние корнеотпрысковые				
Осот жёлтый (полевой) <i>Sonchus arvensis</i> L.	1,3	1,0	0,5	2
Многолетние корневищные				
Молочай лозный <i>Euphorbia waldesteinii</i> (Sojak) Czer.	4,0	6,0	2,0	1–2
Молочай пашенный <i>Euphorbia agraria</i> M. Bieb.	2,6	3,0	-	-

Примечание: ЭПВ (экономический порог вредоносности) определяли в соответствии с [11].

В составе популяций сорной компоненты присутствуют различные группы растений:

- однолетние двудольные и злаковые;
- многолетние корнеотпрысковые;
- многолетние корневищные.

По суммарной численности засорённость характеризуется как «очень сильная». Плотность популяций видов сорных растений превышает их экономический порог вредоносности.

В целом погодные условия вегетационных периодов были относительно благоприятными для роста и развития как подсолнечника, так и сорных растений.

В посевах подсолнечника выявлены виды сорных растений, относящиеся к разным ботаническим классам и биологическим группам – однодольные и двудольные, однолетние яровые ранние и яровые поздние, многолетние корневищные и корнеотпрысковые. Структура сорной компоненты подсолнечника представлена в таблице 2.

Таблица 2. Структура сорной компоненты в посевах подсолнечника в 2017–2019 гг., %

Биологические группы сорных растений	Год		
	2017	2018	2019
Яровые ранние, всего	33,0	32,8	40,9
Яровые поздние, всего	59,6	58,8	57,1
в том числе:			
однодольные	52,3	50,4	42,5
двудольные	7,3	8,4	14,6
Многолетние корнеотпрысковые	1,2	0,84	0,4
Многолетние корневищные	6,0	7,56	1,54

Перед проведением обработки растений гербицидами более половины численности сорных растений составляли представители группы яровых поздних видов, при этом основная доля в структуре группы приходилась на популяции однодольных видов. Наиболее многочисленными видами в этой группе сорных растений в течение трёх лет исследований были щетинник зелёный (более 61%) и просо куриное (в среднем 26%). Двудольные виды в этой группе представляла щирица запрокинутая, доля которой по годам учёта находилась в пределах 12–25,7%.

Группа яровых ранних сорняков по сравнению с поздними была менее многочисленной: их доля в общей засорённости составляла в 2017, 2018 и 2019 гг. соответственно 33,0%, 32,8 и 40,9%. Эта группа сорных растений представлена только двудольными растениями, из которых марь белая была наиболее распространённой: в 2017 г. – 41,7%, в 2018 г. – 33,3, в 2019 г. – 43,4%. В структуре сорной флоры в посевах подсолнечника присутствовали и представители многолетних корневищных видов (виды молочаев) с долей численности от 1,5 до 7,6%, а также многолетних корнеотпрысковых (осот полевой) с долей численности менее одного процента.

В современных условиях ограничение численности и вредоносности сорных растений является одним из основных элементов управления фитосанитарным состоянием агроценозов. Наиболее полносистемный подход в борьбе с сорняками реализуется при интегрированной защите культуры, предусматривающей как профилактические, так и оперативные приёмы и средства.

Из профилактических (предупредительных) приёмов большое значение имеют мероприятия, обеспечивающие очистку посевного материала от семян сорняков, ограничение сорной растительности на необрабатываемых землях, а также агротехнические приёмы возделывания культуры, направленные на снижение плотности популяций видов сорной растительности как до посева, так и в период вегетации культуры.

Основу в регулировании численности сорных растений составляет севооборот [1, 7]. Установлено, что уровень плотности популяций сорных растений в севооборотных посевах по сравнению с бессменными снижается в 2–6 раз [1].

В системе защиты подсолнечника от сорных растений важное место отводится обработке почвы. С учётом видового состава сорных растений и его структуры применяются различные способы зяблевой подготовки почвы, которые обеспечивают снижение засорённости посева подсолнечника в 1,5–2,5 раза по сравнению с обычной зябью. При смешанном засорении более эффективен улучшенный способ, предусматривающий проведение двух механических обработок почвы до вспашки.

В зависимости от видового состава сорных растений и их численности разработаны и широко применяются на практике различные схемы защиты подсолнечника с помощью гербицидов. С позиций экономической целесообразности и экологической безопасности гербициды необходимо применять тогда, когда возможности агротехнических и других приёмов уже исчерпаны.

Эффективное подавление сорных растений обеспечивает правильный выбор, своевременное и качественное применение гербицидов различного спектра действия, адекватного характеру засорённости подсолнечника.

Ограничение плотности популяций многолетних сорняков, как правило, целесообразнее вести в паровом поле с помощью гербицидов неизбирательного действия на основе действующего вещества *глифосат*. Применение препаратов этой группы позволяет подавить физиологические функции не только надземных органов и тканей, но и корневой системы.

Для ограничения плотности популяций самых многочисленных и разнообразных по видовому составу групп однолетних двудольных и злаковых сорняков зарегистриро-

ваны гербициды различных химических групп [2, 6], которые предназначены для опрыскивания почвы до посева или до всходов культуры.

Наиболее распространены такие гербициды, как:

- *диметенамид-Р* в форме препаратов Фронтьер Оптима, КЭ (720 г/л); Блокпост, КЭ (720 г/л); Эталон, КЭ (720 г/л); Дифронт, КЭ (720 г/л) при норме расхода 0,8–1,2 л/га;

- *С-метолахлор* в форме препаратов Авангард, КС (960 г/л); Анаконда, КЭ (960 г/л); Дуал Голд, КЭ (960 г/л); Симба, КЭ (960 г/л) и др. при норме расхода 1,3–1,6 л/га;

- *прометрин* в форме препаратов Гезагард, КС (500 г/л); Гонор, КС (500 г/л); Прометрин, СК (500 г/л) и др. при норме расхода 2,0–3,5 л/га;

- *пендиметалин* в форме препаратов Стомп Профессионал, МКС (455 г/л), норма расхода 2,2–4,35 л/га; Кобра, КЭ (330 г/л) при норме расхода 3,0–6,0 л/га; Эстамп, КЭ (330 г/л) при норме расхода 3,0–6,0 л/га;

- *пендиметалин + диметенамид-Р* в форме препарата Винг-П, КЭ (250 + 212,5 г/л) при норме расхода 2–4 л/га;

- *флумиоксазин* в форме препарата Пледж, СП (500 г/кг), опрыскивание почвы которым осуществляют сразу после посева культуры или в течение 2–3 дней после этого (0,1–0,12 кг/га);

- *пропизохлор* в форме препаратов Пронто, КЭ (720 г/л) и Пропонит, КЭ (720 г/л) при норме расхода 2–3 л/га;

- *С-метолахлор + тербутилазин* в форме препаратов Гардо Голд, КС (312,5 + 187,5 г/л); Киборг, КС (312,5 + 187,5 г/л); Камелот, СЭ (312,5 + 187,5 г/л) и др. при норме расхода 3–4 л/га.

Вместе с тем хорошо известно, что почвенные гербициды проявляют свою активность главным образом в отношении проростков сорных растений, появление которых напрямую зависит от уровня влажности верхнего слоя почвы. В зоне неустойчивого увлажнения, к которой относится и Центральное Черноземье, в отдельные годы существует риск отсутствия эффекта проявления гербицидной активности от почвенных гербицидов из-за недостаточного количества влаги в верхнем слое почвы.

Не решается полностью проблема засорённости посевов подсолнечника и при опрыскивании почвы гербицидами данной группы до всходов культуры, поскольку всходы подсолнечника, как правило, появляются раньше, чем всходы группы поздних яровых сорняков. В связи с этим значительная доля мероприятий по защите культуры от сорной растительности химическими средствами сосредоточивается на поле подсолнечника в период вегетации культуры.

Для уничтожения сорных злаков имеется большой ассортимент высокоэффективных граминицидов [2, 6], разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Для ограничения плотности популяций однолетних и многолетних злаковых сорняков рекомендованы как однокомпонентные, так и комбинированные гербициды.

Зарегистрированы следующие однокомпонентные гербициды:

- *клетодим* в форме препаратов Селектор, КЭ (240 г/л); Селект, КЭ (120 г/л); Центурион, КЭ (240 г/л); Злактерр, КЭ (240 г/л) для опрыскивания сорных растений в период их активного роста (в фазе 2–6 листьев) при нормах расхода 0,2–0,4 и 0,7–1,0 л/га соответственно против однолетних и многолетних;

- *хизалофоп-П-этил* в форме препарата Тарга Супер, КЭ (51,6 г/л) для опрыскивания сорных растений в период их активного роста (в фазе 2–4 листьев) при нормах расхода 0,75–1,5 и 1,5–2,5 л/га соответственно против однолетних и многолетних;

- *флуазифоп-II-бутил* в форме препарата Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л) для опрыскивания сорных растений при нормах расхода 0,75–1,0 л/га против однолетников и 1,5–2,0 л/га против пырея ползучего; а также препаратов Фюзилад Супер, КЭ (125 г/л) и Легионер, КЭ (150 г/л) для опрыскивания только однолетних злаков при нормах расхода соответственно 1,0–1,5 и 0,75–1,0 л/га;

- *галаксифоп-P-метил* в форме препаратов Галактик Супер, КЭ (104 г/л); Галактион, КЭ (104 г/л); Соната Супер, КЭ (104 г/л) и др. для опрыскивания сорняков в период их активного роста (в фазы от 2–6 листьев до кущения однолетников, а пырея ползучего – при высоте 10–15 см) при нормах расхода 0,5 и 1,0 л/га соответственно против однолетников и многолетников.

Для этой же цели также разрешено применение таких однокомпонентных гербицидов, как:

- *циклоксидим* в форме препарата Стратос Ультра, КЭ (100 г/л) для опрыскивания посевов по вегетирующим сорнякам начиная с фазы 2 листьев до конца фазы кущения и при высоте пырея ползучего 10–15 см (независимо от фазы развития подсолнечника) при норме расхода 1–2 л/га;

- *пропаквизафоп* в форме препарата Шогун, КЭ (100 г/л) при нормах расхода 0,6–0,8 и 1,0–1,2 л/га соответственно против однолетних и многолетних сорняков.

Что касается комбинированных гербицидов, то в настоящее время разрешено применение следующих:

- *клетодим + хизалофоп-n-этил* в форме препарата Лигат, КЭ (150 + 65 г/л) при нормах расхода 0,4–0,6 и 0,6–0,8 л/га соответственно против однолетников и многолетников, а также препарата Эволюшн, КЭ (140 + 70 г/л) при норме расхода 0,35–0,5 л/га против однолетников.

Гербицид *клетодим + галаксифоп-P-метил* в форме препарата Квикстеп, МКЭ (130 + 80 г/л) разрешено применять с регламентами против однолетних и многолетних сорных растений при нормах расхода соответственно 0,4 и 0,8 л/га. Эта группа гербицидов обладает не только высокой степенью селективности, но и достаточно длительным периодом их возможного внесения в агроценоз – от всходов сорняков до фазы 5–6 листьев. Это позволяет разовой обработкой полностью уничтожить весь спектр разновозрастных однодольных сорных растений.

Вместе с тем при смешанном типе засорения одними граминицидами проблема очистки посевов от сорных растений также не решается. Ограничение численности и вредоносности *однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков* возможно применением гербицидов в период вегетации культуры. После появления всходов подсолнечника в фазы от 2–4 до 6–8 настоящих листьев культуры и в ранние фазы роста сорняков (2–4 листа) разрешено применение *трибенурон-метила* в форме препарата Гранд Плюс, ВДГ (750 г/кг) при норме расхода 0,025–0,05 л/га для подсолнечника, устойчивого к препарату.

В наших опытах мы изучали эффективность гербицидов, которые применяются при выращивании подсолнечника по системе Clearfield. В этой технологии наряду с использованием соответствующих гербицидов *имидазолиновой* группы для посева применяют гибриды, устойчивые к этим препаратам [3].

Проведёнными авторами исследованиями установлено, что применение гербицидов Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л), содержащих одинаковые действующие вещества в равных концентрациях, но разных регистрантов, способом опрыскивания посевов подсолнечника в нормах расхода 1,2 л/га позволяет эффективно снижать засорённость посевов (табл. 3).

АГРОНОМИЯ

**Таблица 3. Биологическая эффективность гербицидов на подсолнечнике, %
(средние показатели за 2017–2019 гг.)**

Виды сорных растений	Численность сорняков после применения гербицидов, экз./м ²		
	перед обработкой	через 30 суток	через 45 суток
Контроль			
Марь белая	13,0	15,3	17,0
Горец вьюнковый	5,0	5,0	5,0
Пикульник обыкновенный, жабрей	7,0	8,0	9,0
Пикульник красивый	6,0	7,0	9,0
Горчица полевая	8,0	10,0	15,0
Щирица запрокинутая	10,0	12,0	12,0
Щетинник зелёный	35,0	36,1	37,0
Просо куриное	15,0	17,0	17,1
Осот жёлтый (полевой)	1,0	1,7	1,7
Молочай лозный	6,0	6,0	6,0
Молочай пашенный	3,0	3,0	3,0
Евро-Лэнд, ВРК (33 + 15 г/л)			
Марь белая	11,0	78	77
Горец вьюнковый	6,0	77	75
Пикульник обыкновенный, жабрей	6,0	77	76
Пикульник красивый	8,0	73	81
Горчица полевая	7,0	79	83
Щирица запрокинутая	8,0	70	77
Щетинник зелёный	32,0	86	86
Просо куриное	13,0	76	76
Осот жёлтый (полевой)	0,0	-	-
Молочай лозный	4,0	84	84
Молочай пашенный	2,0	88	88
Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л)			
Марь белая	15,0	100	100
Горец вьюнковый	4,0	100	100
Пикульник обыкновенный, жабрей	8,0	100	100
Пикульник красивый	4,0	100	100
Горчица полевая	9,0	100	100
Щирица запрокинутая	12,0	100	100
Щетинник зелёный	38,0	100	100
Просо куриное	17,0	100	100
Осот жёлтый (полевой)	2,0	86	86
Молочай лозный	8,0	100	100
Молочай пашенный	4,0	100	100

Как следует из данных таблицы 3, в контрольном варианте наблюдался заметный рост численности сорных растений в течение 45 суток с момента учёта перед применением гербицидов. На двух других опытных делянках спустя 5–7 суток после применения препаратов Евро-Лэнд, ВРК и Евро-Лайтнинг, ВРК наблюдали угнетение физиологических функций сорных растений. Симптомы гербицидной активности проявлялись в виде обесцвечивания и побурения точек роста, а далее наступал хлороз и гибель сорняков. Полное отмирание некоторых видов сорняков отмечали через 2–3 недели после обработки. Молодые сорняки были более чувствительны к гербицидам. Уже через месяц после обработки в посевах подсолнечника отмечалось существенное снижение численности как однодольных, так и двудольных сорных растений.

Показатели биологической эффективности обоих гербицидов достигали максимальных значений через 30 суток после их применения, при этом достаточно заметна разница между препаратами. Особенно эффективное подавление сорных растений отмечалось в варианте с препаратом Евро-Лайтнинг, ВРК. Против однолетних двудольных и злаковых растений, а также многолетних корневищных сорняков биологическая эффективность этого гербицида достигала 100%. В отношении осота жёлтого (полевого) этот показатель составлял 86%.

В идентичных условиях эксперимента с гербицидом Евро-Лэнд, ВРК биологическая эффективность этого препарата против однолетних двудольных и злаковых растений, а также многолетних корневищных сорняков находилась в пределах 70–86%.

Данные последующих учётов через 45 суток после обработки и перед уборкой подсолнечника позволили выявить, что высокое гербицидное действие препаратов сохранялось вплоть до уборки культуры. Возможно, это обусловлено тем, что гербициды имидазолиновой группы при попадании в почву создают своего рода «экран» и тем самым сдерживают развитие проростков сорняков [2].

При визуальном осмотре растений подсолнечника гибрида НК Неома в период вегетации не выявлено фитотоксического влияния гербицидов, задержки роста и развития растений культуры по сравнению с растениями контрольного варианта.

Уровень биологической эффективности гербицидов во многом определил и показатель хозяйственной эффективности (табл. 4).

Таблица 4. Хозяйственная эффективность применения гербицидов на посевах подсолнечника (средние показатели за 2017–2019 гг.)

Варианты опыта	Норма применения, л/га	Среднее значение урожайности, ц/га	Величина сохраненного урожая, ц/га
Контроль	-	18	-
Евро-Лэнд, ВРК (33 + 15 г/л)	1,2	25	7
Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л)	1,2	29	11
НСР _{0,95} = 2,28 ц/га			

Анализ данных таблицы 4 позволяет сделать заключение, что величина сохранённого урожая за счёт применения гербицидов достоверно отличается не только от контрольного варианта, но и между вариантами опытов с гербицидами. Существенность различий урожайных данных по вариантам опытов подтверждена расчётом наименьшей существенной разности (НСР).

Расчёт экономической эффективности (табл. 5) выполнен в соответствии с существующими рекомендациями [8].

Таблица 5. Экономическая эффективность применения гербицидов на подсолнечнике (средние показатели за 2017–2019 гг.)

Показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Евро-Лэнд, ВРК (33 + 15 г/л)	Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л)
Урожайность, ц/га	18	25	29
Цена зерна подсолнечника, тыс. руб./т	18 000	18 000	18 000
Стоимость зерна подсолнечника, руб./га	32 400	45 000	52 200
Материально-денежные затраты, руб./га	14568,6	19512,0	20221,9
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	809,4	780,5	697,3
Условно чистый доход, руб./га	17831,4	25488,0	31978,1
Уровень рентабельности, %	122,4	130,6	158,1

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что применение гербицидов для химической прополки подсолнечника является экономически выгодным мероприятием: позволяет снизить себестоимость основной продукции, повысить условно чистый доход и уровень рентабельности производства культуры. Вместе с тем взятые в исследование препараты неравноценны по своей экономической эффективности в химической прополке подсолнечника.

Так, использование препарата Евро-Ленд, ВРК для ограничения численности и вредоносности сорных растений является экономически менее выгодным, чем применение препарата Евро-Лайтнинг, ВРК, и это несмотря на заметно меньшие материально-денежные затраты при использовании при выращивании подсолнечника препарата Евро-Ленд, ВРК. Даже при более высоких материально-денежных затратах при использовании препарата Евро-Лайтнинг, ВРК получены более высокие показатели экономической эффективности за счёт лучших показателей биологической и хозяйственной эффективности. На рубль затрат, связанных с производством зерна подсолнечника по технологии Clearfield с гербицидом Евро-Ленд, ВРК, было получено 130,6 руб. чистой прибыли при себестоимости основной продукции, равной 780,5 руб./ц, тогда как при использовании препарата Евро-Лайтнинг, ВРК эти показатели составили соответственно 158,1 и 697,3 руб.

Выводы

1. Эффективное ограничение численности и вредоносности популяций сорных растений в посевах подсолнечника, даже при сложной степени засорённости, достигается применением современных химических средств.

2. Показатели биологической эффективности против злаковых и двудольных сорняков препаратов Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) в течение всего периода наблюдения составили соответственно 73–88 и 86–100%.

3. Применение для химической прополки подсолнечника гербицидов Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) позволило ограничить численность сорных растений и получить урожай семян культуры соответственно 25 и 29 ц/га (в среднем за три года).

4. Показатели экономической эффективности ограничения численности и вредоносности сорных растений гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) превышают аналогичные показатели препарата Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л): условно чистый доход – на 25,5%, уровень рентабельности – на 21%, несмотря на более высокие материально-денежные затраты (20221,9 против 19512,0 руб./га).

Библиографический список

1. Баздырев Г.И. Земледелие : учебник / Г.И. Баздырев. – Москва : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2013. – 608 с.
2. Илларионов А.И. Современные методы защиты растений : учеб. пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 307 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b145960.pdf> (дата обращения: 02.06.2020).
3. Илларионов А.И. Сравнительная эффективность гербицидов на посевах подсолнечника / А.И. Илларионов, К.С. Соболев // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития. Юбилейный сборник научных трудов : матер. международной науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий факультета агрономии, агрохимии и экологии (Россия, г. Воронеж, 24 сентября 2019 г.) ; под общей ред. проф. В.А. Федотова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 235–241.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
5. Семьнина Т.В. Технология защиты подсолнечника от вредных организмов в условиях ЦЧЗ : монография / Т.В. Семьнина, И.Н. Разумейко, М.М. Наумов. – Воронеж : [б. и.], 2015. – 134 с.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации, 2019 год : справочное издание. – Москва : [б. и.], 2019. – 848 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 4, 2019 г.
7. Справочник агронома (Центрально-Чернозёмный регион) : учеб. пособие / Г.В. Корнев и др. ; под ред. Г.В. Корнева. – 2-е изд., доп. и перераб. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1996. – 314 с.
8. Справочник по защите растений / В.А. Захаренко и др. ; под ред. Ю.Н. Фадеева. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 414 с.
9. Фитосанитарная диагностика / А.Ф. Ченкин, В.А. Захаренко, Г.С. Белозерова и др. ; под ред. А.Ф. Ченкина. – Москва : Колос, 1994. – 320 с.
10. Хрюкина Е.И. Целесообразность применения гербицидов при возделывании подсолнечника в ЦЧР / Е.И. Хрюкина, Е.И. Колесникова // Фитосанитарное оздоровление экосистем : матер. Второго Всероссийского съезда по защите растений : в 2 т. (Россия, г. Санкт-Петербург-Пушкин, ВИЗР, 05–10 декабря 2005 г.). – Санкт-Петербург : ВИЗР, 2005. – Т. 2. – С. 417–418.
11. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур : справочник / В.Т. Алехин, В.В. Михайликова, Н.Г. Михина. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 76 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Иванович Илларионов – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: Illarionov-Alexandr@yandex.ru.

Алексей Леонидович Лукин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: A.L.Loukine@vsau.ru.

Кирилл Сергеевич Соболев – магистрант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kirill.sobolev@agrosoros.ru.

Дата поступления в редакцию 17.07.2020

Дата принятия к печати 02.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexander I. Illarionov, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: Illarionov-Alexandr@yandex.ru.

Alexei L. Lukin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: A.L.Loukine@vsau.ru.

Kirill S. Sobolev, Master's Degree Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kirill.sobolev@agrosoros.ru.

Received July 17, 2020

Accepted after revision September 02, 2020