

УДК 547.732

## РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПЕСТИЦИДЫ – ИННОВАЦИОННАЯ АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ

**Кожич Д.Т.**, к.х.н., доцент, **Слонская С.В.**, к.х.н., доцент, **Арабей С.М.**, д.ф.-м.н., доцент  
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время массовое применение традиционных синтетических пестицидов признано во всем мире как один из ключевых факторов химического загрязнения окружающей среды. Такие негативные моменты, как постоянно увеличивающийся уровень их содержания в почве, грунтовых водах и продуктах питания, настойчиво требуют поиска инновационных решений, которые позволили бы снизить экологические риски для здоровья людей и окружающей среды [1]. Все больше альтернатив обычным пестицидам требуется современному сельскому хозяйству для борьбы с вредителями и болезнями.

В настоящее время ведутся многочисленные исследования в области разработки новых средств борьбы с вредителями, менее экологически опасных для человека и окружающей среды, например, таких как биопестициды, т.е. полученные из таких природных материалов, как животные, растения, бактерии и некоторые минералы. Они подразделяются на природные вещества (биохимические пестициды); микроорганизмы (микробные пестициды) и пестицидные вещества, продуцируемые растениями, содержащими добавленный генетический материал.

В настоящем сообщении рассмотрены пестициды, продуцируемые растениями, не содержащими добавленный генетический материал (биохимические пестициды), и в частности, гетероциклические и ненасыщенные соединения, которые относятся к фитоалексинам [2]. Последние быстро вырабатываются растениями в ответ на контакт с фитопатогеном [3] (экологический фактор, обуславливающий болезни растений) и занимают особое место в химической защите растений. Фитопатогенами могут быть вирусы, бактерии, грибы, насекомые, а также метеорологические факторы (резкие колебания температуры или влажности), токсические вещества и др.

Среди широкого круга биологически активных соединений, являющихся продуктами растительного биосинтеза, большой интерес проявляется к гетероциклическим соединениям, в том числе тиофенам и их ацетиленовым производным (рис. 1) [4, 5].

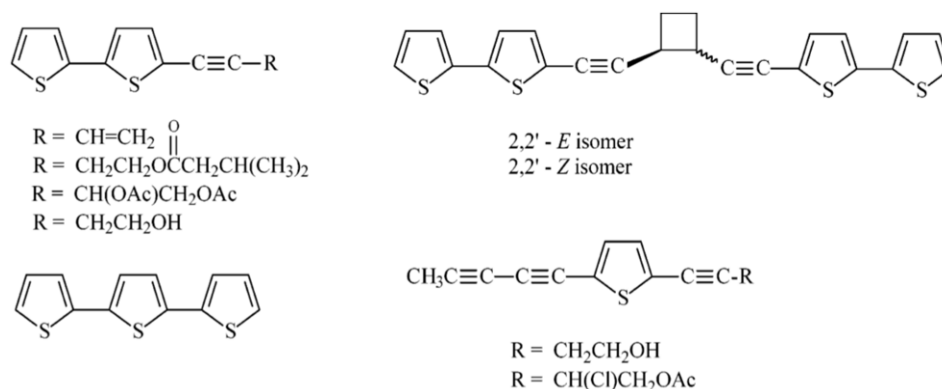


Рисунок 1 – Структуры биоактивных тиофенов

Данная экспериментальная работа нацелена на получение биоактивных тиофенов методами синтетической органической химии, т.е. когда нет возможности их выделения из растений ввиду отсутствия последних. В качестве объекта для синтеза были выбраны 2,5-диарилтиофены. Для этого осуществлен синтез целевых продуктов в две стадии (рис. 2). Первоначально путем окислительной димеризации в присутствии ацетата меди по Глазеру терминальные арилацетилены были трансформированы в 1,4-диарилбутadiины-1,3 (стадия 1). Далее в результате циклизации последних с помощью сульфида натрия (стадия 2) были получены целевые 2,5-диарилтиофены.

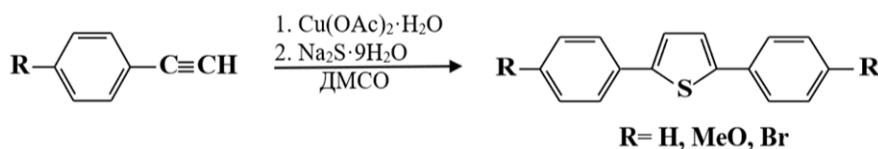


Рисунок 2 – Схема «one-pot» синтеза 2,5-диарилтиофенов без выделения промежуточных диенов

Современная стратегия органического синтеза носит инновационный характер и стремится к эффективности, простоте и экологичности предлагаемых синтетических методов с соблюдением основополагающих принципов «зеленой химии». Среди них широкое распространение получил метод «one pot» (в одном горшке), который позволяет осуществить несколько превращений в одном реакционном сосуде [6]. Применяв этот метод, в работе удалось реализовать поставленную цель без выделения промежуточных диенов. Подтверждением достоверности полученных соединений является соответствие их физических и спектрально люминесцентных свойств с литературными данными.

Концепция генетически модифицированных сельскохозяйственных культур не была одобрена общественностью по причине возможных негативных последствий и, вероятно, пока не сыграет преобладающей роли в борьбе с вредителями в ближайшем будущем. Поэтому наиболее инновационным подходом в борьбе с вредителями сельскохозяйственной продукции представляется использование растительных, генетически не модифицированных биопестицидов. Растения, водоросли и другие организмы синтезируют большое разнообразие природных биологически активных соединений, которые могут подавлять вредителей и болезни сельскохозяйственных культур. Биопестициды менее токсичны, чем обычные пестициды и обычно поражают только вредные организмы-мишени и близкородственные организмы, в отличие от широкого спектра традиционных пестицидов, которые могут неизбирательно воздействовать на живые организмы. Они, как правило, эффективны в очень небольших количествах и быстро разлагаются, что приводит к снижению их воздействия на окружающую среду и в значительной степени позволяет избежать проблем загрязнения, вызываемых обычными пестицидами. Именно поэтому в настоящее время им уделяется большое практическое внимание – их рассматривают в качестве заменителей традиционных синтетических химических средств защиты растений. Кроме того, изменения в международных законах и правилах, а также спрос потребителей на продукты питания без остатков пестицидов превращают биопестициды в востребованный и высокоэффективный способ защиты растений. Биопестициды полностью связаны с устойчивым, рациональным и экологически чистым сельским хозяйством, поскольку совместимы с окружающей средой.

#### Литература

1. Элисаторы и их применение в сельском хозяйстве / Ю.А. Соколов. – Минск: «Беларуская навука», 2016 – 201 с.
2. Экология растений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://myzooplanet.ru/ekologiya-rasteniy-knigi/fitoaleksinyi-19345.html>
3. Экологический словарь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/7632/ФИТОПАТОГЕН>
4. Коновалов, Д.А. Полиацетиленовые соединения растений семейства Asteraceae / Д.А. Коновалов // Хим. - фарм. журнал, 2014. – Т.48, № 9. – С. 36-59.
5. Antifungal Activity of Thiophenes from *Echinops ritro* / N. Fokialakis et al // J. Agric. Food Chem., 2006 – Vol. 54, No 5 – P. 1651-1655.