

ИЗМЕНЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ СОИ

Аспирант - С.И. Сорокина

Научный руководитель - Е. Ю. Мордерер,

доктор биол. наук, заведующий отделом физиологии действия гербицидов

Института физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев

Для повышения хозяйственной производительности бобовых растений важно выяснить условия оптимизации процессов фотосинтеза, симбиотической фиксации, ассимиляции азота и дыхания. От активности этих процессов зависит рост, развитие и продуктивность растений. Азотфиксация влияет на процессы фотосинтеза и распределение фотоассимилянтов и азотсодержащих веществ в различных органах растений. Изменения в таком распределении во время роста могут снижать или усиливать их усвоение и в конечном итоге существенно влиять на производительность бобовых растений и фотосинтетическую активность [7].

На рост растений и формирования симбиотических систем бобово-клубеньковых бактерий влияют средства защиты растений от сорняков. Изменение активности азотфиксации в симбиотической системе под влиянием гербицидов может зависеть как от физиолого-биохимического состояния макросимбионта, так и от непосредственного их влияния на нитрогеназный комплекс [6].

Негативное воздействие гербицидов на накопление биомассы и урожай растений сопровождается морфологическими изменениями в корневой системе - уменьшением количества и веса клубеньков, активности фиксации азота. Обработка посевов сои гербицидами может значительно снижать эффективность применения препаратов клубеньковых бактерий, в связи, с чем необходим особенно тщательный подбор гербицидов, нетоксичных по отношению к бобово-ризобиальному симбиозу, и разработка мер, снижающих негативные последствия их применения.

Эффективность симбиотических связей в бобово-ризобиальной системе, в значительной мере определяет получения высокого и качественного урожая бобовых и соответственно продуктов переработки, зависит от состояния партнеров по симбиозу. Химические средства защиты растений оказывают значительное влияние на жизнедеятельность симбиотрофных организмов - бобовых растений и клубеньковых бактерий. При соответствующих условиях каждый из симбионтов может развиваться автономно и реагировать на пестициды соответственно своим индивидуальным свойствам. Но чаще пестициды действуют на симбиотическую бобово-ризобиальную ассоциацию, в которой реакция каждого из симбионтов зависит от физиолого-биохимических механизмов, объединяющих их в симбиотрофную систему. Такое воздействие сказывается на производительности этой системы по размеру симбиотической азотфиксации, урожайности и качества продукции. Изучение реакции клубеньковых бактерий на действие химических средств защиты растений, которые широко используются в современном земледелии, без сомнения, представляет практический интерес.

Безусловно, при выборе того или иного гербицида в первую очередь необходимо ориентироваться на его эффективность в подавлении сорной растительности, что обеспечит ожидаемое повышение урожайности и стоимости гектарной нормы препарата. Толерантность культурных растений к действию тех или иных гербицидов зависит от ряда причин: передозировка неправильно подобранных действующих веществ может наносить вред растениям; резкое усиление фитотоксичности препаратов при определенных погодных условиях; разнообразие величины поглощающего комплекса грунта в пределах поля (если

применяются почвенные гербициды); возможность получения дополнительной растительной продукции при применении гербицидов со стимулирующим эффектом [3].

Одним из основных направлений развития борьбы с сорняками является повышение фитотоксичности и селективности гербицидов. Их действие следует направлять не только на повышение урожайности сои, но и на уменьшение негативного влияния на последующие культуры севооборота. Учитывая это, следует применять гербициды с выборочным системным действием, с коротким периодом детоксикации в почве и с эффективным токсическим действием на комплекс видов сорняков [2].

Одним из наиболее простых и эффективных приемов повышения эффективности химического прополки является комплексирования гербицидов [8], в результате чего не только расширяется спектр уязвимых сорняков, но и меняется избирательная фитотоксичность гербицидов. Поэтому исследование взаимодействия гербицидов является теоретической основой для создания гербицидных комплексов с оптимальными свойствами. Кроме того, изучение взаимодействия физиологических ингибиторов, которыми являются гербициды, может дать ценную информацию о взаимодействии различных метаболических и регуляторных процессов в растении, что обуславливает теоретическое значение этих исследований. Сведения об испытаниях эффективности уничтожения сорняков с помощью гербицидных комплексов и смесей в посевах сои встречаются довольно часто [1, 10, 11]. Изучая взаимодействие гербицидов необходимо учитывать изменение токсичности каждого компонента комплекса и только при их однонаправленности можно однозначно характеризовать их эффективность [9].

Применение смесей - двух и более гербицидов является общепринятым способом улучшения эффективности химической прополки, но в большинстве случаев используют препараты разных химических классов и механизмов действия, дополняющие друг друга по спектру действия и величиной фитотоксичности [4, 5, 8].

Таким образом, результаты многолетних исследований ряда авторов позволяют утверждать, что использование комплексов и смесей гербицидов является более эффективным в борьбе с сорняками по сравнению с отдельным применением препаратов. При этом комплексное применение гербицидов не только повышает производительность сои, но и уменьшает отрицательное влияние на культуру и объекты окружающей среды.

Для применения в посевах сои зарегистрировано ряд селективных гербицидных препаратов, относящихся к разным группам химических соединений и имеющих различные механизмы фитотоксичности. Некоторые из этих препаратов рекомендованы для внесения в почву до появления всходов культуры и сорняков, но большая часть предназначена для обработки посевов по вегетации. Несмотря на имеющийся широкий ассортимент препаратов эффективная защита посевов сои сталкивается с определенными трудностями. Во-первых, отдельные гербицидные препараты не обеспечивают эффективный контроль всего спектра видов сорняков. Во-вторых, даже почвенные препараты не способны обеспечить защиту посевов сои в течение всего вегетационного периода. В-третьих, отдельные гербициды имеют недостаточную селективность и поэтому в определенных условиях могут отрицательно повлиять на культуру, а некоторые, в частности производные имидазолинона, на последующие в севообороте культуры.

В отделе физиологии действия гербицидов Института физиологии растений и генетики НАН Украины разрабатывались методы повышения избирательной фитотоксичности гербицидов за счёт использования эффекта взаимодействия при их комплексном применении. Применение комплексов и смесей позволяет расширить спектр контролируемых видов сорняков, пролонгировать защитное действие, уменьшить вероятность негативного влияния на культуру и накопления остатков токсикантов в почве. Например, было выяснено, что избирательная фитотоксичность увеличивается, когда применяются смеси хлорацетанилидов или динитроанилинов с ингибиторами транспорта электронов. Комплексное применение хлорацетанилидов или динитроанилинов с граминцидами пролонгирует защитное действие и повышает эффективность уничтожения

злаковых сорняков. Фитотоксичность ингибиторов ацетолактатсинтазы увеличивается в смесях с граминицидами, хотя фитотоксичность последних может антагонистично уменьшаться, в то же время, как в комплексах граминицидов с ингибитором транспорта электронов метрибузином она растёт [5].

Однако мало исследованным остаётся вопрос о возможных изменениях селективности при комплексном применении гербицидов в посевах сои. В связи с этим, целью данной работы было изучение влияния отдельных гербицидов и их смесей, которые отличаются повышенной эффективностью уничтожения сорняков, на продуктивный процесс сои. Для достижения этой цели определяли динамику изменений азотфиксирующей активности, содержание пигментов и интенсивность фотосинтеза сои при действии отдельных гербицидов и их смесей. Для изучения были выбраны следующие препараты: зенкор (метрибузин), трефлан 480 (трифлуралин), дуал голд (S-метолахлор), пивот (имазетапир), хармони (тифенсульфуронметил), центурион (клетодим), пульсар (имазамокс), а так же смеси зенкора с трефланом и дуалом голд, хармони с центурионом и пульсаром.

Результаты исследований показали ингибирующее действие гербицида зенкор на симбиотическую систему сои, а именно на суммарную массу клубеньков на протяжении всего периода вегетации (Таблица 1).

Таблица 1 - Влияние гербицидов и их смесей на эффективность симбиотической системы

Варианты	Фаза 3-х листков		Фаза цветения – начало бутонизации		Фаза образования бобов	
	Масса клубенько в (мг)	АФА мкмоль (растения х час)	Масса клубеньков (мг)	АФА мкмоль (растения х час)	Масса клубеньков (мг)	АФА мкмоль (растения х час)
Контроль	260 ± 30	8,3 ± 0,6	371 ± 27	11,8 ± 0,05	622,5 ± 41	6,4 ± 0,4
Зенкор (0,7 кг/га)	175 ± 16	3,6 ± 1,0	329 ± 21	7,6 ± 0,08	333 ± 30	4,2 ± 0,02
Трефлан 480 (5 л/га)	313 ± 45	5,5 ± 0,2	356 ± 35	8,6 ± 0,07	500,5 ± 45	8,0 ± 0,2
Дуал Голд (1,6 л/га)	262 ± 30	4,3 ± 0,7	323 ± 24	14,0 ± 0,5	686,5 ± 54	12,4 ± 1,6
Зенкор+ Трефлан 480	295 ± 40	3,0 ± 0,3	266 ± 18	9,6 ± 0,3	290 ± 14	2,8 ± 0,6
Зенкор+ Дуал Голд	350 ± 23	5,3 ± 0,8	578 ± 38	15,4 ± 0,01	778,5 ± 48	12,4 ± 0,1
Пивот (1 л/га)	302 ± 19	3,4 ± 0,3	260 ± 16	16,2 ± 0,7	619 ± 49	7,6 ± 1,8
Хармони (5,0 г/га)	246 ± 10	3,5 ± 0,1	307 ± 24	10,2 ± 0,05	552 ± 56	4,0 ± 0,04
Хармони (8,0 г/га)	225 ± 24	3,4 ± 0,1	481 ± 23	12,6 ± 0,4	503,5 ± 47	4,8 ± 0,2
Пульсар (0,75 л/га)	203 ± 27	1,8 ± 0,2	332 ± 25	18,4 ± 0,9	536 ± 25	6,0 ± 0,2
Хармони (5,0 г/га)+ Пульсар	114 ± 9	2,3 ± 0,4	318 ± 20	13,6 ± 0,08	631 ± 38	10,2 ± 1,4

В вариантах, где применяли зенкор и смесь зенкора с трефланом, суммарная масса клубеньков в период образования бобов была в 2 раза меньше по сравнению с контролем. Уменьшение массы клубеньков в этих вариантах осуществлялось за счёт задержки роста, средняя масса одного клубенька на период образования бобов была ниже, чем в контрольном варианте. Также наблюдалось уменьшение массы клубеньков на 13-20% в вариантах, где

применяли отдельно хармони и пульсар. В то же время, в варианте зенкор+дуал голд масса клубеньков на протяжении всей вегетации была большей, чем в контрольном варианте.

В результате проведенных исследований показано, что применение зенкора, трефлана, дуал голда и смеси зенкор + трефлан существенно угнетало азотфиксирующую активность корневых клубеньков в начале вегетации сои. Только при применении смеси зенкор + дуал голд ощутимого угнетения азотфиксирующей активности не наблюдалось. При обработке сои повсходовыми гербицидами азотфиксирующую активность снижалась непосредственно после обработки, особенно при применении смеси хармони + пульсар, но в последующие термины в этом варианте наблюдалось восстановление активности и даже её превышение по сравнению с контрольным вариантом.

В ходе проведенных вегетационных опытов показана зависимость интенсивности фотосинтеза сои от воздействия гербицидов и их смесей (Таблица 2). В фазе 3-х настоящих листьев у сои выше, чем в контроле интенсивность фотосинтеза обнаружили у растений в вариантах, где вносили отдельные гербициды ланселот и хармони. В то же время, применение смеси хармони + ланселот негативно повлияло на интенсивность фотосинтеза, практически уменьшило его интенсивность на 90%. Зенкор, как при отдельном внесении, так и при применении в смеси с трефланом ингибировал интенсивность процесса фотосинтеза.

Таблица 2 - Интенсивность фотосинтеза и показатели дыхания и транспирации в фазе 3-х настоящих листьев у сои при действии гербицидов и их смесей

Вариант	Фотосинтез CO ₂ /дм ² час	Дыхание CO ₂ /дм ² час	Транспирация CO ₂ /дм ² час
Контроль	28,9	2,8	2,1
Зенкор	24,1	2,5	2,9
Трефлан 480	27,5	2,5	1,7
Дуал Голд	37,8	2,9	3,0
Зенкор + Трефлан 480	24,8	2,3	2,5
Зенкор + Дуал Голд	26,3	2,4	1,8
Пивот	29,7	2,7	3,2
Хармони	32,1	2,1	2,2
Ланселот + ПАР Стаф	32,7	3,1	3,1
Хармони + Ланселот + ПАР Стаф	1,2	0,8	0,8
НВР _{0,95}	1,3	0,4	0,4

На упомянутых вариантах растения имели признаки фототоксичного действия препарата в виде пожелтения листовой пластинки. Растения, выращенные на варианте, где применяли дуал голд, характеризовались высоким уровнем интенсивности фотосинтеза. Применение смеси дуал голд + зенкор значительно улучшило этот показатель по сравнению с вариантом, где был применен только зенкор.

Результаты определения содержания фотосинтетических пигментов в основном коррелировали с показателями интенсивности фотосинтеза (Таблица 3).

Так, действие зенкора приводило к уменьшению содержания хлорофилла а и b и каротиноидов в пределах 43 - 48% по сравнению с контрольным вариантом. Применение смеси зенкор + дуал голд уменьшало ингибирующее действие зенкора на растения сои, повышая данные показатели в 1,9; 3,5 и 1,4 раза соответственно. Смесь зенкор + трефлан также приводила к повышению содержания пигментов по сравнению с отдельным применением зенкора, однако действие трефлана привело к угнетению развития корневой системы и уменьшению показателя азотфиксирующей активности.

При применении хармони в смеси с граминицидом изменения в содержании хлорофилла а и каротиноидов не коррелировали с показателем интенсивности фотосинтеза в

данном варианте. Лишь данные по определению содержания хлорофилла b совпадали с показателем интенсивности фотосинтеза при применении данной смеси гербицидов.

Таблица 3 - Содержание фотосинтетических пигментов в фазу бутонизации сои под действием гербицидов и их смесей

Вариант	Содержание пигментов (мкг/мг сыр. в.), $M \pm m$		
	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды
Контроль	1,87±0,06	0,67±0,02	0,66±0,04
Зенкор	1,06±0,09	0,35±0,27	0,36±0,02
Трефлан 480	2,05±0,19	0,18±0,03	0,69±0,06
Дуал Голд	2,16±0,19	0,72±0,14	0,66±0,05
Зенкор+Трефлан 480	2,10±0,35	0,55±0,09	0,69±0,12
Зенкор+Дуал Голд	2,07±0,34	1,22±0,15	0,49±0,05
Пивот	1,74±0,13	0,26±0,02	0,63±0,05
Хармони	2,06±0,05	0,36±0,04	0,74±0,05
Ланселот+ПАР Стаф	2,10±0,04	1,06±0,06	0,55±0,05
Хармони+Ланселот+ПАР Стаф	2,00±0,00	0,27±0,02	0,72±0,01

Таким образом, результаты исследований показали, что применение зенкора в смесях с дуалом голд или трефланом расширяет спектр контролируемых видов сорняков, что приводит к повышению эффективности защиты. Показано, что селективность относительно сои при применении смеси дуал голд с зенкором и хармони с пульсаром не уменьшается, а по отдельным показателям даже увеличивается при применении смеси по сравнению с действием отдельных препаратов.

Литература:

1. Бабич А., Борона В., Задорожний В. Борьба з бур'янами в посівах сої в Лісостепу України // Пропозиція. – 2001. – №1. – С. 54 – 55.
2. Грикун О. Захист посівів сої від шкідників, хвороб та бур'янів // Пропозиція. – 2005. – №6. – С.70 – 76
3. Зуза В.С. Толерантность культурных растений к гербицидам // Агрохимия. – 2006. – № 10. – С. 46 – 51.
4. Молдован В.Г. Залишкові кількості гербіцидів у зеленій масі змішаних посівів кукурудзи із зернобобовими культурами // Карантин і захист рослин. – 2007. - №9. – С. 15 – 17.
5. Мордерер Е.Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. – К.: Логос, 2001. – 240 с.
6. Мощук П.А., Артемчук Е.Г., Бегеба О.И. Применение гербицидов в посевах люцерны // Биологические ритмы. Мат. Междун. науч.-практ. конф. (Беловежская пуца, 26 – 28 апр., 1999). – С. 202–203.
7. Романов В.И. Энергетика симбиотической азотфиксации у бобовых и её связь с фотосинтезом // Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. – М.: Наука, 1983. – С. 92–121.
8. Секун М.П. Сумісне застосування пестицидів // Захист рослин. – 2004. – №7. – С. 27 – 28.
9. Ходеева Л.В., Мордерер Е.Ю., Мережинский Ю.Г. Особенности взаимодействия некоторых гербицидов в бинарных комплексах // Физиология и биохимия культурных растений. – 1991. – Т. 23, №3. – С. 286 – 290.
10. Яковлев В.В., Усенко В.И., Дробышева Н.И. Борьба с сорняками при возделывании сои // Земледелие. – 2003. – №1. – С. 28.
11. Defelice M. Shatter cane (*Sorghum bicolor*) control in soybeans (*Glicine max*) with preplant and postemergence herbicides // Weed Technol. – 1990. – 4. – P. 776 – 780.
12. Gebhardt M. Preemergence herbicides and cultivations for soybeans (*Glicine max*) // Weed Sci. – 1981. – 29. – P. 165].