

УДК 632.51:633.39

**БОРЬБА С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО  
КАК ЗАСОРИТЕЛЕМ БИОЦЕНОЗА С ПОМОЩЬЮ ГЕРБИЦИДОВ**

**В. И. ФИЛАТОВ, Н. В. ПОЛЯНСКИЙ**  
(Кафедра растениеводства)

Исследования проводили в 1984—1985 гг. на экспериментальной базе учхоза «Михайловское» на плантации борщевика сосновского 6—7-го годов жизни. Испытывались следующие гербициды: лонтрел, раундап, тордон 22К, 2М-4Х и 2,4-ДА. Чувствительность растений к гербицидам в зависимости от срока обработки увеличивалась в следующей последовательности: фаза розетки листьев < фаза стеблевания < фаза цветения < фаза начала созревания плодов на центральном зонтике. Установлены оптимальные дозы гербицидов и сроки обработки.

Борщевик сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) — ценное высокоурожайное новое силосное растение. Оптимальный период использования посевов борщевика составляет 8—10 лет [3, 4, 8]. В дальнейшем плантации изреживаются и урожайность снижается. Обладая высокой семенной продуктивностью (до 70 тыс. шт. семян на одно растение) [3], борщевик может стать засорителем не только посевов сельскохозяйственных культур, но и непахотных участков: обочин дорог, берегов ручьев, лесных полей, территорий вблизи складов, промышленных строений и т. д. [5, 8, 11].

Нами разработаны способы ликвидации старовозрастных посевов борщевика с помощью агротехнических и химических методов, которые позволяют избежать опасности засорения борщевиком последующих культур в севообороте [10].

В задачу настоящих исследований входило выявить наиболее эффективные гербициды, дозы и сроки их применения с целью уничтожения одичавших растений борщевика сосновского по обочинам дорог, в лесополосах и других угодьях.

### Методика

Исследования проводили в 1984—1985 гг. на экспериментальной базе учхоза «Михайловское» Тимирязевской академии на плантации борщевика сосновского 6—7-го годов жизни. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Мощность пахотного слоя 20—22 см,  $pH_{\text{сол}}$  6,2, содержание гумуса по Тюрину 1,9 %, легкогидролизуемого азота по Тюрину и Кононовой 6,4—10,0 мг, подвижного фосфора по Кирсанову 28,4—29,7, обменного калия по Масловой 20,0—27,8 мг на 100 г почвы. Выбор гербицидов и доз их применения основан на результатах ориентировочного лабораторно-полевого опыта, проведенного в 1984 г.

Метеорологические условия вегетационных периодов незначительно отличались от средних многолетних и были благоприятными для роста и развития борщевика сосновского. Фаза начала отрастания наступала 11 апреля, фаза розетки — 1 июня, фаза стеблевания — 19 июня, фаза цветения — 16 июля, фаза начала созревания плодов на центральном зонтике — 10 августа.

Схема опыта следующая.

Фактор А — срок обработки: 1 — фаза розетки листьев, 2 — стеблевания; 3 — цветения; 4 — начала созревания плодов на центральном зонтике.

Фактор В — обработка гербицидами: 1 — лонтрел 30 % в. р.; 2 — раундап 36 % в. р.; 3 — 2М-4Х 80 % с. п.; 4 — тордон 22К 25 % в. к.; 5 — 2,4-Д (аминная соль) 40 % в. р.

Фактор С — дозы гербицидов (кг д. в. на 1 га). Варианты: 1 — без обработки (контроль); 2, 3 и 4 — лонтрел соответственно 1,2; 2,4 и 4,8 кг/га; 5, 6 и 7 — раундап, 3,6; 7,2 и 14,4 кг/га; 8, 9 и 10 — 2М-4Х, 8, 16 и 32 кг/га; 11, 12 и 13 — тордон 22К, 0,31, 0,62 и 1,25 кг/га; 14, 15 и 16 — 2,4-ДА, 4, 8 и 16 кг/га.

Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем, норма расхода раствора 800 л/га.

Содержание водорастворимых сахаров в стеблекорнях по фазам развития в течение вегетационного периода определяли по Бертрану [9]. Опыт был заложен методом расщепленных блоков в 4-кратной повторности. Общая площадь делянки 27,0 м<sup>2</sup>, учетная — 16,1 м<sup>2</sup>. Через 25 дней после обработки гербицидами остатки надземной массы подкашивали, через 30 дней после обработки (через 5 дней после подкашивания) определяли эффективность гербицидов по способности борщевика отрастать вновь, через 40 дней после обработки (через 15 дней после подкашивания) изучали основные показатели фотосинтетической деятельности растений борщевика сосновского, сохранивших способность отрастать. В опыте использовались общепринятые ме-

Некоторые показатели фотосинтетической деятельности борщевика сосновского перед обработкой гербицидами и чувствительность к ним растений

Фаза развития	Высота, см	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	Масса, ц/га*		Чувствительность растений (НСР <sub>05</sub> = 2,1)	
			надземная	корней	средние, $x_1 = \sqrt{1+x}$	средний % гибели
Розетка листьев	68,5	30,9	132,2/16,8	135,4/31,4	5,61	30,50
Стеблевание	150,7	61,0	372,8/42,2	142,8/30,4	6,88	46,30
Цветение	255,0	104,3	980,0/135,2	325,5/70,5	7,28	52,00
Начало созревания плодов	180,8	92,6	515,7/76,1	249,4/65,7	8,32	68,20

\* В числителе — сырая, в знаменателе — сухая.

тодики. Результаты подвергались математическому обработке методом дисперсионного анализа [6, 7].

### Результаты

Чувствительность растения к гербициду и его дозе определяется условиями внешней среды и его анатомо-морфологическим и физиолого-биохимическим состоянием с момента обработки до гибели растения или прекращения токсического действия гербицида [1]. Немаловажное значение имеют также размеры растения, площадь листьев, свойства листовой поверхности, соотношение между площадью листьев и высотой растения, форма препарата, технология его внесения и т. д. [1, 14]. В связи с этим для нас представляли определенный интерес некоторые показатели фотосинтетической деятельности борщевика сосновского перед обработкой гербицидами (табл. 1).

Из данных табл. 1 видно, что самые низкие показатели фотосинтетической деятельности были в фазу розетки листьев, к фазе стеблевания они значительно увеличивались и в фазу цветения достигали максимума. Высота растений в это время составляла 255 см, площадь листьев — 104,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, сырая и сухая надземная масса соответственно 980,0 и 135,2 ц/га, сырая и сухая масса корней — 325,5 и 70,5 ц/га.

Как известно, к концу вегетационного периода у многолетних растений происходит подготовка к зимнему периоду: отток ассимилятов из надземных органов в корни, естественное отмирание надземной массы и той части корневой системы, которая уже не сможет в последующем выполнять свои функции. Поэтому показатели фотосинтетической деятельности борщевика в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике меньше, чем в фазу цветения.

Эффективность применения гербицида зависит от количества действующего вещества, проникшего в растение и достигшего зон непосредственного действия [1]. Поскольку надземная масса и масса корней на единицу площади по фазам развития борщевика были неодинаковыми, то и количество действующего вещества гербицидов, приходящееся на единицу массы растения, было также неодинаковым. Самым большим оно было в фазу розетки листьев. Для остальных фаз развития этот показатель уменьшался в следующей последовательности: фаза стеблевания, фаза начала созревания плодов на центральном зонтике, фаза цветения.

Соотношение между площадью листьев и высотой растения в фазы розетки листьев, стеблевания и цветения составляло соответственно 0,45, 0,40 и 0,41, а в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике оно было значительно больше — 0,51.

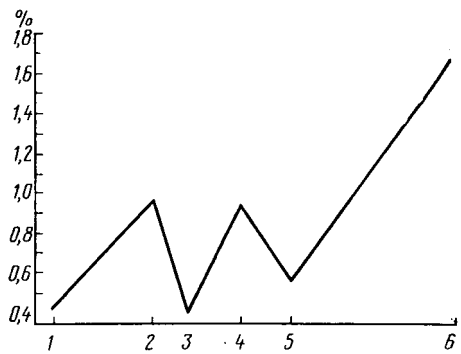
При старении листьев наблюдается снижение их проницаемости для гербицидов [1]. Однако у борщевика сосновского в течение вегетационного периода у ювенильных экземпляров развиваются две генерации листьев. Первая генерация образуется с начала отрастания борщевика до первой половины июля, вторая — в конце июля — начале августа [12]. Поэтому борщевик в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике имеет разные по возрасту и, следовательно, по проницаемости для гербицидов листья.

По мнению некоторых исследователей, между направлением ассимиляционного потока и эффективностью действия гербицидов существует тесная корреляция, так как передвижение гербицидов, поглощенных листьями, в клетках мезофилла к проводящей системе, перемещение по ситовидным трубкам и из флоэмы в паренхиму растущей и запасующей тканей подчиняется общим законам передвижения органических веществ в растениях [1, 12]. В связи с этим представляет определенный интерес изменение содержания водорастворимых сахаров в стеблекорнях борщевика сосновского по фазам развития (рисунок).

Как видно из рисунка, в течение вегетационного периода направление ассимиляционного потока в растениях борщевика меняется. В периоды начало отрастания — образование розетки листьев, стеблевание — цветение и начало созревания плодов на центральном зонтике — конец вегетации ассимиляционный поток направлен преимущественно из листьев в корни. В периоды образование розетки листьев — стеблевание и цветение — начало созревания плодов на центральном зонтике он направлен из стеблекорней в надземные органы.

Чувствительность борщевика сосновского к гербицидам в разные фазы развития была неодинаковой. Она увеличивалась по мере их прохождения и достигала максимума в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике (табл. 1).

Полученные результаты подтверждают вывод исследователей [1, 2], что при обработке многолетних растений гербицидами в ранние



Динамика содержания водорастворимых сахаров (% к сырой массе) в стеблекорнях борщевика сосновского.

1 — начало отрастания (11/IV); 2 — фаза розетки листьев (1/VI); 3 — стеблевание (19/VI); 4 — цветения (16/VII); 5 — начала созревания плодов на центральном зонтике (10/VIII); 6 — конец вегетации (30/X).

Таблица 2

Гибель борщевика сосновского через 30 дней после обработки в разные фазы развития в среднем по фактору В

Гербицид (фактор В)	Фаза развития (фактор А)							
	розетка листьев		стеблевание		цветение		начало созревания плодов	
	среднее, $x_1 = \sqrt{1+x}$	средний % гибели	среднее, $x_1 = \sqrt{1+x}$	средний % гибели	среднее, $x_1 = \sqrt{1+x}$	средний % гибели	среднее, $x_1 = \sqrt{1+x}$	средний % гибели
Лонтрел	7,85	60,6	8,63	73,5	9,50	89,2	9,81	95,2
Раундап	4,17	16,4	9,35	86,4	7,67	57,8	10,03	99,6
2М-4Х	5,13	25,3	5,50	29,2	6,19	37,3	7,08	49,1
Тордон 22 К	9,00	80,0	8,39	69,4	9,36	86,6	9,89	96,8
2,4-ДА	1,90	2,6	2,51	5,3	3,67	12,5	4,82	22,2
НСР <sub>05</sub> для частных средних	0,82.							

фазы развития надземные органы повреждаются сильнее, а корневая система — слабее, чем при обработке в последующие фазы.

Действие гербицидов в испытанных дозах в значительной мере зависело от сроков их применения (табл. 2). При обработке в фазу розетки листьев гербициды по эффективности располагались в следующем порядке: 2,4-ДА < раундап < 2М-4Х < лонтрел < тордон 22К; в фазу стеблевания — 2,4-ДА < 2М-4Х < тордон 22К, лонтрел < раундап; в фазу цветения — 2,4-ДА < 2М-4Х < раундап < лонтрел, тордон 22К; в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике — 2,4-ДА < 2М-4Х < лонтрел, тордон 22К, раундап.

Действие лонтрела в фазы цветения и начала созревания плодов на центральном зонтике было одинаковым и существенно сильнее, чем в фазы розетки листьев и стеблевания. Эффективность применения раундапа в испытанных дозах в фазы стеблевания и начала созревания плодов на центральном зонтике практически не различалась и была значительно выше, чем в фазу цветения. Самый низкий процент гибели наблюдался при обработке в фазу розетки листьев. Применение тордона 22К было наиболее эффективным в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике. По чувствительности борщевика к тордону 22К фазы развития можно расположить в следующей последовательности: фаза начала созревания плодов на центральном зонтике > фаза цветения, фаза розетки листьев > фаза стеблевания; 2М-4Х — фаза начала созревания плодов на центральном зонтике > фаза цветения > фаза стеблевания, фаза розетки листьев; 2,4-ДА — фаза начала созревания плодов на центральном зонтике > фаза цветения > фазы стеблевания и розетки листьев.

Следует отметить, что эффективность применения гербицидов 2,4-ДА и 2М-4Х была значительно ниже остальных.

Наиболее отчетливо зависимость между чувствительностью растений к гербициду по фазам развития и направлением ассимиляционного потока наблюдалась при использовании раундапа.

Для многолетних растений доза гербицида должна быть выше, чем для однолетних, вследствие определенной автономности корневой си-

Таблица 3

Гибель борщевика сосновского через 30 дней после обработки

Гербицид (фактор В)	Доза, кг д. в. на 1 га (фактор С)	Фаза развития (фактор А)							
		розетка листьев		стеблевание		цветение		начало созревания плодов	
		среднее, $x_1 = \frac{\sum x}{n}$	средний % гибели	среднее, $x_1 = \frac{\sum x}{n}$	средний % гибели	среднее, $x_1 = \frac{\sum x}{n}$	средний % гибели	среднее, $x_1 = \frac{\sum x}{n}$	средний % гибели
Лонтрел	1,2	5,47	28,9	8,19	66,1	8,72	75,0	9,34	86,2
	2,4	8,62	73,3	9,05	80,9	9,72	93,5	10,05	100,0
	4,8	9,45	88,3	8,66	74,0	10,05	100,0	10,04	99,8
Раундап	3,6	1,46	1,1	7,95	62,2	5,73	31,8	9,99	98,8
	7,2	1,00	0,0	10,05	100,0	9,02	80,4	10,05	100,0
	14,4	10,05	100,0	10,05	100,0	8,26	67,2	10,05	100,0
2М-4Х	8,0	2,79	6,8	4,12	16,0	4,86	22,6	6,15	36,8
	16	4,39	18,3	5,30	27,1	6,51	41,4	7,82	60,2
	32	8,20	66,2	7,09	49,3	7,19	50,7	7,28	52,0
Тордон 22К	0,31	7,44	54,4	7,62	57,1	8,98	79,6	9,60	91,2
	0,62	9,51	89,4	8,24	66,9	9,37	86,8	10,01	99,2
	1,25	10,05	100,0	9,32	85,9	9,72	93,5	10,05	100,0
2,4-ДА	4	2,04	3,2	2,38	4,7	3,91	14,3	3,98	14,8
	8	1,32	0,7	2,08	3,3	4,28	17,3	3,73	12,4
	16	2,35	4,5	3,06	8,4	2,81	6,9	6,74	45,4

НСР<sub>05</sub> для частных средних 0,82.

стемы и частичной детоксикации вещества при передвижении его из надземных органов в корни [1].

Чувствительность борщевика сосновского существенно зависит не только от вида гербицида, срока обработки, но и от дозы (табл. 3).

По мере увеличения доз эффективность действия гербицидов значительно повышалась. Исключение составляли варианты с лонтрелом, раундапом и тордоном 22К. при обработке растений в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике, а также с тордоном 22К, примененным в фазу цветения.

Действие 2М-4Х и 2,4-ДА даже в максимальных дозах было незначительным во все изучаемые фазы развития борщевика. Из испытанных гербицидов в фазу розетки листьев наиболее эффективными были лонтрел (4,8 кг/га), раундап (14,4) и тордон 22К (1,25 кг/га). В фазу стеблевания лонтрел в дозе 2,4 кг/га и раундап в дозе 7,2 кг/га оказывали почти такое же действие, как и в указанных выше вариантах. Однако вследствие того, что 100%-ная гибель борщевика при использовании лонтрела в дозе 2,4 кг/га не обеспечивалась, следует считать оптимальной дозу 4,8 кг д. в. на 1 га. Тордон 22К в эту фазу оказывал наиболее сильное действие в дозе 1,25 кг/га.

При обработке борщевика в фазу цветения лонтрелом в дозе 2,4 кг/га процент гибели борщевика был таким же, как и при дозе 4,8 кг/га, в случае обработки тордоном 22К в дозе 0,62 кг/га — таким же, как и при дозе 1,25 кг/га. Существенных различий в действии раундапа в дозах 7,2 и 14,4 кг/га также не наблюдалось. Однако раундап при обработке в эту фазу оказывал меньшее влияние на растения, чем в остальные фазы развития растений.

При обработке борщевика сосновского в фазу начала созревания плодов на центральном зонтике действие лонтрела, раундапа и тордона 22К не зависело от доз применения.

Интенсивность отрастания сохранившихся растений борщевика через 40 дней после обработки (через 15 дней после подкашивания) отличалась от контроля. В вариантах с лонтрелом и тордоном 22К растения отрастали слабее, чем контрольные, черешки у них были искривлены, листовые пластинки либо не образовывались, либо были небольшими, с типичными признаками поражения, наблюдаемыми при использовании этих гербицидов. Все это указывает на повреждение корневой системы и на продолжающееся действие гербицидов. После обработки раундапом отдельные растения борщевика, сохранившие способность отрастать, также отрастали хуже, чем контрольные, за исключением вариантов с дозами 3,6 и 7,2 кг/га при обработке в фазу розетки листьев. Листовые пластинки при этом были небольшими, пожелтевшими. После применения гербицидов 2М-4Х и 2,4-ДА показатели фотосинтеза у сохранившихся растений через 15 дней после подкашивания (40 дней после обработки) зависели от дозы гербицидов и срока обработки, в некоторых случаях они не отличались от контроля. При этом внешних признаков поражения (искривление листовых пластинок, искривление черешков и т. д.) не наблюдалось, что указывает на полную жизнеспособность корневой системы.

## Выводы

1. По чувствительности борщевика к испытанным гербицидам в принятых дозах фазы его развития можно расположить в следующей последовательности: фаза розетки листьев, фаза стеблевания, фаза цветения <фаза начала созревания плодов на центральном зонтике. Для лонтрела эта зависимость была следующей: фаза цветения, фаза начала созревания плодов на центральном зонтике>фаза стеблевания>>фаза розетки листьев; для раундапа — фаза стеблевания, фаза начала созревания плодов на центральном зонтике>фаза цветения>>фаза розетки листьев; для тордона 22К. — фаза начала созревания плодов на центральном зонтике>фаза цветения, фаза розетки листь-

ев>фаза стеблевания; для 2М-4Х — фаза начала созревания плодов на центральном зонтике>фаза цветения, фаза стеблевания>фаза розетки листьев; для 2,4-ДА — фаза начала созревания плодов на центральном зонтике>фаза цветения>фаза стеблевания>фаза розетки листьев.

2. 100 %-ная гибель растений обеспечивалась в вариантах с обработкой лонтрелом в фазы цветения (4,8 кг/га) и начала созревания плодов на центральном зонтике (2,4 кг/га), при применении раундапа в фазы розетки листьев (14,4 кг/га), стеблевания и начала созревания плодов на центральном зонтике (в обоих случаях 7,2 и 14,4 кг/га), тордона 22К — в фазы розетки листьев и начала созревания плодов (1,25 кг/га).

Борщевик оказался среднечувствительным к гербицидам 2М-4Х и 2,4-ДА в испытанных дозах. Поэтому применять их для уничтожения одичавших растений борщевика не рекомендуется.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березовский М. Я. Регулирование взаимодействия растений с гербицидами как основа повышения их эффективности. — Автореф. докт. дис. — М.: 1966.
2. Березовский М. Я. — Пути повышения эффективности гербицидов типа 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты в борьбе с осотами. — Докл. ТСХА, 1952, вып. 15, с. 82—87. — 3. Вавилов П. П., Кондратьев А. А. Новые кормовые культуры. — М.: Россельхозиздат, 1975. — 4. Вавилов П. П., Филатов В. И. Интенсивные кормовые культуры в Нечерноземье. — М.: Московский рабочий, 1980. — 5. Ворошилов В. Н., Даева О. В., Евтюхова М. А. и др. Растения природной флоры СССР. Краткие итоги интродукции в Гл. бот. саду АН СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 7. Литлл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. — М.: Колос, 1981. — 8. Моисеев К. А., Соколов В. С., Мишу ров В. П. и др. Малораспространенные силосные культуры. — Л.: Колос, 1979. — 9. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. — М.: Колос, 1968. — 10. Филатов В. И., Полянский Н. В. Ликвидация старовозрастных посевов борщевика сосновского с помощью гербицидов. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 3, с. 55—59. — 11. Харкевич С. С. Полезные растения природной флоры Кавказа и их интродукция на Украине. — Киев: Наукова думка, 1966. — 12. Шумова Э. М. Особенности органогенеза борщевика сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), — Докл. ТСХА, 1969, вып. 152, с. 377—390. — 13. Moller F. — *Angew. Bot.*, 1969, Bd. 43, H. 3—4, S. 125—147. — 14. Welker O. A. Retention von spritzflüssigkeiten bei Unkrautern in Beziehung zu ihren Blattmorphologie. — Diss., Stuttgart — Hohenheim, 1979.

*Статья поступила 7 февраля 1986 г.*

#### SUMMARY

Investigations were conducted in 1984—1985 on the experimental plot of the training farm "Mikhailovskoye" on the plantation of 6—7-year Sosnovsky cowparsnip. Herbicides iontrell, roundup, tordon 22K, 2M-4Kh and 2.4-D (amino salt) were tested. Plant response to the tested herbicides depending on the time of treatment increased in the following sequence: rosette phase < stooling phase < flowering phase < phase of first fruit ripening on the central umbel. Optimal rates of herbicides and treatment dates are established.