

УДК 633.853.52:632.954

Синеговская В.Т., д-р с.-х. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, член-корр. Россельхозакадемии, ГНУ ВНИИ сои;

Душко О. С., науч.сотрудник ГНУ ВНИИ сои;

Иваченко Л.Е., канд. биол. наук, доцент, БГПУ

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ СОИ К ГЕРБИЦИДАМ

НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В статье приведены данные о влиянии гербицидов Базагран, Пивот, Пульсар и Бабиан на показатели флуоресценции хлорофилла и активность ферментов кислой фосфатазы и эстеразного комплекса. Изменение показателей квантового выхода флуоресценции хлорофилла и квантового выхода фотосинтеза при использовании гербицида контактного действия (Базагран на фоне Фронтъера) свидетельствует об их непродолжительном угнетающем воздействии на растения сои. Использование гербицидов системного действия (Пивот, Пульсар, Фабиан) выявило их стимулирующее влияние на работу фотосистемы II в листьях сои.

Выявлены изменения удельной активности кислой фосфатазы в листьях сои после обработки посевов гербицидами, по сравнению с контролем. Впервые установлено, что при использовании гербицидов по вегетирующим растениям происходит угнетение форм эстеразного комплекса по сравнению с контролем и увеличение удельной активности оставшихся форм фермента. Следовательно, устойчивость растений сои к гербицидам обеспечивается путем повышения удельной активности ферментов эстеразного комплекса, а не за счет количества их форм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СОЯ, ГЕРБИЦИДЫ СИСТЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ, УДЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ.

Sinegovskaya V.T., Dr. Agr. Sci., professor, the Honored worker of science of the Russian Federation, corresponding member of Russian agricultural academy;

Dushko O.S., science researcher at the State Scientific Institution

All-Russian Research Institute of soybean;

Ivachenko L.E., Cand. Biol. Sci., associate professor,

Blagoveshchensk State Pedagogical University

THE STUDYING OF STABILITY THE SOYBEAN PLANTS TO HERBICIDES USING MODERN PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL METHODS

The article presents data on the effect of herbicides Bazagran, Pivot, Pulsar and Babian on chlorophyll fluorescence indicators and enzyme activity of acid phosphatase and esterase complex. Changes of indicators of chlorophyll fluorescence quantum exit and the quantum exit of photosynthesis using the herbicide of contact action (Bazagran against Frontera) testifies to their short oppressing effect on soybean plants. Using the herbicides of system action (Pivot, Pulsar, Fabian) revealed their stimulating effect on work of photosystem II in soybean leaves.

Were revealed the changes of specific activity of acid phosphatase in soybean leaves after processing of crops by herbicides, compared with control. For the first time it was established that using herbicides on vegetative plants were an oppression of forms of an esterazny complex in comparison with control and increase in specific activity of the remained forms of enzyme. Consequently, the stability of soybean plants to herbicides is provided by increasing the specific activity of the esterase enzyme complex, and not by the number of forms.

KEY WODRS: SOYBEAN, HERBICIDE SYSTEM ACTIONS, THE SPECIFIC ACTIVITY OF THE ENZYME

Главная задача земледельца – получить как можно больше экономически выгодной растениеводческой продукции. Поскольку урожай формируется из продуктов фотосинтеза, то очень важно знать, как различные

факторы действуют на фотосинтетические процессы в растительном организме. При определении в полевых условиях показателей фотосинтетической деятельности по распространенному методу А.А.Ничипоровича

приходится вырывать растения из почвы [1]. Используя прибор MINI-PAM, можно быстро в живых растениях фиксировать фотосинтетические процессы, при этом растение остается целым и невредимым. Эта технология даже потеснила такие методики исследований и анализа, как измерение газообмена растений и интенсивности фотосинтеза. Флуоресценция хлорофилла может служить индикатором изменений на всех уровнях организации фотосинтетических процессов, поскольку хлорофилл является основным фоторецептором, улавливающим, поглощающим и передающим энергию квантов света в реакционные центры. Поэтому фотохимическую эффективность использования поглощенной энергии и её влияние на продукционные процессы можно определять с по-

мощью показателей флуоресценции хлорофилла. К ним относят квантовый выход фотосинтеза (Y), который характеризует количество усвоенных фотонов, расходуемых на фотохимические процессы от общего количества поступивших фотонов в систему, и квантовый выход флуоресценции (F) – количество фотонов, излученных в виде флуоресценции. Данные показатели позволяют судить об уровне интенсивности фотосинтетических процессов. В 2010–2011 гг. в опытах с применением гербицидов изучали флуоресценцию хлорофилла в листьях сои. Растения сои до обработки гербицидами не имели существенных различий по показателям квантового выхода флуоресценции хлорофилла (F) и квантового выхода фотосинтеза (рис.1, 2).

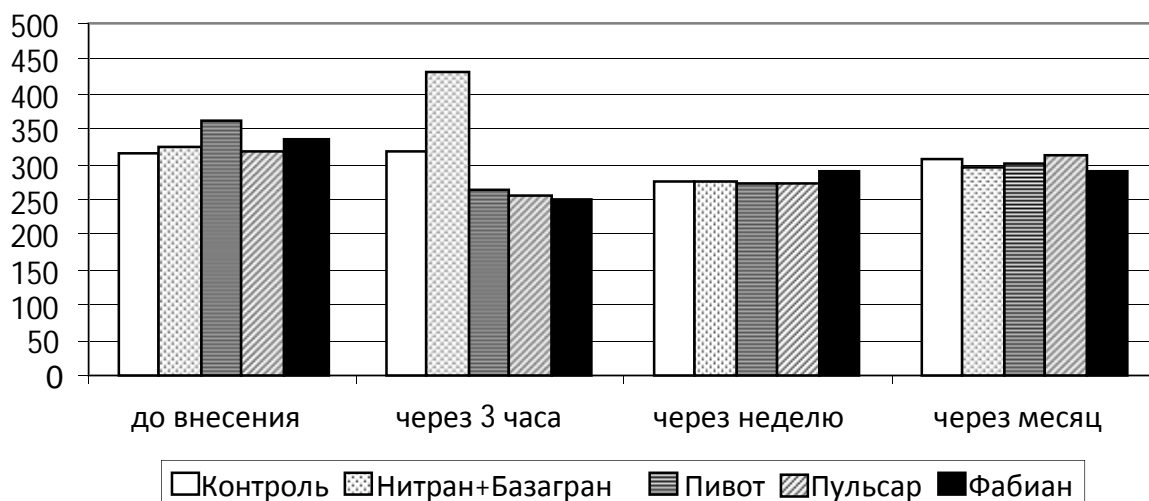


Рис. 1. Квантовый выход (F) флуоресценции хлорофилла в листьях сои

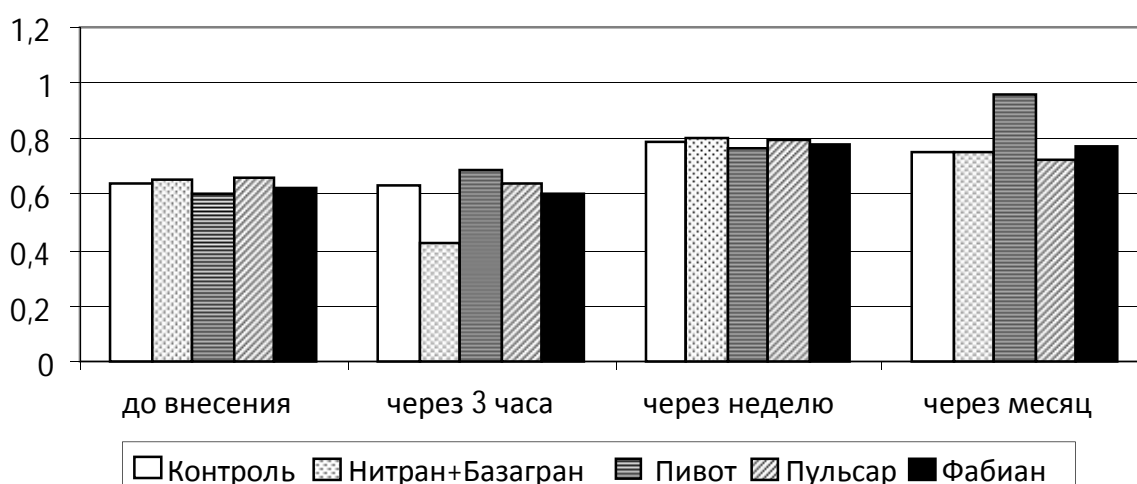


Рис. 2. Квантовый выход фотосинтеза (Y) в листьях сои

Через три часа после обработки посевов гербицидами произошли изменения в показателях работы фотосистемы II. Под действи-

ем Базаграна на фоне почвенного внесения Нитрана значительно возрос квантовый выход флуоресценции, а квантовый выход фо-

тосинтеза (Y) в листьях сои при этом снизился на 33% по сравнению с контролем. Следовательно, поглощение фотонов света хлорофиллом уменьшилось, что привело к угнетению фотосинтетических процессов в листьях сои (рис. 2). Вероятно, гербицид Базагран, обладая выраженным контактным действием, уничтожая двудольные сорные растения, проникает и в листья растений сои, оказывая отрицательное влияние на процессы фотосинтеза. Обработка растений гербицидами Пивот, Пульсар и Фабиан привела к снижению на 50 единиц показателя квантового выхода флуоресценции и некоторому увеличению квантового выхода фотосинтеза по сравнению с контролем. Следовательно, эти гербициды несколько стимулировали поглощающую активность хлорофилла. Поскольку Пивот, Пульсар и Фабиан – гербициды системного действия и передвигаются по проводящей системе более длительное время, то и в листьях сои, попадая в незначительных количествах, могут оказывать положительное влияние на процессы фотосинтеза, стимулируя активность хлорофилла.

Последующие измерения в течение вегетации (через неделю, месяц) не выявили существенных различий показателей квантового выхода флуоресценции по вариантам, что свидетельствует о способности растений сои стабилизировать работу фотосистемы после применения в посевах гербицидов. Исключение составил гербицид Пивот. Через месяц после его применения квантовый выход фотосинтеза был выше на 0,2 относ. ед. по сравнению с контрольным и другими вариантами, где применяли гербициды. Возможно, это обусловлено накопительной способно-

стью гербицида или более продолжительным периодом его воздействия на растение.

Таким образом, применение гербицидов в посевах сои вызывает изменения в фотохимических системах растений. Изменение показателей квантового выхода флуоресценции хлорофилла и квантового выхода фотосинтеза при использовании гербицида контактного действия (Базагран на фоне Фронтъера) свидетельствует об их непродолжительном угнетающем воздействии на растение сои. Использование гербицидов системного действия (Пивот, Пульсар, Фабиан) выявило их стимулирующее влияние на работу фотосистемы II в листьях сои.

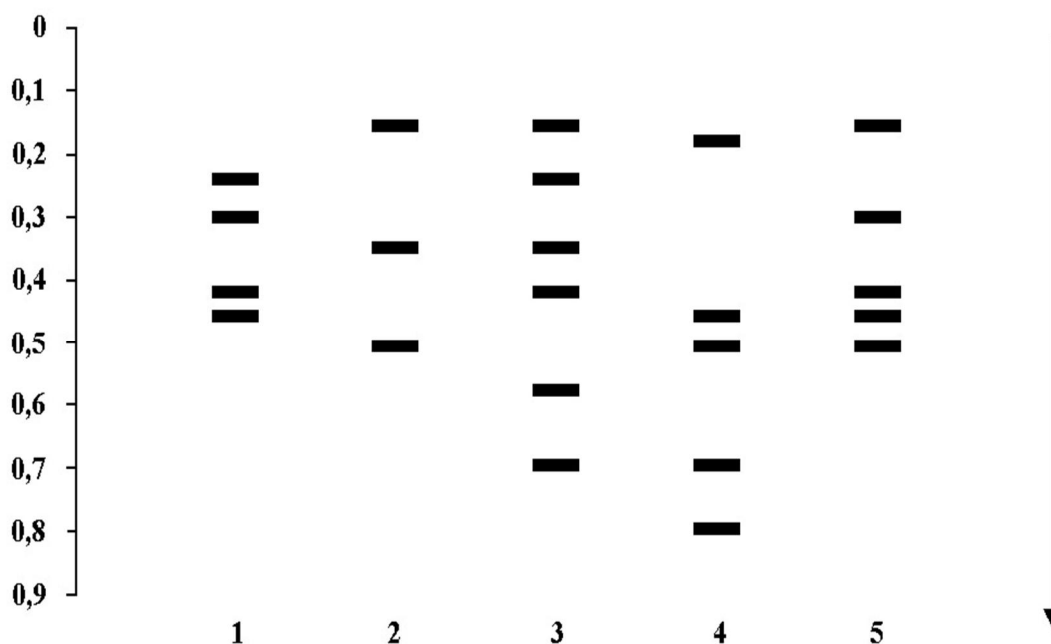
Изучение проблемы адаптации растений к условиям выращивания на биохимическом уровне позволяет вскрыть тонкие механизмы взаимоотношения организма с окружающей средой и сохранения гомеостаза. Как известно, универсальными катализаторами и регуляторами обменных процессов в живых организмах являются ферменты. Изменения в наборе ферментов под влиянием условий внешней среды в растениях сои до сих пор остаются мало изученными. Поэтому изучение влияния гербицидов на ферментативную активность кислой фосфатазы и эстеразного комплекса в листьях сои представляет научный интерес. Множественные формы ферментов определяли методом электрофореза в 7,5% полиакриламидном геле. Зоны активности выявляли гистохимическими методами [2]. Отмечены изменения удельной активности кислой фосфатазы в листьях сои после обработки посевов гербицидами по сравнению с контролем (табл.1).

Таблица 1

Удельная активность кислой фосфатазы в листьях сои сорта Гармония после применения гербицидов

Вариант	Удельная активность, ед./мг белка
Контроль, без обработки	0,0949 ± 0,0003
Пивот, 0,7 л/га	0,0843 ± 0,00016
Пульсар, 0,8 л/га	0,1002 ± 0,0014
Фабиан, 100 г/га	0,1209 ± 0,0061
Фронтъер, 1,2 л/га + базагран, 2 л/га	0,1204 ± 0,0031

Повышенная удельная активность фосфатазы отмечена в листьях растений сои после использования Фабиана и Базаграна на фоне почвенного гербицида Фронтъер. При использовании Фабиана активность кислой фосфатазы увеличивается, но ее гетерогенность при этом снижается до минимума (рис.3). Количество форм становится меньше, чем в контроле.



1 – Контроль; 2 – Фабиан; 3 – Пивот; 4 – Пульсар; 5 – Фронтьер+Базагран

Рис. 3. Электрофоретические спектры кислой фосфатазы в листьях сои сорта Гармония после применения гербицидов

Обработка посевов Базаграном на фоне Фронтьера приводит к увеличению как удельной активности, так и количества форм относительно контроля.

При использовании пульсара активность кислой фосфатазы сохраняется на уровне контроля, а количество множественных форм увеличивается до пяти. Наибольшая гетерогенность фосфатазы выявлена в листьях сои

при применении пивота – 6 форм, на одну форму меньше было в листьях сои после обработки посевов Пульсаром и Базаграном на фоне Фронтьера.

Удельная активность фермента эстеразного комплекса в листьях сои после обработки посевов гербицидами увеличилась в 3,7-4,5 раза по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2

Удельная активность эстеразного комплекса в листьях сои сорта Гармония после применения гербицидов

Вариант	Удельная активность, ед./мг белка	Количество форм
Контроль, без обработки	0,0078±0,0000	7
Пивот, 0,7 л/га	0,0342±0,0000	5
Пульсар, 0,8 л/га	0,0342±0,0000	4
Фабиан, 100 г/га	0,0256±0,0005	5
Фронтьер, 1,2 л/га+Базагран, 2 л/га	0,0288±0,0000	5

Максимальное количество форм (семь) эстеразы обнаружено в листьях сои контрольного варианта. В листьях растений, обработанных Пивотом, Фабианом и Базаграном, выявлено пять форм с высокой электрофоретической подвижностью, а обработанных Пульсаром – четыре формы. Таким образом, нами впервые установлено, что при обработке вегетирующих растений гербицидами происходит угнетение форм эстеразного комплекса, по сравнению с контролем, и увеличение удельной активности оставшихся

форм фермента. Следовательно, устойчивость растений сои к гербицидам обеспечивается за счет повышения удельной активности ферментов эстеразного комплекса, а не количества их форм. Изменение удельной активности ферментов и ингибирование их деятельности свидетельствуют о включении в действие биохимических механизмов адаптации, относящихся к «тонкой настройке», которая происходит быстро и не требует больших энергетических затрат. Образование новых форм кислой фосфатазы под влиянием

гербицидов Пивот, Пульсар и Базагран свидетельствует о включении «грубой настройки», связанной с образованием новых форм ферментов и требующей больших энергетических затрат на клеточном уровне.

Таким образом, применяя химические вещества для борьбы с сорняками, кроме финансовых затрат, человек вынуждает культурные растения включать различные механизмы адаптации к воздействию химических веществ, не свойственных растительному организму. При этом растения несут энерге-

тические затраты, что может привести к снижению их биологической продуктивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учёта в связи с формированием урожаев) / А.А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1961. – 135 с.
2. Методы изучения полиморфизма ферментов сои / Л.Е. Иваченко [и др.]. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 142 с.