

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОРЬБЫ С ИНВАЗИЕЙ ВИДОВ
ЗОЛОТАРНИКА СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ****С.К. Бакей¹, *М.М. Мотыль¹, О.В. Созинов², Ю.И. Высоцкий³**¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Республика Беларусь, Минск²Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь, Гродно³Витебский государственный университет им. П.М. Машерова,

Республика Беларусь, Витебск

*e-mail: uchsec@tut.by

Приведены результаты исследований по установлению эффективных норм применения гербицидов селективного действия для искоренения инвазионных популяций золотарника (*Solidago canadensis* и *Solidago gigantea*). Установлено, что в условиях Беларуси наиболее перспективен гербицид Магнум, ВДГ на основе метсульфурон-метила в нормах применения от 40 г/га в южной и западной, до 70 г/га в центральной и 100 г/га в ее северной части. Предложен состав его универсальной баковой смеси с глифосатсодержащим гербицидом Торнадо 500 для искоренения золотарника в регионах умеренного климата.

Ключевые слова: биотоп, гербицид, инвазия, золотарник, Магнум, AIPS, *Solidago*.

Введение

В последние годы в Беларуси и сопредельных регионах наблюдается стремительная экспансия золотарника канадского (*Solidago canadensis* L. s.l.) и золотарника гигантского (*Solidago gigantea* Aiton). Занимаемые ими площади постоянно увеличиваются. Всего на территории Беларуси выявлено более 2 тысяч мест произрастания этих агрессивных видов [1, 2] на площади более 500 га (<http://www.plantcadastre.by>). В Российской Федерации инвазия американских золотарников также отмечена не только в урбанизированных ландшафтах, но и в естественных биотопах [3-5] лесостепной (Тульская и Тамбовская обл.) и степной зонах (Воронежская, Курская, Ростовская обл. и др.). С этими растениями как инвазивными агрессорами, ведется активная борьба [6, 7]. Однако если на небольших территориях искоренение золотарника достигается многократным скашиванием и не вызывает особых трудностей, то на обширных пространствах без применения гербицидов не обойтись. При обработках достигается эффективное искоренение как существующих зарослей, так и превентивный контроль формирующихся популяций. Норма использования препаратов корректируется с учетом плотности популяций, особенностей эдафотопа и природно-климатических условий. Полученный при этом опыт борьбы с инвазионными видами растений рекомендуется к использованию в соседних регионах и способствует достижению общей цели экологической безопасности.

Для борьбы с аллохтонными золотарниками на землях несельскохозяйственного пользования и в населенных пунктах на территории Республики Беларусь в 2014 г. разрешен гербицид общего действия Торнадо 500 ВР (Торнадо 500) в довольно высоких дозах – около 5 л/га. Вместе с тем для снижения химической нагрузки и эффективного искоренения золотарников как агрессивных видов может быть использован широкий спектр более рациональных (биорациональных) гербицидов селективного действия и их баковых смесей.

Такие многоплановые исследования с применением гербицидов селективного действия проведены в 2014-2020 гг. на территории Беларуси.

Цель работ – установить состав эффективных гербицидов и их баковых смесей для искоренения популяций инвазионных золотарников, провести их регистрационные

испытания и уточнение биорациональных норм применения при использовании в эдафически и климатически разнородных регионах Беларуси. В связи с этим проведена серия синхронных полевых экспериментов в северной, центральной и западной части Беларуси по установлению биологической эффективности селективных гербицидов Агростар ВДГ (водно-дисперсионные гранулы; Агростар), Лонтрел 300 ВР (водный раствор; Лонтрел 300), Магнум ВДГ (водно-дисперсионные гранулы; Магнум) и др. и их смесей с Торнадо.

Материалы и методы

Эксперименты с применением средств защиты растений закладывали на опытных полигонах согласно Методическим указаниям по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь [8]. Полигоны располагались в северной (г. Витебск), центральной (г. Минск) и западной (г. Гродно) части Беларуси.

Полевые исследования на опытных полигонах выполнены в 2014-2015 г. Дальнейшая программа работ включала оценку действия зарегистрированного гербицида Магнум ВДГ и др. гербицидов и их смесей [9] во всех регионах Беларуси. Вид испытаний: полевой мелкоделяночный опыт. Площадь опытных делянок 10 м², расположение – рандомизированное, количество повторностей опыта: четыре. Технология применения средства защиты растений: опрыскивание ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочей жидкости: 300 л/га (0,3 л/10 м²). Количественный учет растений проводили до обработки, количественно-весовой – через 30 и 60 дней после обработки. Обработка скошенных участков проводилась после отрастания золотарника до 30-50 см. При обработке смешанных популяций обоих видов золотарника, находящихся в одном фитоценозе, оценивали общую эффективность гербицидов, не дифференцируя растения на виды. Надземную фитомассу золотарников скашивали на 1 м² и взвешивали на сырой вес (г/м²). Проективное покрытие растений напочвенного покрова на делянках (10 м²) определяли по методике [10], а численность золотарника – подсчетом числа побегов на 1 м². Статистическую обработку полученных результатов проводили методами базовой статистики [11].

Результаты и обсуждение

В северной части Беларуси (55,1904 с.ш., 30,2049 в.д., 150 м над у.м., 550-680 мм осадков, вег. период 180-187 суток, зона морозостойкости 3 USDA (United States Department of Agriculture) исследованы смешанные популяции *Solidago canadensis* и *Solidago gigantea*. Почва: дерново-подзолистая, песчаная. Фитоценотические условия: многолетняя естественно сформировавшаяся заросль золотарников. Фитоценоз образовался на заброшенных огородах (залежный вариант рудеральной растительности).

В 2014 г. выполнено испытание перспективного гербицида Магнум и подбор биорациональных норм гербицида общего действия Торнадо 500 в баковых смесях с гербицидом селективного действия Агростар. Опыты заложены в первой декаде июня.

Варианты опытов:

Контроль – без обработки гербицидами;

Опыт 1 – Торнадо 500, ВР, 1,0 л/га + Агростар, ВДГ, 10 г/га;

Опыт 2 – Торнадо 500, ВР, 1,7 л/га + Агростар, ВДГ, 10 г/га;

Опыт 3 – Торнадо 500, ВР, 2,0 л/га + Агростар, ВДГ, 10 г/га;

Опыт 4 – Магнум, ВДГ, 40 г/га;

Опыт 5 – Магнум, ВДГ, 70 г/га;

Опыт 6 – Магнум, ВДГ, 100 г/га.

Исходная плотность золотарника перед обработкой составляла 34-52 шт/м² с сырой массой 370 г/м². При проведении количественно-весавого учета динамики засоренности в

октябре, средняя плотность золотарника в контроле без обработки составила 42 шт/м², а масса возросла до 620 г/м². Оценка действия гербицидов (табл. 1) показала, что полное искоренение зарослей золотарника наряду с зарегистрированным гербицидом общего действия Торнадо 500 обеспечивает и селективный гербицид Магнум в норме 100 г/га, а также баковая смесь Торнадо 500 + Агростар в нормах соответственно 1,7-2,0 л/га и 10,0 г/га.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов при обработке золотарника в северной части Беларуси в 2014 г.

Вариант опыта, №	Гибель растений после обработки, %	Снижение, % к контролю	
		численность побегов	сырая масса
1	70	40	40
2	100	20	20
3	90	95	95
4	80	40-50	50
5	85	30-40	40
6	90	100	100

В 2015 г. условия опыта были изменены. Выполнен расширенный объем работ, состоящий из двух серий опытов. Первая серия опытов заложена в июне по вегетирующим зарослям; вторая – в августе по отрастающим после скашивания растениям. В перечень испытуемых препаратов добавлен гербицид Лонтрел 300, применяемый для искоренения сорняков на газонах, а также испытано действие сниженной нормы Торнадо 500 и изменено соотношение норм в его смеси с Агростаром. Повторно испытано действие различных концентраций гербицида Магнум и его смеси с Торнадо 500 в предполагаемой биорациональной норме 1,5 л/га.

Варианты опытов:

Контроль – без обработки гербицидами;

Опыт 1 – Торнадо 500, ВР, 5,5 л/га;

Опыт 2 – Магнум, ВДГ, 40 г/га;

Опыт 3 – Магнум, ВДГ, 70 г/га;

Опыт 4 – Магнум, ВДГ, 100 г/га;

Опыт 5 – Магнум, ВДГ, 40 г/га + Торнадо 500, ВР, 1,5 л/га;

Опыт 6 – Лонтрел 300, ВР, 0,7 л/га + Торнадо 500, ВР, 1,2 л/га;

Опыт 7 – Агростар, ВДГ, 15 г/га + Торнадо 500, ВР, 1,5 л/га.

На нескошенном участке в первой серии опытов исходная численность золотарника перед обработкой во второй декаде июня составляла 110-160 шт/м² с массой 370 г/м². Золотарник был представлен растениями в фазе бутонизации. При учете через 60 дней отмечен прирост массы на 120 г в контроле и гибель растений во всех опытах (табл. 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицидов при обработке зарослей золотарника в северной части Беларуси, 2015 г.

Вариант опыта	До обработки		Снижение показателей после обработки, % к контролю		Гибель золотарника, %
	численность, шт/м ²	сырая масса, г/м ²	численность	сырая масса	
Контроль	130	370	-	-	0
Опыт 1	140	430	100	100	100
Опыт 2	120	400	95	95	95
Опыт 3	140	420	97	97	97
Опыт 4	110	400	100	100	100
Опыт 5	150	420	97	97	97
Опыт 6	130	410	99	99	99
Опыт 7	140	390	99	99	99

Исходная плотность побегов золотарника во второй серии опытов на участке перед скашиванием составляла 150–300 шт/м² с массой до 480 г/м². После отрастания до 30 см число побегов уменьшилось до 130-140 шт/м² с массой 270 г/м². Результаты учета через 60 дней после обработки представлены в таблице 3. Отмечен прирост массы на 80 г в контроле и гибель растений на 95-100 % во всех опытах на скошенных растениях. Опыты подтвердили высокую эффективность гербицида Магнум в норме 100 г/га и показали, что норма применения 1,2-1,7 л/га Торнадо 500 в северной части страны наиболее целесообразна для составления баковых смесей с селективными гербицидами.

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицидов при обработке отрастающего золотарника в северной части Беларуси, 2015 г.

Вариант опыта	До обработки		Снижение показателей после обработки, % к контролю		Гибель золотарника, %
	численность, шт/м ²	сырая масса, г/м ²	плотности	сырой массы	
Контроль	130	270	-	-	0
Опыт 1	140	230	100	100	100
Опыт 2	120	250	95	95	95
Опыт 3	140	240	98	99	99
Опыт 4	110	250	100	100	100
Опыт 5	150	260	97	97	97
Опыт 6	130	240	98	99	99
Опыт 7	140	230	99	99	99

Таким образом, в северной части Беларуси и аналогичных по природно-климатическим условиям зонах Российской Федерации (Псковская, Тверская, Ярославская и др. области) и других стран для уничтожения золотарника рекомендованы: гербицид Магнум, ВДГ в норме 100 г/га, а также баковые смеси Магнум + Торнадо 500 (40 г/га + 1,5 л/га) и Лонтрел 300 + Торнадо 500 (0,7л/га + 1,2 л/га) или Агростар + Торнадо 500 (15 г/га + 1,5 л/га). При обработке золотарника этими препаратами (и их смесями) в период с июня по август при высоте растений 50-100 см через 60 дней уничтожается 95-100 % инвазионной популяции.

На скошенном золотарнике при высоте побегов 30-50 см в период с июня по август эффективно использование Магнума в нормах от 70 до 100 г/га, а также баковых смесей Магнум + Торнадо 500 (40 г/га + 1,2 л/га), Лонтрел 300 + Торнадо 500 (0,7л/га + 1,2 л/га), или Агростар + Торнадо 500 (15 г/га + 1,5 л/га).

В центральной части Беларуси (53,9 с.ш., 27,5667 в.д., 220-345 м над у.м., 550-680 мм осадков, вег. период 185-195 суток, зона морозостойкости 3 USDA, исследована смешанная популяция *Solidago canadensis* и *Solidago gigantea* в Центральном ботаническом саду Национальной академии наук Беларуси (г. Минск). Почва: дерново-подзолистая, суглинистая. Фитоценоотические условия: многолетняя заросль золотарника на скашиваемом газоне ландшафтной экспозиции. Опробовано действие 10 гербицидов и более 50 вариантов их смесей. На нескошенных и скошенных зарослях провели поиск препаратов, избирательно предотвращающих цветение и максимально ослабляющих семенное возобновление золотарника, а также подобрали биорациональные нормы их применения в посадках декоративных кустарников на ландшафтных экспозициях.

Положительные результаты получены в следующих вариантах опытов:

Опыт 1 – Агроксон, ВР, 0,8 л/га;

Опыт 2 – Агростар, ВДГ, 16 г/га;

Опыт 3 – Лонтрел, ВР, 0,8 л/га;

Опыт 4 – Прима, СЭ, 1,2 л/га;

Опыт 5 – Аккурат Экстра, ВДГ, 33 г/га;

- Опыт 6 – Торнадо 500, ВР, 2,5 л/га;
- Опыт 7 – Агростар, ВДГ, 10 г/га + Торнадо 500, ВР, 0,8 л/га;
- Опыт 8 – Агростар, ВДГ, 10 г/га + Лонтрел, ВР, 0,7 л/га;
- Опыт 9 – Базагран М, ВР, 0,5 л/га + Торнадо 500, ВР, 1,2 л/га;
- Опыт 10 – Магнум, ВДГ, 40 г/га;
- Опыт 11 – Магнум, ВДГ, 70 г/га;
- Опыт 12 – Магнум, ВДГ, 100 г/га.

Исходная численность золотарника перед обработкой делянок составляла 28-50 шт/м² с массой 260,5 г/м². При проведении количественно-вещного учета через 60 дней средняя численность растений в контроле составила 41,5 шт/м², а масса возросла до 432,0 г/м². На опытных делянках применение гербицидов привело к гибели золотарника (табл. 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность гербицидов при обработке зарослей золотарника в центральной части Беларуси, 2014 г.

Вариант опыта	Гибель растений золотарника после обработки, %		Эффективность гербицида, %
	все побеги	генеративные побеги	
Опыт 1	30	25	25
Опыт 2	30	90	20
Опыт 3	66	100	66
Опыт 4	50	90	40
Опыт 5	75	100	75
Опыт 6	90	100	90
Опыт 7	99	100	99
Опыт 8	99	100	99
Опыт 9	90	95	85
Опыт 10	95	99	94
Опыт 11	99	100	99
Опыт 12	100	100	100

Выявлено, что на зарослях золотарника наиболее эффективны гербициды Магнум (эффективность 94-100 %) и Аккурат Экстра (75 %), которые, а также применяемый для устранения сорняков на газонах гербицид Лонтрел 300, избирательно уничтожают генеративные побеги золотарника, предотвращая выход растений на фазу цветения и плодоношения. Такую особенность гербицида Лонтрел 300 удобно использовать при совмещенной обработке газонов и засоренных золотарником сопредельных территорий. Анализ результатов применения Магнума показал, что обработка зарослей нормой 40 г/га снизила численность растений на 79,5 %, массу – на 89,6 %, а эффективность препарата составила 94 %. В вариантах с применением Магнума в норме 70 и 100 г/га эффективность составила 99-100 %, а золотарник погибал полностью.

Искоренение зарослей на 95-99 % в опытах 7 и 8 обеспечили также смеси Агростар + Лонтрел 300 и Агростар + Торнадо 500. Биорациональное удаление золотарника внутри посадок кустарников и хвойных растений на ландшафтных экспозициях, где отсутствует возможность его скашивания, достигнута при использовании смеси Агростар, ВДГ, 10 г/га + Торнадо 500, ВР в сниженной норме 0,8 л/га, поскольку она не приводит к угнетению листы кустарников и приствольного газонного покрытия.

Таким образом, для искоренения зарослей золотарника в центральной части Беларуси и аналогичных по природно-климатическим условиям зонах Российской Федерации и других стран, наиболее эффективно применение гербицида Магнум, ВДГ в норме 70 г/га. Снижение риска семенного расселения золотарника на газонах может быть достигнуто обработкой гербицидом Лонтрел 300, а на экспозициях – баковой смесью Агростар + Торнадо 500.

В западной части Беларуси (53,6884 с.ш., 23,8258 в.д., 130-190 м над у.м., 520-640 (706) мм осадков, вег. период 189-200 суток, зона морозостойкости 4 USDA) исследована

смешанная заросль *Solidago canadensis* L. и *Solidago gigantea* Ait. в инвазионной популяции на залежи в северных окрестностях г. Гродно: микрорайон Зарица-3. В 2014 г. выполнен анализ влияния испытуемых гербицидов на флористическое разнообразие и динамику проективного покрытия напочвенного покрова, а также оценка биологической эффективности гербицидов на вегетирующих зарослях. В 2015 г. опыты проведены на золотарнике, отрастающем после скашивания.

Варианты опытов:

Контроль – без обработки гербицидами;

Опыт 1 – Магнум, ВДГ, 100 г/га;

Опыт 2 – Магнум, ВДГ, 70 г/га;

Опыт 3 – Магнум, ВДГ, 40 г/га;

Опыт 4 – Магнум, ВДГ, 20 г/га;

Опыт 5 – Магнум, ВДГ, 20 г/га + Торнадо 500, ВР, 1,2 л/га;

Опыт 6 – Магнум, ВДГ, 20 г/га + Торнадо 500, ВР, 1,5 л/га.

Данные об изменении ценотических характеристик и численности видов живого напочвенного покрова при обработке экспериментальных площадок представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Изменение проективного покрытия золотарника и характеристик фитоценозов с его участием в западной части Беларуси при обработке гербицидами в опыте без кошения, 2014 г.

Структурный элемент фитоценоза	Варианты опыта / месяц / проективное покрытие на 10 м ² , %													
	1		2		3		4		5		6		К	
	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август
<i>Solidago canadensis</i>	30	5	60	10	70	15	50	10	50	0	30	0	30	50
<i>Solidago gigantea</i>	50	0	25	0	15	0	30	0	20	0	50	0	35	55
Среднее проективное покрытие травостоя	21,5	8,0	24,3	10,3	27,8	12,2	24,4	15,4	26,9	0	27,4	0	26,6	37,5
Число видов высших сосудистых растений в травостое, наим. на 10 м ²	23	18	23	22	22	21	26	25	22	0	27	0	27	27

Всего на площади экспериментального полигона выявлено 30 видов высших сосудистых растений, из них в травостое на опытных участках до проведения обработок отмечали от 22 до 27 видов. По проективному покрытию, кроме зарослей золотарника *Solidago canadensis* и *Solidago gigantea* (65-85 %), на отдельных пробных площадках преобладали мятлик луговой *Poa pratensis* L. (38 %), тимopheвка луговая *Phleum pratense* L. (36 %), одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* L. (27 %), ежа сборная *Dactylis glomerata* L. (26 %), скабиоза желтая *Scabiosa ochroleuca* L. (11 %) короставник полевой *Scabiosa arvensis* L. (8 %) нивяник *Leucanthemum vulgare* Lam. (7 %), василек шероховатый *Centaurea scabiosa* L. (5 %), нередко встречались подмаренник настоящий *Galium verum* L. и короставник полевой *Knautia arvensis* L. Растительный покров объекта, исходя из парцеллярного характера размещения растений и видового состава, является схожим по структуре с некоторыми типами антропогенно-нарушенных остепененных лугов, луговых разнотравных степей и лесостепей, например Среднерусской возвышенности [12] и Северного Казахстана [13]. Поэтому представление о степени сохранения нативных видов

напочвенного покрова после обработок различными гербицидами, очень важно для выбора биорациональных препаратов, не препятствующих задернению освобожденных от золотарника участков, особенно в степных фитоценозах. В этой связи проведен анализ изменений видового состава напочвенного покрова после обработки различными препаратами.

Из приведенных в таблице 5 данных видно, что наибольшее влияние на видовой состав фитоценозов оказала обработка смесью гербицида Магнум в норме 20 г/га с Торнадо 500 в норме от 1,2 до 1,5 л/га в вариантах опытах № 5 и № 6. Присутствие гербицида Торнадо 500 в смесях привело не только к искоренению золотарника, но и к гибели всех растений напочвенного покрова. Использование же только гербицида Магнум в нормах от 20 до 100 г/га имеет более щадящее влияние на обилие нативных видов. Действительно, несмотря на то, что в опытах 1-4 произошло снижение проективного покрытия травостоя в 1,6-2,7 раза, его видовое разнообразие снизилось всего на 1-5 таксонов. Аналогичные данные о биорациональном действии гербицида Магнум приводятся в литературе [14].

В процессе обработок в опыте с предварительным скашиванием проведен учет изменения проективного покрытия видов золотарника (табл. 6).

Таблица 6 – Изменение проективного покрытия видов золотарника в опыте с предварительным скашиванием, 2015 г.

spp.	Вариант опыта / месяц / проективное покрытие на 10 м ² , %													
	1		2		3		4		5		6		К	
	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август	июнь	август
<i>Solidago canadensis</i>	30	0	60	0	70	0	50	2	50	0	30	0	30	40
<i>Solidago gigantea</i>	50	0	25	0	15	0	30	2	20	0	50	0	35	45

Из приведенных данных следует, что после однократного скашивания на контрольном участке произошло восстановление проективного покрытия обоих видов золотарника с превышением исходных значений на 5-10 %. В серии опытов с применением гербицида Магнум наименее результативным оказался вариант опыта № 4 с нормой 20 г/га. В опытах 1-3 при норме Магнума от 40 до 100 г/га и в опытах 5-6 на смесях с Торнадо 500 произошла гибель и снижение проективного покрытия видов золотарника до полного выпадения. При этом эффективное уничтожение золотарника на 100 % и биорациональное влияние на аборигенные виды напочвенного покрова наблюдается при применении гербицида Магнум, ВДГ в норме 40 г/га. Снижение нормы расхода этого препарата по сравнению с установленной для центрального и северного региона, на наш взгляд, обусловлено более мягкими природно-климатическими условиями западной части Беларуси.

В этой связи норму гербицида Торнадо 500 в баковой смеси Магнум, ВДГ, 20 г/га + Торнадо 500, ВР для достижения биорационального эффекта рекомендуется снизить с 1,2-1,5 до 0,8 л/га, как это было установлено в процессе исследований в центральной части страны. Соответственно, для искоренения зарослей золотарника в западной и юго-западной части Беларуси и аналогичных по природно-климатическим условиям зонах Российской Федерации и других стран наиболее эффективно применение гербицида Магнум, ВДГ в норме 40 г/га и его баковой смеси с Торнадо 500 в нормах соответственно 20 г/га и 0,8 л/га.

На основании положительных результатов синхронно проведенных полевых и регистрационных опытов, гербицид Магнум, ВДГ в норме от 40 до 100 г/га был зарегистрирован в 2016 г. в Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории республики Беларусь [15]. Он разрешен для применения в населенных пунктах, не оказывает угнетающего действия на злаки и перспективен в парках, скверах, на газонах и участках, подверженных эрозии. Препарат экономически выгоден и не запрещен международными актами также для использования в лесном хозяйстве.

Расширение опытов по оценке эффективности гербицида Магнум в различных природно-климатических зонах и административных районах Беларуси позволило установить регионально-адекватные нормы его применения для искоренения золотарника, что отражено на картосхеме климатического зонирования территории Беларуси (рис. 1). Аналогичные результаты получены на борщевике Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Mand.*) [16], а опыт работ положительно воспринят коллегами в Ленинградской области РФ.

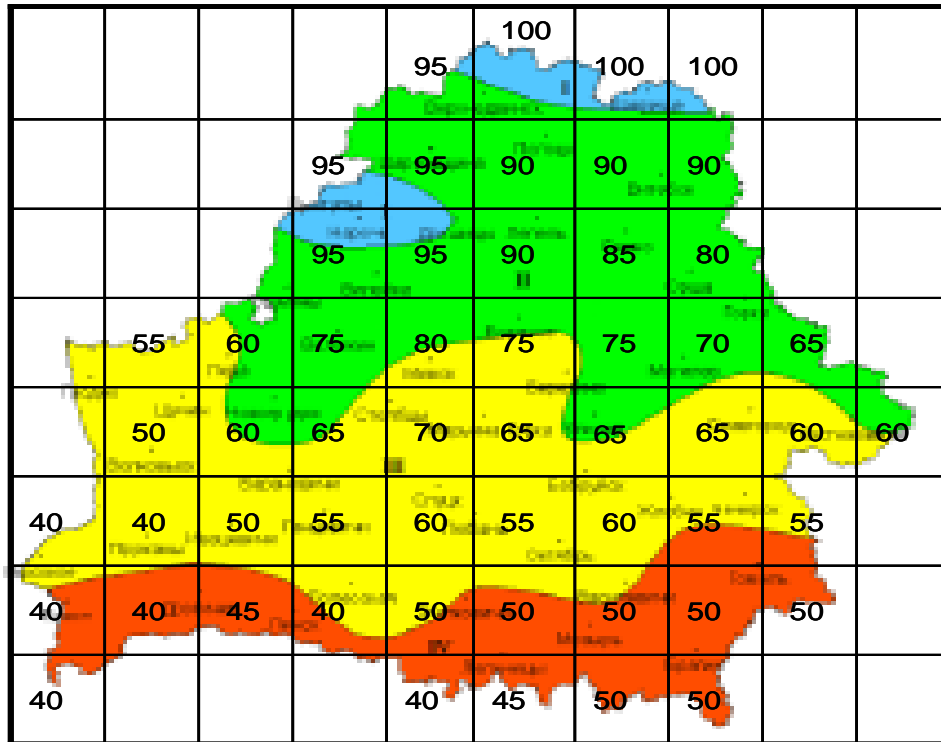


Рисунок 1 – Нормы применения гербицида Магнум, ВДГ для искоренения инвазионных видов золотарника на территории Беларуси, г/га

Установлено, что в регионах страны искоренение зарослей золотарника на 97-99 % достигается при различных нормах применения препарата. Так, для южной климатической зоны норма обработки составила 45-50 г/га. Для западной части Беларуси с достаточно мягкими природными условиями норма составила 40-45 г/га. В более континентальном климате восточной и юго-восточной части необходимо применять 55-65 г/га, а в центральных регионах – 70 г/га. В северной части норма применения Магнума должна быть 80-100 г/га. Оптимальный расход рабочего раствора 300-400 л/га. Использование приведенной на картосхеме (рис. 1) информации удобно как на стадии планирования, так и при непосредственном исполнении мероприятий по ограничению распространения и ликвидации инвазионных золотарников.

Для снижения экологического ущерба от медленно разлагающегося действующего вещества гербицида Магнум, разработан универсальный для всех регионов состав его биорациональной баковой смеси в норме от 20 до 40 г/га с быстро разлагающимся гербицидом Торнадо 500, ВР в норме от 0,5 до 1,0 л/га. Выбор расхода Магнума определяется плотностью засорения золотарниками, а Торнадо 500 – требованиями к сохранности злакового компонента обрабатываемых фитоценозов. Расход рабочего раствора 350 л/га. Смесь эффективна при ручной или/и механизированной обработке высокорослых зарослей.

Выводы

На основании серии полевых опытов по оценке биологической эффективности гербицидов различных химических классов, выявлены наиболее эффективные препараты для искоренения популяций и снижения риска распространения в Беларуси инвазионных видов золотарника *Solidago canadensis* L. и *Solidago gigantea* Aiton.

Установлено, что в условиях Беларуси наиболее перспективен гербицид Магнум, ВДГ на основе метсульфурон-метила в нормах применения от 40 г/га в южной и западной, до 70 г/га в центральной и 100 г/га в ее северной части. Общий тренд его использования: увеличение нормы расхода с юга на север республики. Обработка этим гербицидом (и биорациональной баковой смесью) обеспечивает сохранение нативной структуры напочвенного покрова и способствует быстрому задернению участков после удаления золотарника, а максимальная эффективность мероприятий с его применением достигается при экологически целесообразных регионально-адекватных нормах расхода, а также при комплексном подходе с кошением и обработкой растений с высотой побегов 30-50 см.

Полагаем, что полученный опыт борьбы с золотарником может быть использован в сходных по зонально-климатическим условиям регионах Российской Федерации.

Список литературы

1. Дубовик Д.В., Дмитриева С.А., Ламан Н.А., Лебедько В.Н., Левкович А.В., Масловский О.М., Парфенов В.И., Прохоров В.Н., Пугачевский А.В., Савчук С.С., Скуратович А.Н., Сысой И.П., Чумаков Л.С., Яковлева И.М., Гаранович И.М., Джус М.А., Романюк А.Л. Черная Книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения. Минск: Беларуская навука, 2020. 407 с.
2. Масловский О.М., Левкович А.В., Сысой И.П., Колесникова М.П., Родионов П.А., Чумаков Л.С., Шиманович Р.В., Григорьева К.С., Гиряев А.С. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002-2017 гг. Минск: Беларуская навука, 2019. 599 с.
3. Золотарники – нарастающая угроза. [Электронный ресурс]. URL: <https://kccc.ru/news/interesting-facts/zolotarniki-narastayushchaya-ugroza> (дата обращения: 20.12.2022).
4. Золотарник канадский и гигантский. [Электронный ресурс]. URL: <https://borshevictory.ru/zolotarnik-kanadskij> (дата обращения: 20.12.2022).
5. Канадский золотарник в Тульской области: проблемы и решения. [Электронный ресурс]. URL: <https://school-science.ru/12/18/48462> (дата обращения: 25.12.2022)
6. Гуджинкас З., Созинов О., Гульбинас З., Таура Л., Пилецкас М., Лабанаускас А. Инвазивные виды растений белорусско-литовского пограничья. Гродно: ЮрСаПринт, 2020. 80 с.
7. Созинов О.В., Сипач В.А. Фитоинвазии: остановить нельзя сдаваться // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием. Москва, 2022. С. 368-374.
8. Сорока С.В., Лапковская Т.Н. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь. Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. 58 с.
9. Гусева А.Н., Егоров А.Б. Оценка биологической эффективности и экологической безопасности баковых смесей // Вестник ПГТУ. 2012. № 1. С. 18-22.
10. Лемеза Н.А., Джус М.А. Геоботаника. Минск: Вышэйшая школа, 2008. 255 с.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
12. Степи Восточной Европы // Восточноевропейские луговые степи и остепененные луга. [Электронный ресурс]. URL: http://ukhtoma.ru/geobotany/steppe_04.htm (дата обращения: 13.10.2021).

13. Галактионова Е.В. Видовой состав флоры Северо-Казахстанской области // Исследования в области естественных наук. 2012. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://sciences.nauka.ru/2012/05/364> (дата обращения: 13.10.2021).
14. Шкляревская О.А. Действие метсульфурон-метила на травянистые и древесно-кустарниковые растения // Земледелие и защита растений. 2018. № 6. С. 46-49.
15. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Минск: Промкомплекс, 2020. 742 с.
16. Мотыль М.М., Романюк А.Л., Титок В.В. Инвазивные растения: проблемы и опыт искоренения в Беларуси // Наука и инновации. 2019. № 4(194). С. 76-79.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 08.02.2023

Принята к публикации 16.03.2023

REGIONAL FEATURES OF THE CONTROL OF GOLDENROD INVASION WITH PLANT PROTECTION PRODUCTS IN BELARUS

S. Bakei¹, *M. Motyl¹, O. Sozinov², Yu. Vysotsky³

¹National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus, Minsk

²Grodno State University Yanka Kupala, Republic of Belarus, Grodno

³Vitebsk State University named after P.M. Masherova, Republic of Belarus, Vitebsk

*e-mail: uchsec@tut.by

The results of studies on the establishment of effective standards for the use of selective herbicides for the eradication of invasive populations of goldenrod (*Solidago canadensis* and *Solidago gigantea*) are presented. It was found that in the conditions of Belarus, the most promising herbicide is Magnum, VDG based on metsulfuron-methyl in application rates from 40 g/ha in the southern and western parts, up to 70 g/ha in the central and 100 g/ha in its northern part of the country. The composition of its universal tank mixture with the glyphosate-containing herbicide Tornado 500 for the eradication of goldenrod in temperate regions is proposed.

Key words: biotope, herbicide, invasive plant, Magnum, AIPS, Solidago.

References

1. Dubovik D.V., Dmitrieva S.A., Laman N.A., Lebed'ko V.N., Levkovich A.V., Maslovskii O.M., Parfenov V.I., Prokhorov V.N., Pugachevskii A.V., Savchuk S.S., Skuratovich A.N., Sysoi I.P., Chumakov L.S., Yakovleva I.M., Garanovich I.M., Dzhus M.A., Romanyuk A.L. Chernaya Kniga flory Belarusi: chuzherodnye vreditelnye rasteniya. Minsk: Belaruskaya navuka, 2020. 407 s.
2. Maslovskii O.M., Levkovich A.V., Sysoi I.P., Kolesnikova M.P., Rodionov P.A., Chumakov L.S., Shimanovich R.V., Grigor'eva K.S., Giryayev A.S. Gosudarstvennyi kadastr rastitel'nogo mira Respubliki Belarus'. Osnovy kadastra. Pervichnoe obsledovanie 2002-2017 gg. Minsk: Belaruskaya navuka, 2019. 599 s.
3. Zolotarniki – narastayushchaya ugroza. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://kccc.ru/news/interesting-facts/zolotarniki-narastayushchaya-ugroza> (data obrashcheniya: 20.12.2022).
4. Zolotarnik kanadskii i gigantskii. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://borshevictory.ru/zolotarnik-kanadskij> (data obrashcheniya: 20.12.2022).

5. Kanadskii zolotarnik v Tul'skoi oblasti: problemy i resheniya. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://school-science.ru/12/18/48462> (data obrashcheniya: 25.12.2022)
6. Gudzhinskas Z., Sozinov O., Gul'binas Z., Taura L., Piletskas M., Labanauskas A. Invazivnye vidy rastenii belorussko-litovskogo pogranich'ya. Grodno: YurSaPrint, 2020. 80 s.
7. Sozinov O.V., Sipach V.A. Fitoinvazii: ostanovit' nel'zya sdavat'sya. Materialy Vserossiiskoi nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. Moskva, 2022. S. 368-374.
8. Soroka S.V., Lapkovskaya T.N. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu registratsionnykh ispytaniy gerbitsidov v posevakh sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Respublike Belarus'. Nesvizh: Nesvizh. ukрупn. tip. im. S. Budnogo, 2007. 58 s.
9. Guseva A.N., Egorov A.B. Otsenka biologicheskoi effektivnosti i ekologicheskoi bezopasnosti bakovykh smesei. Vestnik PGTU. 2012. N 1. S. 18-22.
10. Lemeza N.A., Dzhus M.A. Geobotanika. Minsk: Vysheishaya shkola, 2008. 255 s.
11. Lakin G.F. Biometriya. M.: Vysshaya shkola, 1990. 352 s.
12. Step'i Vostochnoi Evropy. Vostochnoevropayskie lugovye step'i i ostepennyye luga. [Elektronnyi resurs]. URL: http://ukhtoma.ru/geobotany/steppe_04.htm (data obrashcheniya: 13.10.2021).
13. Galaktionova E.V. Vidovoi sostav flory Severo-Kazakhstanskoi oblasti. Issledovaniya v oblasti estestvennykh nauk. 2012. N 5. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://sciences.nauka.ru/2012/05/364> (data obrashcheniya: 13.10.2021).
14. Shklyarevskaya O.A. Deistvie metsul'furon-metila na travyanistyie i drevesno-kustarnikovyye rasteniya. Zemledelie i zashchita rastenii. 2018. N 6. S. 46-49.
15. Gosudarstvennyi reestr sredstv zashchity rastenii i udobrenii, razreshennykh k primeneniyu. na territorii Respubliki Belarus'. Minsk: Promkompleks, 2020. 742 s.
16. Motyl' M.M., Romanyuk A.L., Titok V.V. Invazivnye rasteniya: problemy i opyt iskoreneniya v Belarusi. Nauka i innovatsii. 2019. N 4(194). S. 76-79.

Сведения об авторах:

Станислав Казимирович Бакей

Магистр, научный сотрудник, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ORCID: 0000-0002-9704-9403

Stanislav Bakei

Master, Researcher, Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus

Михаил Михайлович Мотыль

К.б.н., ведущий научный сотрудник, Центральный ботанический сад НАН Беларуси

ORCID: 0000-0002-6126-0709

Mikhail Motyl

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus

Олег Викторович Созинов

Д.б.н., доцент, заведующий кафедрой ботаники, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

ORCID: 0000-0002-2502-0230

Oleg Sozinov

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Botany, Yanka Kupala State University of Grodno

Юрий Иванович Высоцкий

Магистр, специалист центра по изучению биоразнообразия, Витебский государственный университет им. П.М. Машерова

ORCID: 0000-0003-4090-8403

Yury Vysotsky

Master, Specialist of the Center for the Study of Biodiversity, Vitebsk State University P.M. Masherova

Для цитирования: Бакей С.К., Мотыль М.М., Созинов О.В., Высоцкий Ю.И. Региональные особенности борьбы с инвазией видов золотарника средствами защиты растений в Беларуси // Вопросы степеведения. 2023. № 1. С. 53-64. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-53-64