

тивное влияние на окружающую среду. В конечном итоге уменьшится себестоимость продукции. Основными элементами точного земледелия являются географические информационные системы, дистанционное зондирование земли, глобальные системы позиционирования, дифференцированное внесение материалов, оценка урожайности полей.

### **Заключение**

Точное земледелие – это процесс управления с целью получения максимальной прибыли, оптимизации сельскохозяйственного производства, рационального исследования природных ресурсов, защиты окружающей среды.

В Беларуси накоплен определенный научный и некоторый практический опыт по точному земледелию. Однако недостаток финансирования, отсутствие производства отечественной промышленностью навигационной аппаратуры, датчиков и исполнительных механизмов безусловно сдерживает практическое применение точного земледелия в РБ.

### **Список используемых источников:**

1. Развитие идей точного земледелия в Беларуси / Р.А. Афанасьев [и др.]// Плодородие. – 2008. – №6.
2. Информационные технологии, информационные измерительные системы и приборы в исследованиях сельскохозяйственных процессов // Материалы международной конференции "Агроинфо-2008". – Минск, 2008.
3. Мониторинг мелиорируемых земель на основе геоинформационных технологий / Арефьев Н.В. [и др.]// Мелиорация и водное хозяйство. — 2008. – №5.
4. Афанасьев Р.А. Дифференцированное применение удобрений – настоящее и будущее // Плодородие. - 2009. - №4.
5. Агрофизические и экологические проблемы сельского хозяйства в 21 веке / Под ред. В.П. Якушева т. 3. – СПб.: Официальное издание Жодинского филиала международной исследовательской организации по обработке почв, 2008.

УДК 547.732

### **АНАЛОГИ ПРИРОДНЫХ БИОПЕСТИЦИДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**Кожич Д.Т., канд. хим. наук, доцент,  
Слонская С.В., канд. хим. наук, доцент,  
Арабей С.М., д-р физ.-мат. наук, доцент**  
*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* Осуществлен препаративный «one-pot» синтез 2,5-дифенилтиофена и его метокси- и бромпроизводных. С учетом принципов «зеленой» химии синтез реализован с критериями экономии атомов, доступности и дешевизны реагентов.

*Abstract.* Preparative “one-pot” synthesis of 2,5-diphenylthiophene and its methoxy and bromo derivatives were realized. Taking into account the principles of “green” chemistry, the syntheses are implemented with criteria saving of atoms, availability and low cost of reagents.

*Ключевые слова:* дифенилтиофен, терминальный ацетилен, «one-pot» синтез, катализатор, биопестицид.

*Keywords:* diphenylthiophene, terminal acetylene, “one-pot” synthesis, catalyst, biopesticide.

### Введение

В настоящее время применение традиционных синтетических пестицидов признано во всем мире одним из ключевых факторов химического загрязнения окружающей среды. Это требует поиска инновационных решений, которые позволят снизить экологические риски для здоровья людей и окружающей среды [1].

Цель настоящего исследования – разработка препаративной и простой методики синтеза 2,5-дифенилтиофена (2,5-ДФТ) и его производных из доступных и дешевых реактивов, а также отвечающие принципам и критериям «зеленой» химии [2]. Эти соединения тиофенового ряда могут стать ключевыми компонентами (прекурсорами) для получения синтетических аналогов биопестицидов.

### Основная часть

Анализ литературных источников показал, что наиболее доступными и предпочтительными исходными соединениями для получения пятичленных гетероциклических соединений являются терминальные ацетилены (рисунок).

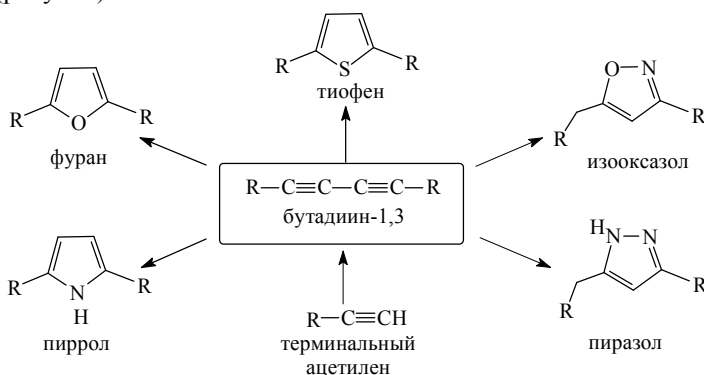


Рисунок – Схема основных стадий синтеза замещенных пятичленных гетероциклических соединений.

Две стадии синтеза замещенных пятичленных гетероциклических соединений, изображенные на рисунке, могут быть реализованы следующим

образом. Первоначально, путем окислительной димеризации в присутствии катализаторов, исходный терминальный ацетилен образует производное бутадиина-1,3 (первая стадия), которое путем циклизации (вторая стадия) дает конечный продукт.

*Методики синтеза 2,5-ДФТ и его производных.* Нами на основе принципов «зеленой» химии разработаны новые методики синтеза 2,5-ДФТ и его метокси-, бромпроизводных [3], которые упростили известные литературные двухстадийные синтетические подходы.

Вместе с тем, стремясь к эффективности, простоте и экологичности предлагаемых синтетических методов мы использовали синтетический «one-pot» метод (синтез в «одном сосуде»), который позволяет осуществить несколько превращений в одной реакционной емкости без выделения промежуточных продуктов [2]. В результате апробации этого метода в настоящей работе синтез 2,5-ДФТ и его производных был реализован без выделения и очистки промежуточных 1,4-дифенилбутадиина-1,3 и его замещенных.

Контроль над полнотой протекания «one-pot» синтеза и чистотой полученных веществ осуществлялся с помощью ТСХ, а также совпадением температуры плавления ( $T_{пл} = 147-149^{\circ}\text{C}$ ) с литературными данными. Дополнительным подтверждением достоверности структуры полученных соединений являлось соответствие их спектральных свойств (максимумы полос поглощения лежат в области 325-335 нм) литературным.

*Результаты и их обсуждение.* Методики синтеза 2,5-ДФТ и его производных, реализованные и описанные в настоящей работе, имеют ряд преимуществ по сравнению с описанными в литературе:

- исключено использование экзотических и дорогостоящих катализаторов (палладий или иридий);
- реакции проведены при температурах  $20 < t < 100^{\circ}\text{C}$ ;
- не требуется проведения реакций в абсолютных средах;
- использована замена стадии экстракции конечных продуктов на их высаживание водой;
- стадии синтеза исключают образование изомерных и побочных продуктов;
- выходы продуктов на обоих стадиях не менее 60%.

Апробированный в работе «one pot» метод синтеза дифенилтиофенов можно рассматривать в качестве альтернативного, наиболее соответствующего принципам и критериям «зеленой» химии.

### **Заключение**

Реализован препаративный «one pot» синтез 2,5-ДФТ с учетом критериев экономии атомов, доступности и дешевизны реагентов. «One-pot» методика позволила исключить стадию выделения промежуточного продукта и достичь высокого выхода конечного продукта.

### Список использованной литературы

1. What are Biopesticides? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>.
2. Anastas, P. T. Green chemistry: theory and practice / P.T. Anastas, J.C. Warner. – Oxford University Press, 2000. – 135 p.
3. Кожич Д.Т., Арабей С.М., Слонская С.В. Фитоалексины: свойства, получение и практическое применение // Материалы Респ. научно-практ. конф. «Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе», 19 ноября 2019 г., Минск, 2019 – С. 128–129.
4. Hayashi, Y. Pot economy and one-pot synthesis / Y. Hayashi // Chemical Science. – 2016. – Vol. 7, No. 2. – P. 866–880.

УДК 631.47.3.072

## ПУТИ КОНСТРУКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ БОКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛУГА

**А.В. Нагорный, старший преподаватель**

*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* В статье представлено перспективное направление в области совершенствования основной обработки почвы для уменьшения тягового сопротивления.

*Abstract.* The article presents a promising direction in the field of improving basic tillage to reduce traction resistance.

*Ключевые слова:* отвальная вспашка, конструкция плуга, основная обработка почвы, уменьшение тягового сопротивления.

*Keywords:* moldboard plowing, construction of the plough, primary tillage, the reduction of traction resistance.

### Введение

Отвальная вспашка – это радикальное средство борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. При возделывании с.-х. культур обработка почвы составляет до 45% всех энергетических затрат на производство продукции растениеводства. Из всех операций механической обработки почвы до 50% энергетических затрат составляет вспашка.

### Основная часть

Снижение энергоёмкости вспашки – это, прежде всего снижение тягового сопротивления плугов, что является актуальной проблемой [1]. В принятой в Республике Беларусь Государственной программе «Энерго-сбережение» на 2016–2020 годы необходимо обеспечить объем экономии