

75,6-124,3 %. Максимальная рентабельность (124,3 %) была отмечена в варианте с применением комплексного удобрения Интенс 34-11.

Таблица 2 – Показатели экономической эффективности возделывания шпината (среднее за два посева в 2024 г.)

Показатели	Вариант				
	Контроль (без удоб- рений)	P ₅₀ K ₁₂₀ – Фон	Фон + Дамоний- фосфат удобри- тельный, марка 18- 46	Фон + Интенс	Фон + Интенс 34-11
Урожайность с 1 га, ц	59,3	87,3	104,8	103,8	106,5
Прибавка урожая, ц	-	28,0	45,5	44,5	47,2
Товарность продук- ции, %	77,4	85,6	91,8	91,5	92,6
Стоимость продукции, руб./га	6885	11209	14431	14247	14793
Производственные за- траты, руб./га	5525	6384	7143	6587	6594
Себестоимость про- дукции, руб./ц	120,4	85,4	74,2	69,4	66,9
Уровень рентабельно- сти, %	24,6	75,6	102,0	116,3	124,3

Таким образом, можно сделать выводы, что применение в основное внесение комплексных удобрений Дамонийфосфат удобрительный, марка 18-46, Интенс и Интенс 34-11 оказывает положительное влияние на урожайность листьев шпината, их товарность, а также повышает экономическую эффективность возделывания данной культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система применения удобрений: учебник / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.

УДК 631.34:632.5

ПРИМЕНЕНИЕ АГРОДРОНОВ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

**Якимович Е. А., Сорока С. В., Сорока Л. И., Шкляревская О. А.,
Лобач О. К., Корпанов Р. В.**

РУП «Институт защиты растений»

аг. Прилуки, Минский р-н, Республика Беларусь

Аннотация. Представлены результаты оценки эффективности внесения глифосатсодержащих гербицидов с целью уничтожении инвазивных растений (борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) с помощью агродронов А60-Х и ХАГ 2020 методом ультрамалообъемного опрыскивания на землях несельскохозяйственного

назначения. Отмечено, что скорость ветра при проведении обработок не должна превышать 3-4 м/с.

Summary. The article presents the results of an evaluation of the effectiveness of glyphosate-containing herbicides in the control of perennial weeds (*Sosnowsky's hogweed* (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) and Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) using A60-X and XAG 2020 agrodrones based on the ultra-low-volume spraying method on non-agricultural land. It is noted that wind speed during treatment should not exceed 3-4 m/s.

Ключевые слова: агродроны, борщевик Сосновского, золотарник канадский, гербициды, инвазивные виды растений.

Key words: agrodrones, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago canadensis* L., herbicides, invasive plant species.

В настоящее время борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.) активно заселяют обочины дорог, заброшенные поля, пустыри, земли под ЛЭП, парки, скверы и городские территории. Очень часто их можно встретить по лесным участкам вдоль ручьев и небольших лесных рек, где они образуют довольно плотные заросли. В почве семена сохраняются не один год. На территории страны наблюдается внедрение борщевика и золотарника под покров лесов, где проводить мероприятия по борьбе с данными опасными видами очень сложно [1].

Улучшение фитосанитарной обстановки только ручным и механическим способами трудоемко и требует больших затрат, поэтому применение гербицидов приобретает большое практическое значение.

В отличие от наземных способов обработки площадей, дроны могут летать низко и медленно, обрабатывая проблемные или труднопроходимые участки более детально и точно. В свою очередь это позволяет дать новый толчок в развитии технологии ультрамалообъемного опрыскивания (УМО).

УМО относится к более прогрессивной и экономичной форме авиационной обработки.

Опрыскивание растений может быть ультрамалообъемным (УМО) – нанесение жидкого пестицида без разбавления в тонкодисперсном состоянии на обрабатываемую поверхность до 5 дм³/га; высокодисперсным – путем разбрызгивания капель, размером от 0,025 до 0,05 мм; мелкокапельным – при котором не менее 80 % жидкости разбрызгивается в виде капель размером от 0,05 до 0,15 мм; крупнокапельным – при котором не менее 80 % жидкости разбрызгивается в виде капель размером не менее 0,15 мм [2].

По данным глоссария [3] УМО – наземное или авиационное опрыскивание растений в борьбе с вредителями и болезнями растений и сорняками с использованием рабочего раствора пестицида до 5 л/га. В

некоторых случаях, когда используется суспензия препарата высокой концентрации, расход рабочей жидкости может достигать 8-11 л/га.

В Республике Беларусь испытания агродрона (производства китайско-белорусского СЗАО «Авиационные технологии и комплексы») было апробировано на базе РУП «Институт защиты растений» в лаборатории гербологии. Разработка выполнялась по заданию «Разработать технологию применения средств защиты растений методом УМО с использованием беспилотных летательных аппаратов (дронов-опрыскивателей)» (ГНТП «Цифровые технологии и роботизированные комплексы», 2021-2025 гг.).

Оценку эффективности гербицидов в борьбе с борщевиком Сосновского и золотарником канадским проводили в 2022-2023 гг. на базе хозяйств ОАО «Смолевичи-Бройлер» и ИЧУСП «Штотц Агро-Сервис» Смолевичского р-на Минской обл. с помощью агродронов А60-Х и ХАГ 2020.

В день обработки в ОАО «Смолевичи-Бройлер» (03.06.2022 г.) погодные условия в утренние часы были оптимальными: ветер 3 м/с, влажность воздуха – 68 %, температура воздуха – 20 °С.

Обработка на участке с борщевиком Сосновского проведена в автоматическом режиме полета беспилотного летательного аппарата (БЛА) А60-Х при следующих параметрах: высота полета – 1,5 м, ширина захвата – 3 м, скорость полета – 6 м/с, норма расхода рабочего раствора – 7 л/га.

Применение гербицидов Вольник Супер, ВР (4-5 л/га) и Гроза Ультра, ВР (4-5 л/га) позволило снизить вегетативную массу растений борщевика Сосновского на 92,7-95,8 %, однако численность растений снизилась только на 25,0-50,0 %. Следует отметить, что при работе с глифосатсодержащими гербицидами необходимо их 2-3-кратное внесение в течение вегетационного сезона, поскольку происходит отрастание обработанных растений.

На базе ИЧУСП «Штотц Агро-Сервис» в 2022 г. на участке площадью 1,4 га наблюдалась высокая плотность произрастания золотарником канадским: в первой части участка общая численность составляла 175 стеблей/м², во второй – 73,5 стеблей/м².

Обработку золотарника канадского проводили в дневное время. В данный период усилилась скорость ветра до 5-6 м/с, отмечались порывы ветра до 6-8 м/с.

Обработка проведена в автоматическом режиме полета БЛА ХАГ 2020 при следующих параметрах: высота – 2 м, ширина между проходами БЛА (галсами) – 4 м, скорость полета – 6 м/с.

Участки характеризовались разной крутизной склона: первая половина – 3-10 % без лесозащиты с подветренной стороны, вторая – с крутизной склона от 10 до 15 % с отдельно стоящими деревьями и имеющей

ветрозащиту в виде лесополос (с обеих сторон). Направление ветра перпендикулярно движения дрона-опрыскивателя. Направление полета дрона – вдоль лесополос.

На открытом участке при внесении глифосатсодержащих гербицидов (при порывах ветра) наблюдалось визуальное смещение границ обрабатываемых вариантов на 1-1,5 м. На защищенном участке лесопосадкой существенного сноса не отмечено.

Эффективность применяемых глифосатсодержащих препаратов сильно зависела от высоты инвазивных растений, поскольку 30-40 % растений золотарника канадского имели высоту 35-60 см, доля более высоких растений составляла 60-70 %. При учете через месяц гибель растений золотарника высотой до 50-60 см составляла 100 %, отмечалось снижение эффективности при обработке растений большей высоты.

На участке с ветрозащитой (в виде лесополос с обеих сторон участка) через месяц после внесения гербицида Гроза Ультра, ВР в нормах 4-5 л/га гибель золотарника канадского составила 36,1-42,9 % по численности и 84,3-85,3 % – по массе. При применении гербицида Торнадо 540, ВР (3,7-5,3 л/га) численность золотарника канадского снизилась на 35,3-39,5 %, масса – на 81,8-89,4 %. Через 2 месяца после внесения гербицида Гроза Ультра, ВР численность золотарника канадского снизилась на 61,5-62,2 %, масса – на 89,1-92,5 %. В вариантах с Торнадо 540, ВР золотарник канадский погиб на 44,7-55,6 % по численности и на 87,3-89,2 % – по массе.

На открытом участке (не защищенной лесопосадкой) границы между вариантами опыта были смазанные. Полной гибели золотарника канадского по всем элементарным участкам опыта не наблюдалось.

В условиях 2023 г. полет агродроном А60-Х проведен на участке, где 20-30 % стеблей золотарника канадского были высотой 20-50 см, 70-80 % составили растения выше 50 см и отдельные растения высотой около метра.

В день обработки (04.06.2023 г.) скорость ветра составляла – 4-5 м/с, влажность воздуха – 50-60 %, температура воздуха – 21 °С.

Параметры полета: высота – 2 м, ширина между проходами – 4 м, скорость полета – 6 м/с, норма расхода рабочего раствора – 7 л/га.

При учете через месяц после внесения гербицида Гроза Ультра, ВР (4-5 л/га) на обоих участках (с ветрозащитой (в виде лесополос с обеих сторон) и без ветрозащиты) биологическая эффективность против золотарника канадского составила 81,1-96,2 % по численности и 87,2-97,0 % – по массе. Через 2 месяца после внесения золотарник канадский погиб на 54,6-90,8 %, при снижении вегетативной массы на 84,5-96,4 %.

Применение гербицида Торнадо 540, ВР (3,7-5,3 л/га) позволило снизить численность золотарника канадского на 79,9-92,5 % и

вегетативную массу – на 82,5-92,6 %. Через 2 месяца его гибель составила 62,0-100 %, вегетативная масса уменьшилась на 85,6-100 %.

В результате исследований отмечено, что в 2022-2023 гг. при превышении скорости ветра выше 3-4 м/с наблюдался снос мелкой фракции дисперсной фазы, распыляемой БЛА, на ширину более 4-5 м.

На основании проведенных исследований были разработаны условия проведения гербицидных обработок по технологии УМО агродронами: оптимальная температура воздуха +12...+22 °С (при + 25 °С любые химобработки не допускаются); скорость ветра не более 3-4 м/с; относительная влажность воздуха не ниже 60 %; густота покрытия целевых объектов по числу капель должна составлять не менее 20 шт./см²; основная фракция распыленной дисперсной среды – капли с низким поверхностным натяжением, диаметром 120-150 мкм; неравномерность распределения капель распыляемой дисперсной среды (шт./см²) не более 25 %. Данные рекомендации были включены в разработанный отраслевой технологический регламент применения гербицидов с использованием БЛА для борьбы с многолетними сорными растениями (борщевик Сосновского, золотарник канадский).

Таким образом, в результате исследований, проведенных сотрудниками лаборатории гербологии, установлена технологическая возможность применения гербицидов с использованием беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для борьбы с многолетними сорными растениями (борщевиком Сосновского и золотарником канадского) методом УМО с получением высокой биологической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкляревская, О. А. Методические рекомендации по борьбе с инвазивными видами растений (борщевик Сосновского, золотарник канадский) / О. А. Шкляревская, Е. А. Якимович; НАН Беларуси, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2024. – 67 с.
2. Защита растений. Термины и определения: ГОСТ 21507–2013. – Взамен ГОСТ 21507-81; введ. 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 28 с.
3. Глоссарий: основные термины и определения в сельскохозяйственной гербологии и земледелии / Ф. И. Привалов [и др.]; ред. Ю. Я. Спиридонов; Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 67 с.