

## МОНИТОРИНГ И МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПОЧВООБИТАЮЩИХ ВИРУСОВ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

*Звягинцева Дарья Дмитриевна, аспирант кафедры защиты растений, факультет агрономии и биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, dzvyaginseva@gmail.com*

*Белошапкина Ольга Олеговна, д.с.-х.н., профессор кафедры защиты растений, факультет агрономии и биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, beloshapkina@rgau-msha.ru*

**Аннотация:** почвообитающие вирусы зерновых культур - широко распространённые, вредоносные и трудноискореняемые патогены. Наиболее надёжный метод диагностики этих вирусов – обратная транскрипция – полимеразно-цепная реакция (RT-PCR). Эффективными мерами борьбы являются выведение устойчивых сортов и карантинные мероприятия.

**Ключевые слова:** зерновые культуры, вирусы, *Polymyxa graminis*, *Furovirus*, *Bymovirus*.

Почвообитающие вирусы (soil-borne virus) являются одной из наиболее вредоносных и трудноискореняемых групп патогенов злаковых зерновых культур. Впервые вирус этого типа был описан в США в 1919 году на пшенице, и в 1923 году он получил название – почвообитающий вирус мозаики пшеницы, *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV) [1]. Позже вирусы, передающиеся через почву, были выявлены в посевах зерновых в ряде стран Европы: в Германии, Польше, Италии, Франции, Бельгии и Великобритании [3]. Также почвообитающие вирусы обнаружены в Индии, Африке, Южной Америке, Японии и Австралии [1]. В России с 2005 года вирусы этой группы были обнаружены в Оренбургской [2], Самарской и Ярославской областях [1].

Вирусы пшеницы и ячменя, такие как почвообитающий вирус мозаики пшеницы *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV), вирус веретеновидной полосчатой мозаики пшеницы *Wheat streak mosaic virus* (WSSMV), почвообитающий вирус мозаики злаков *Soil-borne cereal mosaic virus* (SBCMV), вирус жёлтой мозаики ячменя *Barley yellow mosaic virus* (BaYMV) и вирус слабой мозаики ячменя *Barley mild mosaic virus* (BaMMV) принадлежат к двум родам, *Furovirus* семейства *Virgaviridae* и *Bymovirus* семейства *Potyviridae*. К основным их симптомам относятся розеточная карликовость и системная мозаичность листьев, а также некроз концевой части листа [1]. По разным оценкам потери урожая растений с такими симптомами достигают 80%, в зависимости от устойчивости сорта, штамма вируса и погодных условий, а также сроков сева. Кроме того, пораженные озимые культуры хуже перезимовывают.

Переносчиком вирусов и основным их резерватом, кроме многолетних растений семейства Мятликовые, является грибоподобный организм *Polymyxa graminis* из отдела Plasmodiophoromycota. Это эукариотический облигатный паразит, живущий в тканях корней растений и образующий зооспоры и цисты, для которого благоприятны невысокие положительные температуры и высокая влажность [4]. Соответственно, наиболее интенсивно зооспоры поражают растения ранней весной. Озимые зерновые особенно уязвимы к заражению *Polymyxa graminis*, тогда как яровые, высеваемые позже, уходят от заражения. Очаги поражения на полях обычно приурочены к понижениям рельефа, отличающимся повышенной влажностью.

Внешние признаки проявления заболеваний, вызываемых различными вирусами, схожи между собой. Кроме того, эти симптомы легко принять за проявления других инфекционных или неинфекционных болезней. Поэтому визуальный метод диагностики не подходит для идентификации почвообитающих вирусов в ходе агроэкологического мониторинга. Надежными, хоть и сложными и дорогостоящими методами являются иммуноферментный анализ (ELISA) и полимеразно-цепная реакция с обратной транскрипцией (RT-PCR) с последующим анализом продуктов в агарозном геле. При помощи последнего метода в 2013 году в Оренбургской области был детектирован почвообитающий вирус мозаики пшеницы [2], относящийся к группе фурувирусов. Эти методики идентификации почвообитающих вирусов зерновых в настоящее время отрабатываются и совершенствуются с нашим участием в ФГБУ ВНИИКР. Наиболее перспективным представляется метод RT-PCR с использованием родо-специфичных праймеров, специфичных к вирусам определённого рода – в данном случае *Furovirus* либо *Vymovirus*. Полученный продукт реакции в дальнейшем подвергают анализу в агарозном геле и, при необходимости, секвенированию для точной идентификации выявленного вируса. Такой подход позволяет при помощи одного набора инструментов выявлять целую группу вирусов. Сложность заключается в подборе оптимальных праймеров, реактивов и условий проведения реакции.

Важным методом мониторинга и идентификации вирусов этой группы является обнаружение переносчика и резерватора рассматриваемых вирусов - псевдогриба *Polymyxa graminis*. Для выявления этого организма в исследуемых образцах почвы выращивают зерновые культуры, уязвимые к паразиту. Споры и плазмодии гриба можно обнаружить в образцах корней таких растений при помощи световой микроскопии. Также для идентификации *Polymyxa graminis* используют RT-PCR с последующим секвенированием [4].

Покоящиеся споры *Polymyxa graminis* устойчивы к внешним неблагоприятным воздействиям и могут сохраняться в почве до 30 лет [1]. Следовательно, такие меры борьбы с заболеваниями, как химическая борьба с переносчиком и севооборот не являются эффективными. Перспективным представляется выведение устойчивых сортов, в том числе на основе существующих, таких как Choc, Rafale (Франция); Leopold (Австрия); Susquehanna, Norkan (США); Казачок, Волга-Дон (Волгоград); КНИИСХ 756, Быстрица, Селянка, КНИИСХ 8 (Краснодар); Мироновская 34, Василина

(Украина); Оренбургская 14, Безор 2 (Оренбург); Северодонская 14 (Ростов). В ходе исследования соортообразцов коллекции ВНИИР на этих сортах пшеницы не было обнаружено визуальных признаков поражения вирусными заболеваниями [2].

Также необходимы карантинные меры, препятствующие распространению почвообитающих вирусов в новые регионы.

### **Библиографический список**

1. Богоутдинов, Д.З. Вирусные заболевания зерновых культур в Самарской области / Д.З. Богоутдинов, Т.Б. Кастальева, Н.В. Гирсова // Вестник Оренбургского Государственного Университета. 2017. № 4(204). С. 46-52.

2. Глинушкин, А.П. Диагностика вирусных симптомов у сортообразцов озимой пшеницы из коллекции ВНИИР / А.П. Глинушкин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2013. №2. С. 24-26.

3. Jezewska, M. Studies on cereal soil-borne viruses in Poland / M. Jezewska, K. Trzmiel // Journal of plant protection research. 2010. Vol. 50, №4. С. 527-534.

4. Ketta, H. First Report of Polymyxagraminis f. sp. temperata, a Vector of Soilborne Cereal Viruses in the Czech Republic / H. Ketta, M. Zouhar, P. Rysanek // Plant disease. 2011. № 95(3). С. 353

УДК 551.502.4

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Салмин Андрей Сергеевич, аспирант кафедры метеорологии и климатологии, факультет агрономии и биотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, adotsalmin@gmail.com*

**Аннотация:** Рассмотрена возможность применения градиентного бустинга, в прогнозировании озимой пшеницы, относительно условий Ростовской области. Прогнозная модель строилась на основе метеорологической информации, данных NDVI, и урожайности полученных за период с 2000 по 2019 гг. Относительная ошибка модели составила 18%.

**Ключевые слова:** Озимая пшеница, машинное обучение, градиентный бустинг, NDVI, ГТК (им. Селянинова).

На фоне современных тенденций глобальных изменений климата, увеличивается потребность в информировании о складывающихся агрометеорологических условиях и установлении количественных, а также качественных взаимосвязей между зарегистрированными флуктуациями климата и продуктивностью агроландшафта [1]. Возможность проведения оценки ожидаемых условий вегетационного периода сельскохозяйственных растений, позволяет организовать превентивные меры по минимизации ущерба