

УДК 633.521: 631.527: 632.43

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Л.П. Кудрявцева, Н.А. Кудрявцев, Всероссийский НИИ льна

В настоящее время установлена возможность использования в целях индуцирования устойчивости растений к болезням веществ, обнаруженных в самих фитопатогенных микроорганизмах. При изучении биологических особенностей патогенов возникло понятие о сигнальных молекулах (индукторах-элиситорах), которые свойственны только фитопатогенам и отсутствуют в растении. К сигнальным молекулам относятся низкомолекулярные соединения, например, полиненасыщенные жирные кислоты типа арахидоновой и эйкозопентаеновой кислот при низких концентрациях порядка  $10^{-6}$ — $10^{-9}$  М.

Установлено [Ильинская, 1996], что под воздействием арахидоновой кислоты в высоких концентрациях ( $100$  мкг/мл, т.е.  $10^{-4}$  М и выше) происходит индукция локальной устойчивости, обусловленная образованием фитоалексинов. Воздействие арахидоновой кислоты в низких концентрациях ( $5$ — $10$  мкг/мл и ниже, т.е. порядка  $10^{-8}$  М) индуцировало системную устойчивость.

В настоящее время представляются наиболее изученными два типа ответных реакций высших растений на воздействие арахидоновой кислоты в различных концентрациях. Первый, возникающий под воздействием высоких концентраций, вызывает локальную устойчивость. Он краткосрочен и напоминает действие фунгицида, только фунгицидом является не экзогенно нанесенное соединение, а эндогенно образующиеся фитоалексины, типа ришитина. Второй, возникающий под воздействием низких концентраций, обеспечивает длительную системную устойчивость. В основе его лежит способность растительной ткани быстрее и интенсивнее реагировать на внедрение патогена.

Изучение биохимических основ механизма действия арахидоновой кислоты (в низких концентрациях) продолжается, однако некоторые элементы этого механизма уже очевидны. Выявлено [Озерецковская, 1994], что в клетках растений после воздействия арахидоновой кислоты происходит перестройка их ультраструктуры: возрастают количество лейкопластов с дифференцированной стромой и митохондрий, а также объем агранулярного эндоплазматического ретикулаума. В ответ на стрессор в обработанных элиситором тканях возрастает экспрессия генов, кодирующих оксипролинбогатые гликопротеины, активизируется метаболизм фенолов и липидов, возрастает и активность таких ферментов, как пероксидаза и липоксидаза.

Показано [Yan Dorp, 1971; Hammarstuom, 1985], что процессы окисления арахидоновой кислоты с помощью липоксигеназы до лейкотриенов и с помощью циклооксигеназы до простагландинов являются важными биорегуляторными механизмами разнообразных физиологических процессов. Ильинская (1996) считала, что арахидоновая кислота не взаимодействует с рецепторами растений, а встраивается в его мембраны, причем 90% экзогенно добавленной кислоты уже в течение первых двух часов обнаруживается в составе липидов, главным образом в виде фосфолипидов, тогда как 2—5% арахидоновой кислоты сразу же подвергается окислению. В данном случае фосфолипиды являются основными депо хранения, откуда арахидоновая кислота может постепенно высвобождаться под действием фосфолипаз, пролонгируя эффект.

Очеретиновой (1991) показано влияние арахидоновой кислоты на активность другой важной системы клеточных медиаторов — аденилатциклазы с возрастанием уровня

цикло-АМФ, которая может оказывать непосредственное влияние на цикло-АМФ-зависимые протеинкиназы, а те в свою очередь — вызывать экспрессию генов, участвующих в различных процессах активизации роста, дифференцировки и метаболизма клеток.

Следовательно, арахидоновая кислота является многоплановым регулятором активности клеток, а индуцируемая ею устойчивость у растений, связана со многими протекающими процессами.

Арахидоновая кислота, как элиситор, оказывает влияние на содержание свободных стероидов, обеспечивая формирование специфического иммунитета. Важной защитной реакцией растения против различных патогенов является дефицит стероидов, которые создаются в инфицированной ткани. Особенно зависим от стероидов процесс репродукции патогена. Если рост мицелия, например, возбудителя антракноза льна, мало ингибируется в отсутствие стероидов, то процесс спороношения патогена является облигатностероидозависимым. При изучении фитофтороза картофеля установлено, что это относится к образованию зооспор, для формирования плазматической мембраны которых стероиды совершенно необходимы [Канева и др., 1991].

Арахидоновая кислота обладает явно выраженным ростостимулирующим и ростформирующим действием. Так, при обработке семян препаратами, содержащими арахидоновую кислоту, ускоряется всхожесть растений, их рост в высоту и начало цветения, возрастает кустистость и площадь листовой поверхности. Такие препараты стимулируют процессы корнеобразования, процесс накопления сухого вещества происходит более активно, повышается озерненность колоса и масса зерна, активизируются процессы раневой репарации, химической, засухо- и морозоустойчивости растений [Кульнев и Соколова, 1997]. Спектр действия арахидоновой кислоты на молекулярном уровне эти авторы объясняют тем, что данный элиситор и его метаболиты оказывают влияние на процессы экспрессии не только генов защиты, но и генов, осуществляющих контроль за ростовыми факторами, факторами дифференцировки и развития.

Приобретенный иммунитет вырабатывается в результате обработки растений, семян вакцинами живых организмов или продуктами их жизнедеятельности, а также при обработке растений или семян некоторыми химическими соединениями. Результаты большинства исследований показывают, что успешная вакцинация (иммунизация) возможна при использовании слабовирулентных форм возбудителя. Однако приобретенный в результате вакцинации иммунитет быстро теряется и в большинстве случаев не передается по наследству.


В льноводстве испытаны защитные меры, связанные с использованием новых биологически активных веществ — иммунизаторов (активаторов устойчивости культурных растений к болезням и другим стрессорам). Разработанные меры применения на льне таких экологически и экономически приемлемых средств защиты растений отличаются невысокими затратами. Они предусматривают снижение норм расхода препаратов, совмещение химических и биологических компонентов, что обеспечивает не только рациональный фитосанитарный эффект, но и повышение количественных и качественных показателей урожая льнопродукции, снижение пестицидной нагрузки на окружающую среду.

Модернизированная система защиты льна предполагает обработку семян суспензиями иммунизаторов: Эль-1 (д. в. — арахидоновая кислота), Новосил, Мивал-Агро или Альбит (с добавлением пленкообразователя NaКМЦ) и опрыскивание посевов в фазе «елочки» льна рабочими растворами композиций химических (Ленок, Хвастокс Экстра\* или Гербитокс-Л, Багира или Хантер) и биологических (Эль-1, Новосил, Мивал-Агро или Альбит) средств защиты растений.

Хозяйственная эффективность рекомендуемых новых элементов рациональной технологии определяется тем, что варианты сочетания обработки семян (Эль-1, Новосил, Мивал-Агро или Альбит) и посевов (вышеназванными композициями химических и биологических препаратов) способствуют получению урожайности льнопродукции, достоверно превышающей уровень контроля (без обработки семян и посевов). В наших опытах при обработке семян наиболее эффективным оказалось использование Эль-1 (1 мл/т), а при опрыскивании посевов — Эль-1 (110 мл/га) + Ленок (3—4 г/га) + Хвастокс Экстра\* (0,5—0,6 л/га) + Багира (0,75—1,0 л/га) или Эль-1 (110 мл/га) + Ленок (4 г/га) + Гербитокс-Л (0,6 л/га) + Хантер (1,0 л/га).

В условиях производства высокие показатели урожайности льнопродукции (солома — 72,0—72,2 ц/га, семена — 7,4 и 7,7 ц/га) получены при сочетании обработки семян комбинацией препарата Эль-1 (1 мл/т) со стандартным протравителем семян ТМТД (в сниженной норме расхода — 2 л/т) и опрыскивании посевов комбинацией Эль-1 (10 мл/га) + Ленок (4 г/га) + Хвастокс Экстра (0,6 л/га) + Багира (1,0 л/га) или Эль-1 (10 мл/га) + Ленок (4 г/га) + Гербитокс-Л (0,6 л/га) + Хантер (1,0 л/га).

Рекомендуемые варианты обработки семян и посевов льна обеспечивают снижение содержания пестицидов в объектах природы, т.к. опасный для животных организмов протравитель семян (в частности, ТМТД) заменяется на практически безопасные биопрепараты, а при опрыскивании посевов снижаются нормы расхода гербицидов.

Экономический эффект (дополнительная прибыль) использования сочетания обработки семян препаратом Эль-1 и опрыскивания посевов им в композиции с гербицидами в сниженных нормах расхода составляет 2400 руб/га. Уровень рентабельности при использовании этой технологии — 578%, коэффициент ее энергетической эффективности — 8,4. 

## ИММУНИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА IMMUNITY IN PROTECTION SYSTEMS OF FLAX

### Резюме

Эксперименты показали, что иммунизация в системе защиты льна-долгунца обеспечивает не только эффективную защиту растений, но и сохраненный урожай льнопродукции, снижение пестицидной нагрузки на природу. Она включает обработку семян методом инкрустирования иммунизаторами (Эль-1, Новосил, Мивал-Агро или Альбит) и опрыскивание посевов композициями химических (Ленок, Хвастокс Экстра или Гербитокс-Л, Багира или Хантер в сниженных нормах расхода) и биологических (Эль-1, Новосил, Мивал-Агро или Альбит) средств. Эта технология широко реализована в производстве.

Ключевые слова: иммунизация, система защиты, сохраненный урожай.

The experiments have shown, that the immunity in protection systems of flax has supplied not only crop protection, but also preserved yield of flax produce, common ecological conditions. The technology includes seed treatment by incrustation method of biological means (El-1, Novosil, Mival-Agro or Albit) and crops treatment by mixture chemical (Lenok, Hwastox Extra or Herbitox-L, Bagira or Hanter of reduce norm) and biological (El-1, Novosil, Mival-Agro or Albit) means. The technology wide use of production.

### Ключевые слова

иммунизация, система защиты, сохраненный урожай

immunity, protection systems, preserved yield

\* Препарат не внесен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2009 год»