



ПОЧВЕННЫЕ ГЕРБИЦИДЫ

как важный этап технологии возделывания
сельскохозяйственных культур

SUMI СОЯ 



Японская философия защиты сои

ВВЕДЕНИЕ. РОЛЬ ГЕРБИЦИДОВ В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Управление засорённостью — критически важная часть технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

В последнее десятилетие контроль сорной растительности усложнился появлением устойчивых сорняков (менее чувствительных к определённой группе д. в.) и переходу к минимальной обработке почвы (что привело к высокой насыщенности семенами сорняков в верхнем горизонте почвы и многочисленным волнам их появления).

Основной причиной потери урожайности культурных растений является конкуренция с сорняками за ресурсы: вода, свет, углерод, элементы питания, пространство (таблица 1), но она не является единственной. Доказано и другое физиологическое влияние сорняков на культурные растения: они являются дополнительным источником питания для вредителей, источником ряда заболеваний, проявляют аллелопатию к культурным растениям и т. д.

Таблица 1. **Снижение урожайности с.-х. культур в зависимости от численности сорняков**
(И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев. «Практикум по земледелию»)

Культура	Число сорняков 1 м ²						
	5	10	25	50	100	200	500
	% снижения урожайности по культурам						
Кукуруза	2,9	5,7	13,6	25,2	43,1	65,3	85,2
Соя	6,6	12,3	25,8	39,1	49,5	53	53,2
Рапс	7,1	9,8	16,4	31,4	45,7	50,2	62,8
Подсолнечник	9,8	5,1	11,8	21,4	35,1	49,7	59,2
Картофель	2,4	4,7	10,9	19,4	31,2	43,0	49,1



ПОЧЕМУ ВАЖНО НАЧИНАТЬ КОНТРОЛИРОВАТЬ УРОВЕНЬ ЗАСОРЁННОСТИ ЕЩЕ ДО ПОЯВЛЕНИЯ КУЛЬТУРЫ?

Период появления сорняков относительно появления всходов культуры имеет решающее значение для оценки их вредоносности. В защите растений выделяют такое понятие, как гербакритический период — это период в жизни культурного растения, когда наблюдается наиболее острое негативное влияние засорённости на его рост и развитие.

Гербакритический период у сои — от прорастания и до появления третьего тройчатого листа, у кукурузы — до появления пятого листа, у подсолнечника — до четвёртой пары настоящих листьев, у рапса — до середины стеблевания.

Ранняя волна сорняков, появившаяся до всходов культурных растений, оказывает максимально негативное влияние на урожайность, тогда как поздние волны сорняков оказывают незначительное влияние на урожайность. Многочисленные подтверждения тому можно найти в трудах отечественных и зарубежных ученых (таблица 2).

Таблица 2. Влияние периода появления сорняков на снижение урожайности

Численность сорняков	Период появления сорняков (фаза культуры)			
	Сев — Прорастание	Появление всходов	Начало применения фолиарных гербицидов	Конец применения фолиарных гербицидов
	% снижения урожайности			
20-50 экз/м ²	до 60%	до 50%	до 30%	до 10%
>50 экз/м ²	до 80%	до 60%	до 40%	до 20%

Следует помнить, что отложенная обработка против ранних волн сорняков ведёт к меньшему раскрытию потенциала культуры, так как до периода применения фолиарных гербицидов сорняки успевают нанести ущерб будущему урожаю.

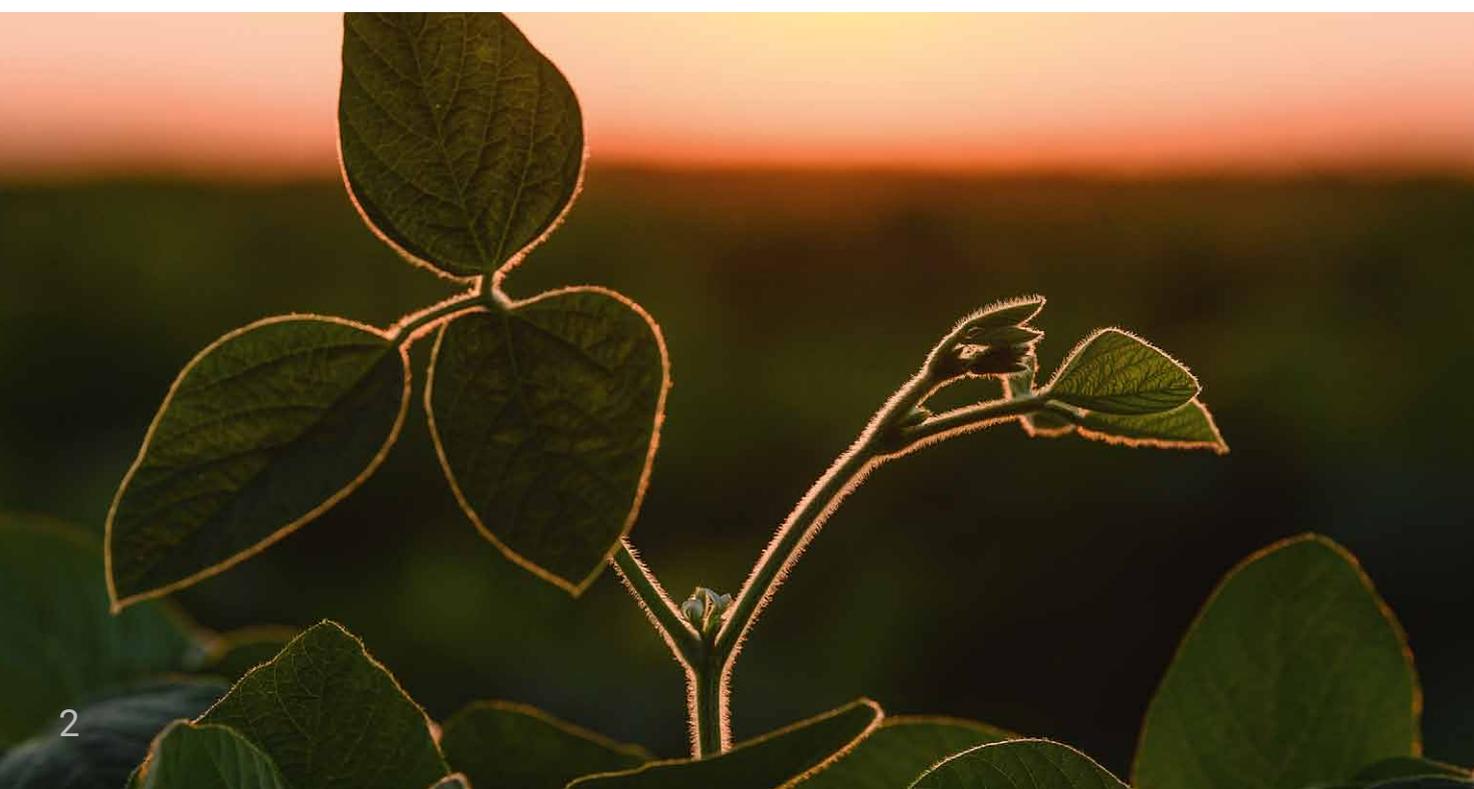


Если сравнивать биологические и физиологические особенности культурных и сорных растений, то масса 1000 семян последних в десятки раз меньше, следовательно, на прорастание требуется значительно меньше влаги. Сорняки существенно пластичнее по требованию к температурам прорастания, что в совокупности с концентрацией их в верхнем горизонте почвы дает им больше преимуществ для появления в поле раньше культурных растений (таблица 3).

Таблица 3. Температура прорастания семян культур и сорняков

Вид	Минимальная температура прорастания, °С	Оптимальная температура прорастания, °С
Кукуруза	8-10	12-15
Соя	6-8	12-14
Рапс	1-3	14-17
Подсолнечник	8-10	15-20
Картофель	8-10	18-20
Овсяг обыкновенный, пастушья сумка, подмаренник цепкий	1-3	16-18
Пырей ползучий, полынь обыкновенная, циклахена дурнишниковидная, горец вьюнковый, латук, ромашка (виды), крестоцветные сорняки, осот огородный, одуванчик лекарственный	2-4	20-24
Василёк синий, горец почечуйный, марь белая, молочай, мак-самосейка, мятлик однолетний	3-5	20-24
Бодяк полевой, вьюнок полевой, просо куриное, просвирник пренебрежённый, канатник Теофраста	4-6	20-24
Цирица, амброзия, щетинник, осот полевой, повилика	6-8	20-25
Паслён черный, гумай (сорго алеппское), дурнишник	10-12	20-30

Хозяйствам, которые нацелены на эффективное использование вложенных ресурсов и получение максимальной урожайности, следует применять гербицидную схему защиты, совмещающую применение довсходовых (почвенных) и, при необходимости, фоллиарных послевсходовых гербицидов.





ДОВСХОДОВЫЕ (ПОЧВЕННЫЕ) ГЕРБИЦИДЫ — ЧТО ЭТО?

Довсходовые гербициды: гербициды, вносимые в почву до или сразу после посева культуры и до появления всходов сорняков. Они создают химический барьер на поверхности почвы («плёнка», «экран»), который препятствует прорастанию сорных растений.

Довсходовые гербициды часто называют почвенными, так как поглощаются они через почву. Преимущественно эффективны против сорняков, которые размножаются семенами.

Для эффективного контроля сорняков решающее значение имеют:

- локализация гербицида на правильной глубине,
- наличие почвенной влаги.

Период защитного действия почвенного гербицида:

период, в течение которого гербицид остается эффективным в почве.

Со временем гербициды разрушаются почвенными микробами в результате фотолиза, гидролиза и других химических процессов. Повторное применение гербицидов требуется до того, как их концентрация упадет ниже критического уровня, необходимого для борьбы с сорняками (DT_{50}). Период защитного действия большинства довсходовых гербицидов составляет 2-8 недель.

Фолиарные гербициды:

применяются после появления всходов культуры. Они предназначены для уничтожения уже проросших сорняков, поглощаются через листья и стебли растений.

ВАЖНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ

РАСТВОРИМОСТЬ В ВОДЕ

Ключевой параметр, влияющий на поведение действующих веществ в почве, — растворимость в воде. Величина выражается в миллиграммах на литр (мг/л) и определяется как максимальная масса действующего вещества, которая может раствориться в 1 литре воды при 20°C.

Слаборастворимыми считаются вещества с растворимостью ≤ 50 мг/л; умеренно растворимыми — 50–500 мг/л; хорошо растворимыми — >500 мг/л.

Хорошо растворимые гербициды имеют тенденцию перемещаться в горизонте почвы вместе с почвенной влагой, что увеличивает вероятность их вымывания из зоны экрана и снижения эффективности.

Плохо растворимые гербициды требуют максимальных норм внесения рабочего раствора и периодических осадков для продолжительного периода защитного действия, но при этом формируют более стабильный экран.

КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Действующие вещества классифицируются по способности адсорбироваться частицами почвы. Характеризует этот показатель коэффициент распределения органического углерода (K_{oc}/K_{foc}). Чем выше значение K_{oc}/K_{foc} , тем сильнее тенденция к сорбции в почве. Значения $K_{oc}/K_{foc} >1000$ ед. указывает на сильную адсорбцию вещества почвой и слабую его мобильность. Химические вещества с более низкими значениями K_{oc}/K_{foc} (менее 500 ед.) имеют тенденцию к мобильности в пахотном горизонте почвы. Максимальные

показатели K_{oc}/K_{foc} достигаются на глинистых и суглинистых почвах, богатых органическим веществом, и наоборот, для гербицидов, применяемых на песчаных почвах, показатель теряет актуальность, поэтому требуется снижение норм расхода.

ДАВЛЕНИЕ ПАРА

Давление пара характеризует степень летучести пестицидов. Чем выше показатель, тем выше склонность действующего вещества к испарению с поверхности почвы после внесения, поэтому отдельные почвенные гербициды требуют обязательной заделки. Для довсходовых гербицидов триггером летучести и обязательной механической заделки является показатель давления пара выше 1 мПа (при +20°C).

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА

Стойкость (персистентность) почвенных гербицидов — это свойство действующих веществ сохраняться в почве без изменения токсичности для сорняков. Вне зависимости от персистентности все гербициды рано или поздно разрушаются под воздействием тех или иных факторов, поэтому важным показателем является период полураспада (DT_{50}) — время деградации 50% действующего вещества (в днях). Скорость разрушения варьируется в зависимости от типа почвы и условий окружающей среды, поэтому DT_{50} часто указывается как диапазон, хотя допустимо и среднее значение.

Гербицид с DT_{50} менее 30 дней считается нестойким; в диапазоне от 30 до 100 дней — умеренно стойким; от 100 до 365 дней — стойким, и свыше 365 дней — очень стойким.

DT₅₀ почвенный — почвенное химическое или биологическое разрушение гербицидов. В почве гербицид может вступать в химические реакции с соединениями почвенного раствора и терять активность, либо разрушаться в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

DT₅₀ в результате инсоляции — химическое разрушение действующего вещества под воздействием солнечного света (фотолиз). Чаще всего ему подвергаются гербициды, внесённые на сухую почву без последующих осадков или механической заделки, особенно интенсивно в дни, когда ФАР (фотосинтетическая активная радиация) превышает 10 Вт.

Таблица 4. Физико-химические свойства действующих веществ наиболее популярных гербицидов

Действующее вещество	Механизм действия	Растворимость при 20°C, мг/л	Подвижность в почве (Koc/Kfoc), ед.	Давление пара при 20°C, мПа	DT ₅₀ , дней	Деградация
Флумиоксазин	Ингибиторы синтеза ППО	0,786	889	0,32	до 35	Разрушается микроорганизмами
Пироксасульффон	Ингибиторы синтеза жирных кислот	3,49	223	0,0024	до 22	Разрушается микроорганизмами путём расщепления метилсульфоновых связей
С-метолахлор	Ингибиторы синтеза жирных кислот	480	200	3,7	до 221	Разрушается микроорганизмами и ограничено в результате фотолиза
Кломазон	Ингибиторы каротиноидов	1212	300	27	до 146	Разрушается микроорганизмами
Оксифлуорфен	Ингибиторы синтеза ППО	0,116	7566	0,026	до 438	Основной путь дегградации — фотолиз. Микроорганизмами разрушается медленно
Диметенамид-Р	Ингибиторы синтеза жирных кислот	1499	227	3,47	до 31	Разрушается микроорганизмами и незначительно в результате фотолиза
Тербутилазин	Ингибиторы фотосистемы II	6,6	231	0,152	до 167	На нейтральных и кислых почвах гидролитически нестабилен. На щелочных почвах медленно разрушается микроорганизмами
Метрибузин	Ингибиторы фотосистемы II	10700	48	0,121	до 19	Разрушается микроорганизмами
Имазамокс	Ингибиторы синтеза аминокислот	626000	12	0,0133	до 295	Быстро разрушается микроорганизмами. В кислых почвах Koc значительно повышается, что увеличивает стойкость

ПОРТФЕЛЬ ДОВСХОДОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ SUMI AGRO



АКЕБОНО®

Действующее вещество:

С-метолахлор 825 г/л +
кломазон 75 г/л

Препаративная форма:

Концентрат эмульсии (КЭ)

Двухкомпонентный довсходовый (почвенный) гербицид для защиты озимого и ярового рапса и сои от однолетних двудольных и злаковых сорняков.

Действует на прорастающие сорняки. С-метолахлор проникает через гипокотиль двудольных и колеоптиль злаков, слабо передвигается в тканях, поэтому подавляет проростки. Кломазон системный гербицид, проникает через гипокотиль, колеоптиль и корневые волоски, перемещается по ксилеме в молодые растущие листья.

Механизм действия:

Согласно классификации гербицидов WSSA и HRAC С-метолахлор относится к группе 15 — ингибиторы синтеза жирных кислот с длинной цепью в клетках растений; кломазон — к группе 13 — ингибиторы синтеза каротиноидов.

Аддитивный эффект двух действующих веществ гербицида Акебон® заключается в подавлении защитных механизмов проростков, предотвращающих:

- потерю воды из клеток молодого растения,
- фоторазрушение хлорофилла.

При почвенном действии прекращается рост растений, часть их погибает до появления всходов, взошедшие растения белеют, прекращается фотосинтез, проявляются некрозы и растение гибнет.

Таблица 5. Регламент применения

Культура	Вредный объект	Норма расхода, кг/га	Способ, время обработки	Срок ожидания (кратность обработки)
Рапс яровой и рапс озимый, соя, картофель*	Однолетние злаковые и двудольные сорные растения	1,3-1,8	Опрыскивание почвы до появления всходов культуры. Расход рабочей жидкости — 200-300 л/га	60(1)

* На завершающей стадии регистрации



САНГЕЙТ® ЭКСТРА

Действующее вещество:
Флумиоксазин 510 г/кг

Препаративная форма:
Водно-диспергируемые
гранулы (ВДГ)

**Довсходовый (почвенный)
гербицид для защиты
подсолнечника и сои
от однолетних двудольных и
некоторых злаковых сорняков.**

Контактный гербицид,
не мобильный в растении,
действует только в месте контакта
с тканями сорняков как через
почву, так и через лист.

Механизм действия:

Согласно классификации гербицидов WSSA и HRAC, относится к группе 14 — ингибиторы протопорфириногенаоксидазы (ППО) — ключевого фермента, необходимого растениям для биосинтеза хлорофилла. В присутствии кислорода и света Сангейт® Экстра не только подавляет фотосинтез растений, но и приводит к образованию высокореактивных молекул кислорода, разрушающих клеточные мембраны и приводящих к необратимым нарушениям жизненно важных функций и структуры тканей сорняков. При почвенном действии флумиоксазин подавляет развитие проростков чувствительных сорняков, в результате они останавливаются в росте и погибают, не выходя на поверхность. При листовом действии флумиоксазин быстро абсорбируется тканями растений, вызывая характерные повреждения, схожие с действием заморозков: увядание, образование некрозов, усыхание и гибель сорняков.

Таблица 6. Регламент применения

Культура	Вредный объект	Норма расхода, кг/га	Способ, время обработки	Срок ожидания (кратность обработки)
Соя, подсолнечник	Однолетние двудольные и злаковые сорные растения	0,1-0,14	Опрыскивание почвы до всходов культуры (сразу после посева или в течение 2-3 дней после него). В течение 12 месяцев после применения препарата не рекомендуется высевать сразу свеклу сахарную, столовую, кормовую. Расход рабочей жидкости — 200-300 л/га	60(1)



КАРИТОРИ®

Действующее вещество:
Пироксасульфон 850 г/кг

Препаративная форма:
Водно-диспергируемые
гранулы (ВДГ)

Довсходовый (почвенный) гербицид для защиты кукурузы, подсолнечника и сои от однолетних двудольных и злаковых сорняков.

Действует на проростки сорных растений, проникая через гипокотиль двудольных и coleoptиль злаков, но в дальнейшем слабо передвигается в тканях, поэтому максимальный эффект достигается при непосредственном контакте с проростками.

Механизм действия:

Согласно классификации гербицидов WSSA и HRAC, относится к группе 15 — ингибиторы синтеза жирных кислот с длинной цепью в клетках растений. Это влияет на образование восковой кутикулы (защитного механизма растений), что важно для предотвращения потери воды из клеток. Также влияет на удлинение и деление клеток.

При почвенном действии резко замедляется удлинение клеток проростков, поэтому образуются уродства и задержка в развитии, в результате прекращается рост растений и они погибают до появления всходов.

Таблица 7. Регламент применения

Культура	Вредный объект	Норма расхода, кг/га	Способ, время обработки	Срок ожидания (кратность обработки)
Соя	Однолетние злаковые и двудольные сорные растения	0,1-0,3	Опрыскивание почвы сразу после посева или в течение трёх дней после него. Расход рабочей жидкости — 200-300 л/га	60(1)



ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ SUMI AGRO

ФЛУМИОКСАЗИН

– действующее вещество гербицида Сангейт® Экстра

Обладает широким спектром действия (таблица 8, 9, 10) преимущественно против двудольных сорняков.

Стойкость в почве позволяет сохранять активность до 6 недель.
Обладает возобновляемым действием после выпадения осадков.

Совместим с большинством действующих веществ с другим механизмом действия, включая С-метолахлор, кломазон, пироксасульфон.

Таблица 8. **Довсходовая чувствительность двудольных сорняков к флумиоксазину**

Сорняк	До всходов
Гибискус тройчатый	чувствительный
Дурман обыкновенный	чувствительный
Звездчатка средняя	чувствительный
Мак-самосейка	чувствительный
Марь белая	чувствительный
Одуванчик лекарственный первого года жизни	чувствительный
Паслён колючий	чувствительный
Паслён черный	чувствительный
Пастушья сумка обыкновенная	чувствительный
Подмаренник цепкий	чувствительный
Портулак огородный	чувствительный
Пролесник однолетний	чувствительный
Редька дикая	чувствительный
Ромашка (виды) первого года жизни	чувствительный
Ярутка полевая	чувствительный
Акалифа южная	среднечувствительный
Горец, виды	среднечувствительный
Канатник Теофраста	среднечувствительный
Осот, бодяк первого года жизни	среднечувствительный
Щирица запрокинутая	среднечувствительный

Таблица 9. **Послевсходовая чувствительность двудольных сорняков к флумиоксазину**

Сорняк	После всходов
Вьюнок полевой	чувствительный
Горец вьюнковый	чувствительный
Сурепка обыкновенная	чувствительный
Гибискус тройчатый	чувствительный
Звездчатка средняя	чувствительный
Пастушья сумка обыкновенная	чувствительный
Портулак огородный	чувствительный
Ромашка (виды, в т. ч. трехреберник непахучий)	чувствительный
Ярутка полевая	чувствительный
Канатник Теофраста	чувствительный
Амброзия полыннолистная	среднечувствительный
Дурман обыкновенный	среднечувствительный
Марь белая	среднечувствительный
Паслён колючий	среднечувствительный
Паслён черный	среднечувствительный
Подмаренник цепкий	среднечувствительный
Редька дикая	среднечувствительный
Акалифа южная	среднечувствительный
Горец, виды	среднечувствительный
Щирица запрокинутая	среднечувствительный

Таблица 10. **Чувствительность злаковых сорняков к флумиоксазину**

Сорняк	До всходов	После всходов
Овсяг обыкновенный	нечувствительный	подавляет
Просо волосовидное	нечувствительный	-
Просо куриное	подавляет	подавляет
Щетинник (виды)	подавляет	подавляет
Лисохвост (виды)	подавляет	подавляет
Метлица обыкновенная	чувствительный	чувствительный

C-МЕТОЛАХЛОР

— действующее вещество гербицида Акебоно®.

Обладает широким спектром действия (таблица 11), хотя эффективнее справляется с однолетними злаковыми сорняками. Максимальный эффект достигается при непосредственном контакте с проростками.

Стойкость в почве позволяет сохранять активность до 4 недель. Возобновляет активность после осадков, выпавших в течение 7 дней после обработки.

Совместим с большинством гербицидов с другим механизмом действия, в т. ч. с флумиоксазином, кломазоном.

Таблица 11. Чувствительность сорняков к С-метолахлору

Сорняк	До всходов
Амарант	чувствительный
Амброзия полыннолистная	чувствительный
Галинсога	чувствительный
Колючещетинник	чувствительный
Марь белая	чувствительный
Паслён черный	чувствительный
Пастушья сумка обыкновенная	чувствительный
Портулак огородный	чувствительный
Просо куриное	чувствительный
Росичка	чувствительный
Щетинник, виды	чувствительный
Яснотка стеблеобъемлющая	чувствительный
Горцы	среднечувствительный
Гумай 1 года жизни	среднечувствительный
Дурман вонючий	среднечувствительный
Канатник Теофраста	среднечувствительный
Ромашка 1 года жизни	среднечувствительный
Сыть	среднечувствительный

ПИРОКСАСУЛЬФОН

— действующее вещество гербицида Каритори®.

Принадлежность пироксасульфона к новому химическому классу обеспечивает лучшие физико-химические свойства, влияющие на транслокацию в растении и поведение в почве, что выражается в повышенной гербицидной активности в отношении большинства однолетних сорняков (таблица 12).

Стойкость в почве позволяет сохранять активность до 6 недель.

Период возобновляемой активности после выпадения осадков — до 14 дней.

Совместим с большинством гербицидов с другим механизмом действия, в т. ч. с флумиоксазином.

Таблица 12. **Чувствительность сорняков к пироксасульфону**

Сорняк	До всходов
Амброзия полыннолистная	чувствительный
Горцы	среднечувствительный
Дурман вонючий	чувствительный
Канатник Теофраста	чувствительный
Колющестетинник	чувствительный
Костёр, виды	чувствительный
Марь белая	чувствительный
Паслён черный	чувствительный
Пастушья сумка обыкновенная	чувствительный
Плевел многоцветный	чувствительный
Портулак огородный	чувствительный
Просо куриное	чувствительный
Росичка кроваво-красная	чувствительный
Щетинник, виды	чувствительный
Щирица запрокинутая	чувствительный
Ярутка полевая	чувствительный
Яснотка стеблеобъемлющая	чувствительный
Гумай 1 года жизни	среднечувствительный
Ромашка 1 года жизни	среднечувствительный
Сыть	среднечувствительный

КЛОМАЗОН

— действующее вещество гербицида Акебоно®.

Прогербицид, в почве метаболизируется до кетокломазона, который обладает гербицидными свойствами против широкого спектра сорняков (таблица 13).

Благодаря стойкости в почве кломазон обеспечивает длительную защиту от сорняков, что особенно важно в периоды активного роста культурных растений.

Совместим с большинством действующих веществ, включая С-метолахлор, флумиоксазин, пироксасульфен.



Таблица 13. **Чувствительность сорняков к кломазону**

Сорняк	До всходов
Горец почечуйный	чувствительный
Гречишка вьюнковая	чувствительный
Звездчатка средняя	чувствительный
Канатник Теофраста	чувствительный
Мак-самосейка	чувствительный
Марь (виды)	чувствительный
Метлица обыкновенная	чувствительный
Паслён черный	чувствительный
Повилика	чувствительный
Портулак огородный	чувствительный
Просо куриное	чувствительный
Росичка	чувствительный
Горцы, виды	среднечувствительный
Гумай 1 года жизни	среднечувствительный
Коммелина	среднечувствительный
Пастушья сумка	среднечувствительный
Плевел (виды)	среднечувствительный
Редька дикая	среднечувствительный
Ромашка (виды)	среднечувствительный
Свиной пальчатый	среднечувствительный
Смолёвка обыкновенная	среднечувствительный
Торица полевая	среднечувствительный
Фиалка	среднечувствительный
Хвощ	среднечувствительный
Щетинник, виды	среднечувствительный
Щирица запрокинутая	среднечувствительный
Ярутка полевая	среднечувствительный
Яснотки	среднечувствительный

КАК МИНИМИЗИРОВАТЬ РИСКИ И ОШИБКИ В ТЕХНОЛОГИИ, ЧАСТО СОВЕРШАЕМЫЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ

Все довсходовые гербициды эффективны против однолетних и некоторых многолетних двудольных видов сорняков первого года жизни (взошедших из семян). Некоторые продукты проявляют активность как против проростков, так и против ранних всходов растений (до 2-3 листа) — Сангейт® Экстра, Акебоно®. Против молодых отпрысков вьюнка, осотов, латука эффективно справляется Сангейт® Экстра. Следовательно, правильно выбранный период обработки, норма расхода и баковая смесь обеспечат защиту сельскохозяйственных культур от широкого спектра сорняков.

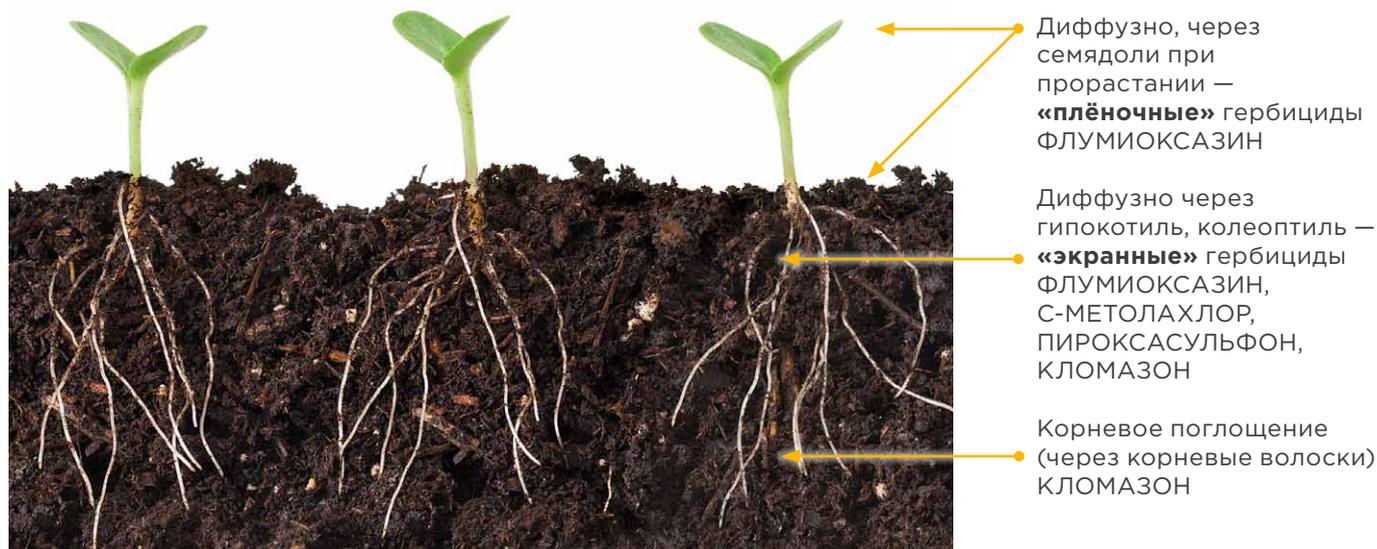
Эффективность работы почвенных гербицидов в значительной степени зависит от погодных условий. Это связано не столько с физико-химическими свойствами действующих веществ, сколько с биологическими особенностями развития сорняков. Температура прорастания ранних и среднеранних видов сорняков варьирует от +2...+4°C до +18...+24°C. При нижнем пороге и в условиях стресса развитие проростков происходит медленно, преимущественно за счёт запасных веществ, т. е. поглощение из почвы сильно ограничено. При оптимальных условиях наоборот, прорастающий сорняк активно использует почвенные ресурсы и эффективнее поглощает соединения.

Особенно это критично для группы веществ, проникающих в проросток через меристемные ткани колеоптиля или гипокотыля и в небольшом количестве — через корневую систему (рис. 1).

Наиболее частые пути поглощения гербицидов растением:

- прямая диффузия через клеточные стенки меристемных тканей проростка: корень, колеоптиль, гипокотиль, семядольные листья во время прохождения ими гербицидного «экрана», или «плёнки» (гербициды Сангейт® Экстра, Акебоно®, Каритори®)
- корневое поглощение: по этому пути эффективно проникают в проросток хорошо растворимые вещества с низким Кос/Кfos (частично у Акебоно®)

Рисунок 1. Пути поглощения почвенных гербицидов



Следовательно, наиболее эффективный период применения довсходовых гербицидов — диапазон температуры почвы от +8°C до +14°C.

Поглощение почвенных гербицидов, независимо от пути проникновения, осуществляется с участием почвенной влаги. Поэтому её наличие в момент обработки или осадки, выпавшие в течение 5–7 дней после применения гербицидов, увеличивают эффективность их работы в контроле невзошедших сорняков (таблица 14).

Таблица 14. Условия увлажнения почвы для эффективной работы довсходовых гербицидов

Условия	Объёмная влажность почвы 0–10 см, %	Осадки перед обработкой, мм	Осадки после обработки, мм
Хорошие	30–35%	15–20 мм	15–20 мм
Удовлетворительные	25–30%	10–15 мм	10–15 мм
Нестабильные	20–25%	5–10 мм	5–10 мм
Плохие	>20%	0–5 мм	0–5 мм

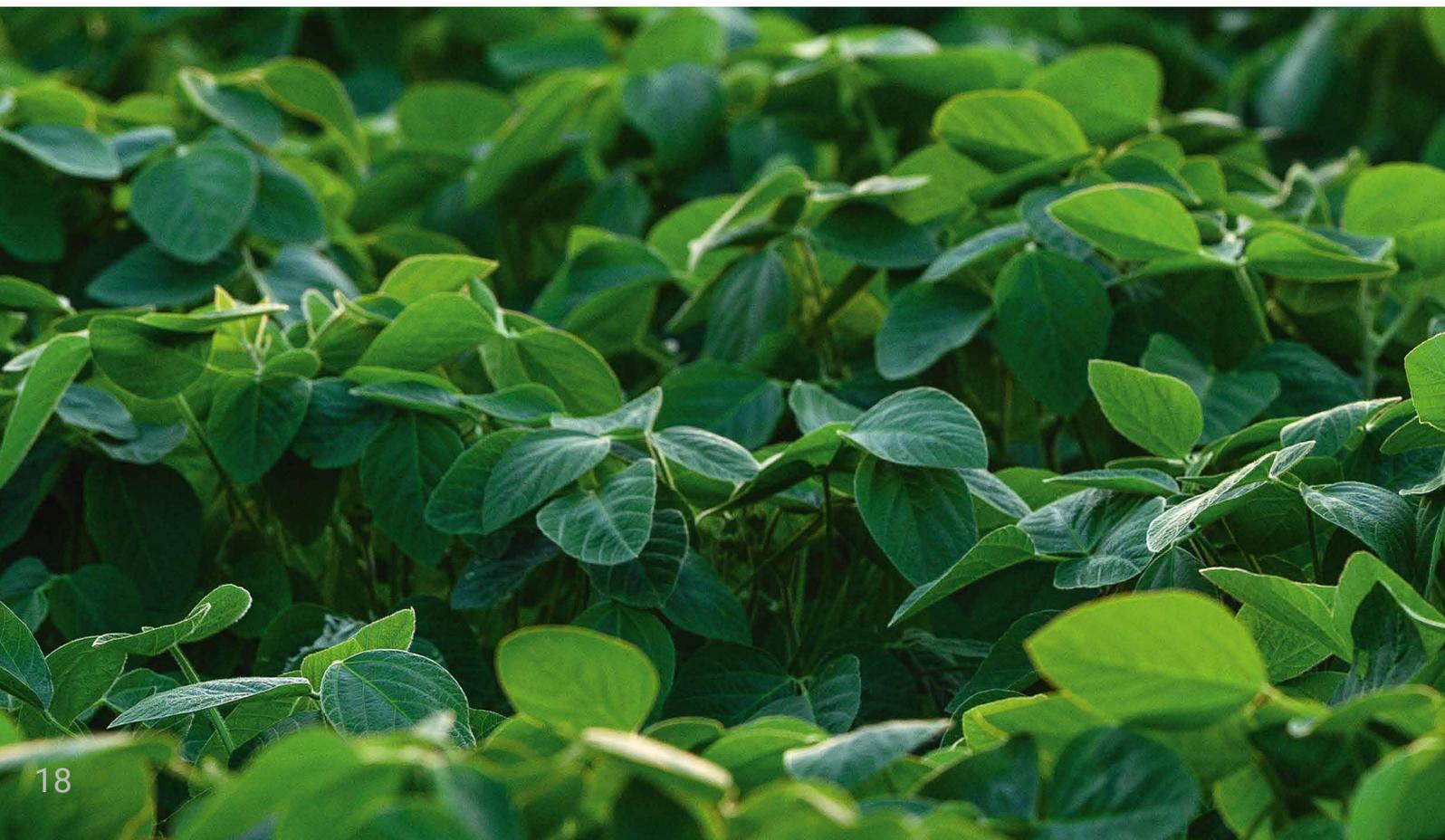
Идеальные условия для прорастания семян сорняков и развития проростков, а также поглощения действующих веществ формируются при объёмной влажности почвы в горизонте до 10 см на уровне 30–35%.

Пересыхание или избыточное увлажнение будет отрицательно влиять на эффективность почвенных гербицидов.



Повысить эффективный контакт рабочего раствора с почвенной влагой можно несколькими способами:

1. Повышение нормы расхода рабочего раствора до 200–300 литров на гектар и размер капли до 250–400 мкм.
2. Использование профессиональных адъювантов, повышающих эффективность распределения гербицидов в почве и улучшающих ее агрегатное состояние — органосиликоновый смачиватель Мидгард®.
3. Легкая заделка препарата сразу после его внесения на глубину до 3 см. Этот приём эффективен, если верхний горизонт почвы пересушен, но в нижнем (4–6 см) имеется влага). Лёгкая заделка допускается для гербицидов Акебоно® и Каритори®.
4. Прикатывание после применения гербицидов. Хорошо подходит для последовательных операций: сев => внесение гербицида => прикатывание. Этот прием эффективен при неглубоком залегании влаги и обеспечивает лёгкую заделку препаратов и быстрый контакт с влагой. Прикатывание после обработки хорошо подходит гербицидам Сангейт® Экстра, Акебоно® и Каритори®.
5. Прикатывание до применения гербицидов. Особенность такой обработки заключается в чёткой последовательности: между послепосевным прикатыванием и внесением гербицида не должно быть временного промежутка. Хорошо приём работает при неглубоком залегании влаги. После прикатывания улучшаются капиллярные связи почвы и влага поступает к поверхности почвы и сразу же начинает взаимодействовать с гербицидом, дополнительно провоцируя быстрое прорастание и гибель сорняков. Такая обработка идеально подходит для гербицидов Сангейт® Экстра (так как способствует образованию устойчивой гербицидной «плёнки») и Акебоно® и Каритори®.
6. Отсроченная обработка. Принцип основан на отсрочке обработки до 3-х дней в случае благоприятного краткосрочного прогноза по осадкам. Недостаток этого приема заключается в вероятности негативного сценария (переизбыток, недостаток или отсутствие осадков).



Не следует пренебрегать переувлажнением почвы.

Избыточное увлажнение ведет:

- к проявлению фитотоксичности на культуре, особенно на тяжёлых, глинистых почвах, где возможно подтопление или застой воды на поверхности почвы;
- к снижению эффективности за счёт перехода веществ в почвенный раствор и их перемещение по профилю вместе с гравитационной влагой. При этом растение может поглотить только ограниченное количество воды с растворёнными в ней соединениями, что далеко не всегда приводит к гибели сорняка.

Требования к качеству обработки почвы к моменту сева и химпрополки:

1. Выравненная поверхность поля — не более 5 см перепада высоты на площади 1 м².
2. Уничтожение вегетирующих сорняков и их проростков («ниток») в почве.
3. Сохранение влаги на глубине посева.
4. Отсутствие почвенных агрегатов размером более 5 см.
5. Отсутствие скоплений пожнивных остатков.
6. Идеальная подготовка семенного ложа для хорошего контакта семян культур с влагой и получения дружных всходов.

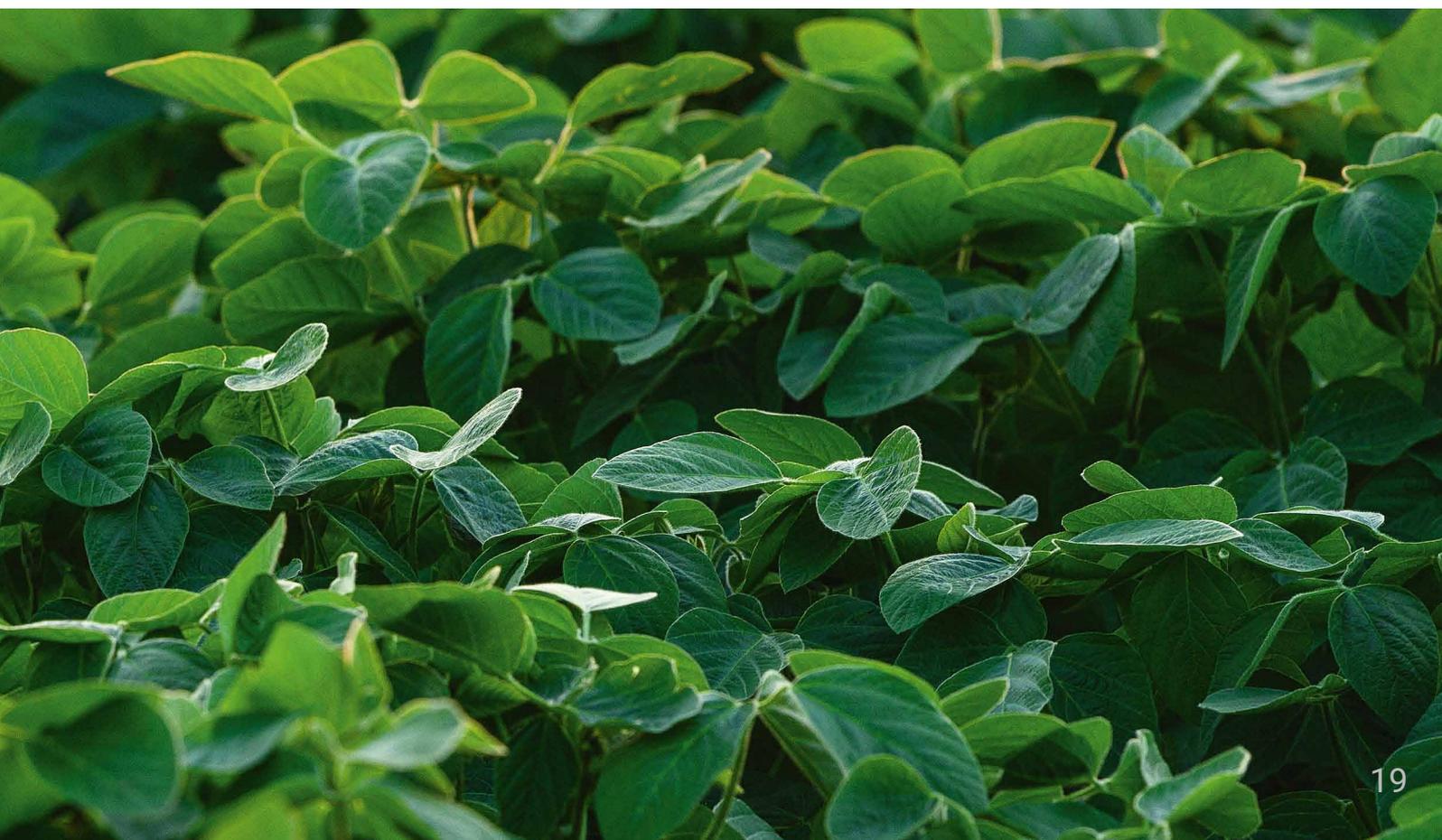


Таблица 15. Влияние приёмов агротехники на качество обработки почвы

Показатель	Вид обработки						
	Осень					Весна	
	Поверхностная обработка (лущение стерни)	Внесение гербицидов сплошного действия	Основная обработка 12-15 см	Основная обработка 25-30 см	Выравнивание	Боронование	Предпосевная культивация
Глубокая обработка			+	+			
Заделка пожнивных остатков	+		+	+			
Выравнивание поверхности поля					+	+	+
Провокация сорняков	+					+	
Уничтожение сорняков	+	+	+	+		+	+
Разрушение глыб (более 5 см)			+	+	+	+	+
Контроль физической спелости почвы	+		+	+	+	+	+

Таблица 16. Пример требований к подготовке поля перед посевом сои

Период	Операция	Показатель	Единица измерения	Оптимальное значение показателя
Сразу после уборки предшественника	Поверхностная обработка (лущение стерни)	Глубина обработки под культуру	см	6
		Неподрезанные сорняки	экз/м ²	0
Летом или ранней осенью по мере отрастания сорняков	Обработка глифосатом	Норма расхода	гдв/га	1200
Осенью, не ранее, чем через 30 дней после обработки глифосатом	Основная глубокая обработка	Глубина обработки	см	30
Осенью, после основной обработки почвы (физическая спелость)	Выравнивание	Глубина обработки	см	8
		Глыбистость	шт./м ²	<1
		Неподрезанные сорняки	экз/м ²	0
Ранней весной при достижении физической спелости почвы	Боронование	Глубина обработки	см	2
		Глыбистость (глыбы более 5 см)	шт./м ²	<1
Весной перед посевом	Предпосевная подготовка	Глубина обработки	см	3
		Глыбистость	шт./м ²	<1
		Неподрезанные сорняки	экз/м ²	0



Существенное влияние оказывает и тип почвы, а также ее гранулометрический состав — то есть соотношение песка, ила и глины. Эти факторы определяют, насколько хорошо почва может связывать (адсорбировать) гербициды.

Глинистые почвы и почвы с высоким содержанием органического вещества обладают наибольшей способностью к адсорбции. Это значит, что они могут удерживать большее количество гербицида. Для достижения желаемого эффекта на таких почвах часто требуется использование максимальных дозировок препарата.

Почвы с высоким содержанием органического вещества обычно богаты микроорганизмами, которые активно участвуют в процессе биологической деградации пестицидов, что также необходимо учитывать при планировании нормы расхода (рис.2).

Рисунок 2. Изменение норм расхода гербицидов в зависимости от гранулометрического (механического) состава почвы



Когда речь идет о применении довсходовых гербицидов, важно понимать, что не только подготовка поля играет роль в их эффективности.

На песчаных почвах или почвах с низким содержанием органических веществ ёмкость катионного обмена низкая, связывание гербицидов происходит менее интенсивно. Это означает, что концентрация доступных гербицидов в почвенном растворе будет выше, следовательно, возрастает риск фитотоксичности для сельскохозяйственных растений.

Дополнительные сложности возникают на почвах с контрастной текстурой, где, например, верхний слой песчаный и неглубокий, а под ним залегает более тяжёлый глинистый горизонт. В верхнем горизонте связывание гербицидов может быть низким, в более глубоком наоборот, гербицид связывается, что способствует его стойкости. Такие условия создают двойной риск: высокий уровень воздействия на культуру сразу после внесения и потенциальную персистентность и фитотоксичность для последующей культуры. Это требует особого внимания при планировании нормы расхода и стратегии применения гербицидов на подобных почвах.

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ДОВСХОДОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

В последние десятилетия особое внимание уделяется методам обработки почвы, минимизирующим механическое вмешательство, — no-till, mini-till и strip-till.

**No-till,
или нулевая обработка почвы**

Семена высеваются непосредственно в необработанную почву. Основная цель — минимизация эрозии почвы, сохранение её структуры и повышение содержания органических веществ.

Преимущества технологии — снижение затрат на топливо и трудовые ресурсы, улучшение водоудерживающей способности почвы и повышение её плодородия.

**Mini-till,
или минимальная обработка почвы**

Технология предусматривает обработку почвы на небольшой глубине и с минимальным нарушением её структуры. Это позволяет сохранить часть преимуществ no-till, но при этом облегчает борьбу с сорняками и улучшает условия для посева.

Strip-till

В этом методе обрабатываются только узкие полосы почвы, в которые затем высеваются семена. Остальная часть поля остается нетронутой. Это позволяет сохранить растительные остатки на большей части поверхности.



Общим для всех трех технологий является присутствие растительных остатков, поэтому на первый взгляд эти технологии можно отнести к неподходящим для обработки почвенными гербицидами. Однако мировой опыт свидетельствует об обратном. С увеличением площади минимальной обработки объём применения довсходовых гербицидов в мире не уменьшился, а вырос. Связано это в первую очередь с тем, что для успешного использования этих технологий требуется качественное управление сорняками, что обработка только фоллиарными гербицидами обеспечивает не всегда.

Количество гербицида, осаждаемого на пожнивных остатках, напрямую связано с тем, насколько плотно ими покрыта почва. На первый взгляд может показаться, что если половина поверхности покрыта растительными остатками, то и половина гербицида останется на них. На самом деле эта зависимость не всегда линейна, что связано с различиями в структуре пожнивных остатков, их способностью удерживать вещества, с физико-химическими свойствами гербицида и рабочего раствора и даже с погодными условиями.

Существуют методы, позволяющие минимизировать осаждение рабочего раствора на стерне и растительных остатках и повысить долю гербицида, достигшего поверхности почвы.

Рассмотрим некоторые из этих подходов:

1. Оптимизация движения опрыскивателя. Движение поперек рядов может способствовать более равномерному распределению капель. Эффект приёма усиливается при использовании форсунок с обратным наклоном, минимизирующих дрейф и позволяющих направлять капли преимущественно вниз, что способствует прохождению их через стерню.
2. Управление размером и направленностью капель. Размер капель играет важную роль в снижении осаждения. Более крупные капли движутся с большей скоростью и в большей степени проникают через стерню на почву. Добиться этого эффекта можно подбором распылителей и регулировкой давления. Снижения угла распыления (до 65–80°) повышает целевую направленность капель.
3. Регулировка параметров опрыскивания. Увеличение нормы расхода гербицида до максимальной и расхода рабочего раствора до 250–300 л/га повысит эффективность и обеспечит хорошее покрытие крупными каплями. Сокращение расстояния между распылителями (до 25 см) и медленная скорость движения (менее 12 км/ч) уменьшает горизонтальный дрейф капель.
4. Высота штанги и перекрытие. Снижение высоты штанги опрыскивателя позволяет снизить горизонтальный дрейф, при этом важно обеспечить как минимум двойное перекрытие для достижения равномерного покрытия.
5. Использование профессиональных адъювантов, например, Мидгарт®[®], повышающих эффективность распределения гербицидов в почве и улучшающих её агрегатное состояние.



МИДГАРД®



Универсальный органосиликоновый супер-смачиватель для повышения хозяйственной и биологической эффективности средств защиты растений и удобрений.

Действующее вещество:

Полиэфир модифицированный силиконовый (830 г/л)

Препаративная форма:

Жидкость (Ж)

Механизм действия:

Снижает поверхностное натяжение рабочего раствора пестицидов, способствуя лучшему проникновению гербицидов в почву и образованию «экрана».

Мидгард® одинаково подходит для всех видов минимальных технологий.



An aerial photograph of a vast green agricultural field. A dense strip of trees and shrubs runs diagonally across the middle of the frame, separating the foreground from the background. The foreground shows distinct rows of crops, likely corn, with dark furrows between them. The background is a flat, open landscape under a clear sky.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ

Баковые смеси — это комбинации нескольких гербицидов, смешанных в баке опрыскивателя или растворном узле для одновременного применения на поле.

Такие смеси позволяют объединить преимущества различных активных веществ.

Баковая смесь — это в первую очередь инструмент по повышению эффективности и экономии средств на гербицидах и количестве обработок.

Цели баковых смесей:

1. Расширение спектра действия: комбинируя гербициды с разными механизмами действия, можно существенно расширить спектр подавляемых сорняков, включая устойчивые к отдельным группам.
2. Снижение риска резистентности: использование нескольких действующих веществ с разным механизмом действия снижает вероятность развития устойчивости у сорняков.
3. Экономия времени и ресурсов: применение одной смеси вместо нескольких отдельных обработок позволяет сэкономить время и уменьшить затраты на топливо и рабочую силу.
4. Оптимизация условий применения: баковые смеси можно адаптировать под конкретные условия поля — тип почвы, погоду и фазу развития культуры.

Условия применения баковых смесей:

1. Совместимость компонентов: не все гербициды можно смешивать друг с другом. Перед приготовлением смеси необходимо проверить совместимость компонентов в стеклянной ёмкости, чтобы избежать образования осадка или химических реакций, снижающих эффективность препаратов.
2. Дозировка и пропорции: каких-либо отдельных норм расхода каждого гербицида для баковой смеси не существует. Обычно производитель размещает информацию о продуктах и возможных баковых смесях в каталоге или тарной этикетке. Важно точно соблюдать рекомендованные дозировки каждого компонента. Недостаточная концентрация может не дать желаемого эффекта, а избыточная — вызвать фитотоксичность.
3. Санитарно-гигиенические правила: при смешивании гербицидов необходимо руководствоваться санитарно-гигиеническими нормативами (СанПиН). Например, для баковых смесей запрещено использовать более 1 продукта второго и ниже класса опасности или запрещено использовать более 1 продукта, обладающего отдаленными последствиями или токсичным действием на людей (канцерогенность, тератогенность, эмбриотоксичность, гонадотоксичность, мутагенность).
4. Последовательность смешивания: часто рекомендуется добавлять компоненты в определенной последовательности, чтобы обеспечить равномерное распределение и растворение веществ в баке. Главное правило: нейтрализация воды рН-агентами или кондиционерами производится до добавления гербицидов (рис. 3).
5. Условия окружающей среды: температура воздуха, влажность и наличие осадков могут влиять на эффективность смеси. Например, некоторые гербициды лучше работают в тёплую погоду, тогда как другие требуют определенного уровня влажности (таблица 17).
6. Техника безопасности: при работе с химическими веществами, особенно их смешивании, всегда следует соблюдать меры предосторожности — использовать средства индивидуальной защиты и следовать инструкциям производителя на тарной этикетке.

Рисунок 3. Порядок смешивания пестицидов в баковой смеси



Пример приготовления баковой смеси Сангейт® Экстра 0,12 кг/га и Каритори® 0,2 кг/га в баке 3 м², 200 л/га (15 га):

1. Бак опрыскивателя наполняется до 2 м² водой. Обязательное условие — непрерывно работающая мешалка.
2. Перед началом смешивания вода нейтрализуется кондиционером или рН-агентом.
3. Первым добавляется расчётное количество Сангейт® Экстра (1,8 кг).
4. Вторым добавляется Каритори® (3 кг).
5. Бак заполняется оставшимся количеством воды.
6. При необходимости добавляются адъюванты (Мидгарт®).

Таблица 17. Условия применения довсходовых гербицидов Sumi Agro

Гербицид	Температура воздуха, °С	Температура воды, °С	Влажность воздуха, %	Минимальная норма расхода рабочего раствора, л/га	Размер капли, мкм	ΔТ, °С*
Сангейт® Экстра (флумиоксазин)	>10°С	>10-12°С	>60%	150-300	220-400	2-6
Акебоно® (С-метолахлор)	>10°С	>10-12°С	>60%	150-250	270-420	2-6
Акебоно® (кломазон)	>8°С	>10-12°С	>50%	100-200	220-400	2-6
Каритори® (пироксасульфен)	>10°С	>10-12°С	>60%	150-300	270-420	2-6

* ΔТ — (разница температур сухого и влажного термометров у психрометра)



ОБРАБОТКА СРАЗУ ПОСЛЕ СЕВА СОИ, ДО ВСХОДОВ СОРНЯКОВ

Технология: классическая (осенняя глубокая обработка, ранневесеннее выравнивание, предпосевная культивация)

Исторически поле засорено однолетними двудольными и злаковыми сорняками. На момент обработки допустимо начало появления всходов сорняков до второго листа.

Акебоно®, КЭ

Обеспечивает защиту от однолетних двудольных и злаковых сорняков до и сразу после появления всходов, включая яровые ранние сорняки, марь, канатник, мак, а также трудноискоренимые сорняки повилику, коммелину.

Супесчаная почва	1,3 л/га
Суглинистая или пойменная почва	1,5 л/га
Тяжёлая глинистая почва, почва с высоким содержанием органики, карбонатная почва	1,8 л/га

Исторически в поле преобладают однолетние злаковые и основные массовые виды двудольных (марь, щирица, горцы). На момент обработки всходы сорняков отсутствуют.

Каритори®, ВДГ

Обеспечивает защиту от широкого спектра однолетних злаковых и основных двудольных сорняков до появления всходов, включая марь, канатник, паслён, дурман, щирицу.

Супесчаная почва	0,2 кг/га
Суглинистая или пойменная почва	0,2 кг/га
Тяжёлая глинистая почва, почва с высоким содержанием органики, карбонатная почва	0,3 кг/га

Исторически в поле преобладают однолетние и некоторые многолетние двудольные сорняки. На момент обработки допустимо начало появления всходов сорняков до второй пары листьев или появление отпрысков вьюнка, розеток зимующих видов.

Сангейт® Экстра, ВДГ

Обеспечивает защиту от однолетних двудольных и злаковых сорняков до и после появления всходов, включая марь, щирицу, канатник, мак, вьюнок, зимующие виды.

Супесчаная почва	0,1 кг/га
Суглинистая или пойменная почва	0,12 кг/га
Тяжёлая глинистая почва, почва с высоким содержанием органики, карбонатная почва	0,14 кг/га

Исторически поле засорено однолетними двудольными и злаковыми сорняками. На момент обработки допустимо начало появления всходов сорняков до второй пары листьев или появление отпрысков вьюнка, розеток зимующих видов.

Сангейт® Экстра, ВДГ + **Каритори®**, ВДГ

Обеспечивает защиту от широкого спектра однолетних двудольных и злаковых сорняков до появления всходов, включая марь, щирицу, канатник, горцы, акалифу, мак.

Супесчаная почва	Сангейт® Экстра 0,1 кг/га + Каритори® 0,2 кг/га
Суглинистая или пойменная почва. Тяжёлая глинистая почва, почва с высоким содержанием органики, карбонатная почва.	Сангейт® Экстра 0,12 кг/га + Каритори® 0,25 кг/га

ДО ВСХОДОВ КУЛЬТУРЫ, НА МОМЕНТ ОБРАБОТКИ ЧАСТЬ СОРНЯКОВ ОТРОСЛА

Технология: классическая (осенняя глубокая обработка, ранневесеннее выравнивание, предпосевная культивация) или минимальная (no-till, mini-till, strip-till)

Исторически поле засорено однолетними и многолетними двудольными и злаковыми сорняками. На момент обработки часть сорняков отросла, необходимо обеспечить листовую и почвенную защиту (от однолетних двудольных).

Сангейт® Экстра, ВДГ + Глифосат

Обеспечивает максимальную защиту от широкого спектра отросших двудольных и злаковых сорняков и длительную почвенную защиту от мари, щирицы, подмаренника, паслёна, акалифы и др.

Супесчаная почва	Сангейт® Экстра 0,1 кг/га + Глифосат 1000 г.д.в./га
Суглинистая или пойменная почва. Тяжёлая глинистая почва, почва с высоким содержанием органики, карбонатная почва.	Сангейт® Экстра 0,12 кг/га + Глифосат 1000 г.д.в./га

Исторически поле засорено однолетними и многолетними двудольными и злаковыми сорняками. На момент обработки часть сорняков отросла, необходимо обеспечить листовую и почвенную защиту (от однолетних двудольных и злаковых).

Акебоно®, КЭ + Глифосат

Обеспечивает максимальную защиту от широкого спектра отросших двудольных и злаковых сорняков и длительную почвенную защиту от однолетних злаковых и двудольных, включая марь, канатник, мак, повилуку, коммелину.

Супесчаная почва	Акебоно® 1,3 л/га + Глифосат 1000 г.д.в./га
Суглинистая или пойменная почва	Акебоно® 1,5 л/га + Глифосат 1000 г.д.в./га
Тяжёлая глинистая почва, почва с высоким содержанием органики, карбонатная почва	Акебоно® 1,8 л/га + Глифосат 1000 г.д.в./га

Общие рекомендации при применении почвенных гербицидов

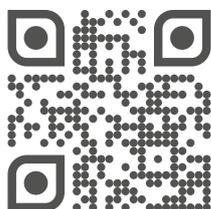
Если верхний горизонт слегка пересушен, перед посевом почва недостаточно выровнена, присутствуют небольшие глыбы или растительные остатки, рекомендуется баковая смесь с адъювантом Милгард®, Ж 0,05 л/га, расход рабочей жидкостью 200–300 л/га.

При умеренных погодных условиях и наличии влаги в верхнем горизонте почвы допускается норма расхода рабочего раствора 150–200 л/га.

Если обработка проводится при температуре >+20°C и влажности воздуха <60%, норму расхода рабочего раствора необходимо увеличить до 200–300 л/га, диаметр капли до 300–400 мкм.

Гербицид	Оптимальный период обработки
Акебоно®, КЭ	При температурах +8...+20°C и влажности воздуха не ниже 40%. Устойчивый гербицидный экран образуется, если обработка производится по влажной почве (объёмная влажность >25–30%) или после осадков (не менее 5 мм, оптимально >10–15 мм).
Каритори®, ВДГ	При среднесуточных температурах +15°C и максимальных дневных — до +25°C, при влажности воздуха свыше 60%.
Сангейт® Экстра, ВДГ	При температурах +10...+20°C и влажности воздуха не ниже 60%, объёмной влажности почвы >25%.

Японская философия защиты сои



**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС
SUMI AGRO РОССИЯ**
125009, г. Москва,
Романов пер., д. 4, стр. 2
+7 (495) 775-96-13
info@sumiagro.ru
sumiagro.ru

