

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗАЩИТЫ И КАРАНТИНА РАСТЕНИЙ ИМЕНИ ЖАЗКЕНА ЖИЕМБАЕВА»
(ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева»)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по прогнозированию распространения и эффективным
методам контроля септориоза в Казахстане**



Алматы, 2023

УДК 632.488/9 (574)

ББК 44.1

К 58

Рецензент:

Бекежанова М.М. - ведущий научный сотрудник отдела регистрации пестицидов ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», к.с.-х.н.

Авторы: Кожабаева Г.Е., Копирова Г.И., Шоканова А.Ш., Динасилов А.С., Касембаева Н.К., Успанов А.М., Ниязбеков Ж.Б.

К58 Методические указания по прогнозированию распространения и эффективным методам контроля септориоза в Казахстане / Г.Е. Кожабаева, Г.И. Копирова, А.Ш. Шоканова, А.С. Динасилов, Н.К. Касембаева, А.М. Успанов, Ж.Б. Ниязбеков. - Алматы: Нур Принт, 2023. - 35 с.

ISBN 978-601-81057-8-4

В методических указаниях представлена методика прогноза септориоза. Представлена информация по географическому распространению, повреждаемым культурам, биологии, морфологии, вредоносности, распространения, источникам инфекции, методам выявления и идентификации болезни, методам борьбы. Многолетний вид прогноза септориоза был разработан специалистами института на основе анализа распространения и развития болезни основного зерносеющего региона Казахстана - Акмолинской области в соответствии с погодно-климатическими условиями анализируемого региона в течение 40 лет, с 1981 по 2022 гг. Построение прогностических моделей основывалось на алгоритмах ауторегрессионного анализа временных рядов и множественной регрессии, а именно – SARIMAX (Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Average with eXogenous Variables) – сезонная интегрированная модель ауторегрессии с экзогенными переменными, являющейся модификацией методологии Бокса-Дженкинса (Asteriou & Dimitros, 2011).

Методические указания предназначены для специалистов по защите и карантину растений, специалистов службы фитосанитарной диагностики и прогнозов, научных работников, преподавателей и студентов учебных заведений аграрного профиля.

Методические указания финансировались МСХ РК и разработаны в рамках выполнения проекта ПЦФ на 2021-2023 гг.: БП 267, по научно-технической программе BR 10764960 «Разработка и совершенствование интегрированной системы защиты плодовых, овощных, зерновых, кормовых и бобовых культур и карантина растений».

Методические указания рассмотрены и одобрены Ученым советом ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева» (Протокол № 5 от «13» октября 2023 года).

УДК 632.488/9 (574)

ББК 44.1

ISBN 978-601-81057-8-4

© Кожабаева Г.Е., Копирова Г.И.,
Шоканова А.Ш., Динасилов А.С.,
Касембаева Н.К., Успанов А.М.,
Ниязбеков Ж.Б., 2023
© Нур Принт, 2023

Введение

Зерновое производство является основной стратегически важной отраслью растениеводства в Казахстане, а проблема микробиологического заражения зерна продолжает оставаться глобальной в мировом масштабе.

Фитопатогенные микроорганизмы, в частности септориоз, на посевах пшеницы вызывают различные болезни, что ведет к снижению урожайности и качества зерна. Впервые септориоз на пшенице был обнаружен А.А. Ячевским [1] в Тульской, Воронежской областях, а в 1914 г. А.С. Бондарцевым [2] в Туркестане и Крыму. Позже появились сведения о распространении септориоза в Новосибирской области [3]. На данный момент септориоз является одним из самых вредоносных фитопатогенов зерновых культур. Проявляется ежегодно в различной степени с поражением от 5-10 до 50-100% растений, болезнь снижает урожай на 20-30% и более [4].

Септориоз проявляется почти на всех злаковых культурах, но особенно в районах с достаточным увлажнением и поражает не только зерновые культуры, но также зернобобовые, масличные, плодово-ягодные и овощные [5]. Септориоз пшеницы проявляется на листьях, стеблях и колосьях в виде светлых, желтых и бурых пятен, иногда с темным ободком. На поверхности пятна образуются мелкие черные пикниды. Мицелий гриба развивается в тканях растения, формируя под эпидермисом пикниды с пикноспорами. Созревшие пикноспоры выталкиваются под действием осмотического давления, разрывая эпидермис ткани [6].

Септориоз распространяется с каплями дождя и потоками воды. Болезнь приводит к преждевременному засыханию листьев и щуплости зерна. Основными источниками инфекции септориоза являются растительные остатки, находящиеся на поверхности почвы и стерне, где гриб перезимовывает [7].

Септориоз встречается почти на всех зерносеющих регионах Казахстана, в наибольшей степени поражает посевы озимой и яровой пшеницы, на которой в основном распространены два вида возбудителя: *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous, *Septoria tritici* (Rob. et Desm.) [8].

В южном и юго-восточном Казахстане налив зерна озимой пшеницы происходит при низкой относительной влажности воздуха (30-40%) и поэтому заражение септориозом не происходит. В северных областях республики во влажные годы (относительная влажность воздуха 65-70% и более) на колосковых пленках пшеницы происходит формирование зрелых пикнид и пикноспор гриба *P. nodorum* и возможно заражение семян. Однако наблюдения за развитием болезни на посевах показали, что она обычно проявляется в период трубкования–колошения растений от инфекции, сохраняющейся на пожнивных остатках. В более ранние фазы развития растений, как правило, признаков поражения болезнью не наблюдается [9].

Ч.А. Алипбековой с соавторами [10] в Восточно-Казахстанской области определен видовой состав возбудителей септориоза на пшенице. Выявлены 4 вида возбудителей: *Parastagonospora nodorum* (93,5%) и реже *Septoria avenae sp. tritici*, *Septoria triticolica* и *Septoria tritici*. Более интенсивное развитие болезни (60%) происходило в Глубоковском и Зыряновском районах. Установлено, что восточно-казахстанская популяция патогена характеризуется высокой споруляцией и патогенностью.

Для успешной борьбы с болезнями пшеницы весьма продуктивным является их своевременный прогноз с учетом многолетних агрометеорологических и фитосанитарных данных. Прогнозирование развития и вредоносности болезней является одним из основных элементов интегрированной защиты растений. Оно необходимо для определения возможных потерь урожая, экономической целесообразности и сроков проведения мероприятий. В последние годы для составления сезонного и многолетнего прогнозов развития болезней сельскохозяйственных культур широко применяются ЭВМ, различные математические модели, а также приборы, регистрирующие погодные условия. Основными компонентами многих прогнозирующих систем являются мониторинг болезней, создание информационного банка данных и их обработка, конкретные рекомендации по защите культур от вредных видов. В связи с этим, методические указания по прогнозированию распространения септориоза на посевах пшеницы в Казахстане является актуальным.

Часть 1 Общие сведения о септориозе пшеницы

1.1 Таксономия и систематика

Возбудитель: грибы *Septoria tritici* (Robert et Desmazier 1842, 1975), *Parastagonospora nodorum* (Berkeley, 1845, 2013) Quaedvl., Verkley & Crous.

Систематическое положение: Fungi: Basidiomycota: Deuteromycetes: Sphaeropsidales (Pucciniales): Sphaeopsidacea: *Septoria*.

Общепринятые названия: бидайдың септориозы (каз.); септориоз пшеницы (рус.); septoria disease of wheat (англ.), leaf (or glume) blotch of wheat (septoria) (англ.), septoriose of wheat (англ.), speckled blotch of wheat (англ.); blattfleckenkrankheit, weizen (septoria) (нем.), braunfleckigkeit, weizen (нем.), spelzenfleckigkeit, weizen (нем.), weizenblattflecken (нем.); nuile du blé septoriose du blé taches foliaires du blé (septoria) (фр.), taches sur les glumes du blé (фр.).

Синонимы: *Parastagonospora nodorum*: *Depazea nodorum* Berkeley, 1845; *Hendersonia nodorum* Berkeley, 1947; *Septoria nodorum* Berkeley, 2013; *Stagonospora nodorum* Berkeley, 1977.

Septoria tritici: *Mycosphaerella graminicola* F. Suffert; *Zymoseptoria tritici* Desm. Quaedvlieg & Crous, 2011; *Sphaeria graminicola* Fuckel, 1578 (1865); *Sphaerella graminicola* Fuckel, 1870.

1.2 Географическое распространение болезни

Септориоз распространен во всех странах, где выращивают пшеницу, и является серьезной проблемой для многих регионов. По имеющимся сведениям, септориоз на зерновых культурах распространен более чем в 50-ти странах мира.

Заболевание пшеницы септориозом встречается повсюду, но наибольший вред болезнь наносит посевам в южных странах (в Индии, Румынии, Испании, Италии, южных районах Америки, Африки и т. д.). Кроме того, он распространен в странах ближнего зарубежья, в частности, на Украине, в России, Белоруссии, Прибалтике, Молдавии, Грузии, Армении, Казахстане, в республиках Средней Азии [11].

1.3 Растения-хозяева

Хозяевами возбудителя септориоза пшеницы являются культурные и разные дикие виды злаковых растений. Возбудители этой болезни зерновых культур относятся к классу аскомицетов. *Septoria tritici* сохраняется на пожнивных остатках, и для развития инфекции нуждается в длительных периодах сохранения влажности листьев. В процессе вегетации поражение наступает, как правило, раньше, чем поражение грибом *Parastagonospora nodorum*. Первый из них поражает, в основном, листья, а второй - колос, хотя, практически *Parastagonospora nodorum* способен поражать все надземные органы. Оба вида часто можно обнаружить на одних и тех же полях и даже растениях [12].

1.4 Вредоносность болезни

Септориоз – очень вредоносное заболевание, снижающее фотосинтетическую активность растений, вызывающее недоразвитость колосьев, что в годы эпифитотий приводит к снижению урожая зерна на 40-50% [13].

Патоген поражает преимущественно листья пшеницы, реже влагалища листьев и стебли. Заражённые растения заметно отстают в росте, кустятся сильнее остальных, у них укорачивается колос, сокращается число зерен в колосе. При развитии септориоза листьев в фазу кущения на уровне более 30% возможны потери урожайности более 50%. При таком же развитии болезни в фазу колошения потери составят 5-8%, а в фазу налива зерна - всего 1%. Мицелий септории растет в живых тканях растения, но формирование спор происходит уже в отмерших тканях.

На пшенице периодически эпифитотии септориоза наблюдали в Западной и Восточной Европе, в США, Австралии, в странах Центральной и Южной Америки, Ближнего Востока [14]. Так, в Германии, являясь одним из самых известных и вредоносных заболеваний этих культур, он вызывает потери урожая до 25-30%, а при благоприятных для патогена условиях – до 46% [15]. В Великобритании септориоз давно стал преобладающим листовым патогеном пшеницы, поскольку в эпифитотийные годы потери урожая здесь достигают 65% [16]. Во Франции отмечалось снижение урожая на 10% при слабом развитии септориоза и на 25%

- при сильном [17]. В США во время эпифитотий отдельные сорта пшеницы теряли до 30-60% зерна. В некоторых штатах болезнь причиняла убыток фермерским хозяйствам в размере 3 миллионов долларов ежегодно [18]. Литературные данные свидетельствуют, что септориоз повсеместно встречается на посевах пшеницы в странах Восточной Европы [19].

1.5 Источники инфекции, пути и способы распространения болезни

В Казахстане, при возделывании пшеницы с переходом к энергосберегающей технологии, на производственных посевах ежегодно накапливаются инфекции септориозной пятнистости листьев и колосьев [7].

Зимуют пикниды грибов главным образом на остатках пораженных растений, находящихся на поверхности почвы, а также на всходах озимых зерновых культур. Иногда источником инфекции могут быть зараженные семена (особенно озимых культур). При повышенной температуре и большой сухости воздуха жизнеспособность пикноспор может сохраняться более трех месяцев. При септориозе уменьшается ассимиляционная поверхность листьев, отмечаются недоразвитость колоса и преждевременное дозревание хлебов.

Природными резерватами инфекции септориоза для пшеницы могут служить дикорастущие и культурные растения из семейства злаковых и двудольных, в частности лебеда, сурепка [20].

Установлено, что гриб *Parastagonospora nodorum* имеет широкую специализацию и поражается им более 20 видов злаков: райграс высокий (*Arrhenatherum elatius* J. et C. Presl), эгилопс цилиндрический (*Aegilops cylindrica* Host), кострец безостый (*Bromopsis inermis* Holub), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), а также ячмень и рожь. При инокуляции грибом овса и проса наблюдается развитие пятнистости без образования пикнид [21].

В Восточно-Казахстанской области проявление и развитие септориоза зависит от погодных условий вегетационного периода. Во влажные годы развитие болезни достигает максимального

уровня - сильной степени, а в засушливые годы не превышает (ЭПВ) слабой степени развития [11].

1.6 Биологические особенности *Septoria tritici*, *Parastagonospora nodorum*

Возбудитель септориоза *Septoria tritici* поражает листья, *Parastagonospora nodorum* – все надземные органы пшеницы. Болезнь распространена в условиях избыточной и высокой влажности воздуха.

Максимальное развитие септориоза пшеницы наблюдается в период налива зерна при температуре 14-22°C и относительной влажности выше 90%. Поражаются листья, стебли и колос, на котором образуются удлиненные пятна разного цвета – светлые, бурые, желтые, светло-бурые, с темной окантовкой или без нее. На поверхности пятен образуются черные мелкие пикниды.

В период вегетации септориоз пшеницы распространяется пикноспорами. Наиболее интенсивное поражение происходит при дождевой погоде и при высокой влажности воздуха, что способствует высвобождению пикноспор из пикнид [11].

Сравнение биологических особенностей *Parastagonospora nodorum* и *Septoria tritici* на фазе освоения экологических ниш выявило следующие их различия: при прочих равных условиях пикноспоры *Parastagonospora nodorum* прорастают в 8-10 раз быстрее, что дает им преимущество в первичном освоении тканей растений-хозяев.

Часть 2 Выявление и идентификация *Septoria tritici*, *Parastagonospora nodorum*

Первые признаки поражения септориозом появляются на всходах в виде бурых полос пятен или побурения колеоптилей и основания первых листьев. При наличии благоприятных условий болезнь быстро продвигается с нижних листьев на верхние, затем переходит на колос и поражает зерно. Периодом наиболее интенсивного развития и высокой вредоносности болезни являются фазы колошения и цветения.

Для контроля фитосанитарной обстановки наблюдают за посевами весь вегетационный период. Для определения сроков

применения фунгицидов обследования начинают с момента полного формирования третьего сверху листа и продолжают до фазы цветения [22, 23]. Оценку пораженности следует проводить в 10 точках поля по диагонали, осматривая подряд, без выбора 10 стеблей, оценивая пораженность каждого листа (колоса) в процентах по шкале Джеймса [24].

2.1 Симптомы болезни

Септориоз пшеницы проявляется в течение всего вегетационного периода, начиная с фазы двух-трех листьев, и в период вегетации обнаруживается на всех надземных частях растений пшеницы.

Первые симптомы септориоза появляются осенью на нижних листьях озимой пшеницы в виде овальных желтых, постепенно буреющих пятен. Со временем центр пятен становится пепельно-серым с хорошо заметными темно-коричневыми точками — пикнидами гриба. Осенью пикниды чаще формируются на листьях, стелющихся по земле. При повышенной влажности воздуха количество пятен быстро увеличивается — они сливаются и покрывают весь лист. Такие листья отмирают еще осенью.

При поражении листового влагалища на нем образуются хлоротичные, вытянутые в длину пятна, которые вскоре приобретают бурую окраску. Часто пятна, увеличиваясь, охватывают все листовое влагалище (рисунки 1-3).



Рисунок 1 - Листья пшеницы, пораженные септориозными пятнистостями



Рисунок 2 - Листья пшеницы, пораженные септориозными пятнистостями



Рисунок 3 - Пикнидиальное спороношение септориоза пшеницы
Septoria tritici

2.2 Морфологические свойства возбудителей септориоза

Многоклеточный мицелий располагается в пораженных тканях по межклетникам. Под эпидермисом грибок формирует пикниды с пикноспорами. Пикниды шаровидно-круглые, слегка приплюснутые, диаметром 40-350 мкм, с вытянутым отверстием у вершины, образуются под эпидермисом. Пикноспоры бесцветные нитевидные, прямые или изогнутые: у *S. tritici* - с 3-7 перегородками, размером 39-70x 1-2,7 мкм (рисунок 4); *P. nodorum* - с 3 перегородками, 15-25x2-2,75 мкм (рисунок 5) [3].

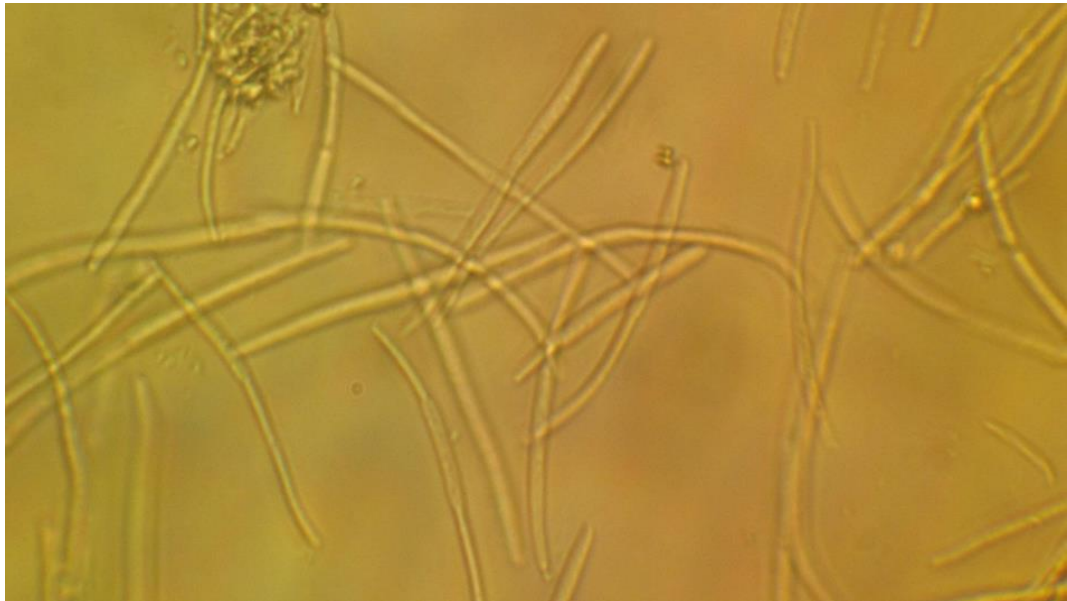


Рисунок 4 – Конидии гриба *Septoria tritici*



Рисунок 5 — Конидии гриба *Parastagonospora nodorum*

При созревании пикноспор эпидермис ткани разрывается и пикноспоры выталкиваются под действием осмотического давления. Распространяются они с каплями дождя и потоками воды, иногда на расстояние 90-100 м. В дождливое лето при температуре 20-23⁰С возможно несколько повторных заражений растений. Пикноспоры прорастают в каплях влаги при температуре 9-28⁰С. Инкубационный период болезни длится 6-9 дней. За время

вегетации растений возбудители дают несколько поколений. Особенно интенсивно развивается болезнь при частом выпадении дождей [8].

Гриб зимует в форме пикнид и мицелия на растительных остатках, на посевах озимых, падалице, сорняках (овсянице, мятлике и др.). Дополнительным источником инфекции могут быть плодовые тела с сумками и спорами, иногда инфекция сохраняется на семенах и внутри них. Частое выпадение осадков в сочетании со слабым ветром и высокой температурой способствует развитию болезни. Септориоз пшеницы проявляется в течение всего вегетационного периода, начиная с фазы двух-трех листьев и в период вегетации обнаруживается на всех надземных частях растений пшеницы [11].

2.3 Методы выявления очагов септориоза пшеницы и отбор образцов для анализа

Наблюдения за динамикой развития септориоза и отбор проб осуществляется на опытных и производственных полях в основные фазы развития (по Цадоксу) растений: всходы (10-13), кущение (25), стеблевание (32-39), колошение (51-59), молочная (69) и восковая (92) спелость зерна. Степень пораженности листьев септориозом определяется по международной шкале Джеймса [24], учет пораженности растений листостебельными болезнями – в период фазы кущения-стеблевания до молочной восковой спелости зерна пшеницы [25] (рисунок 6).

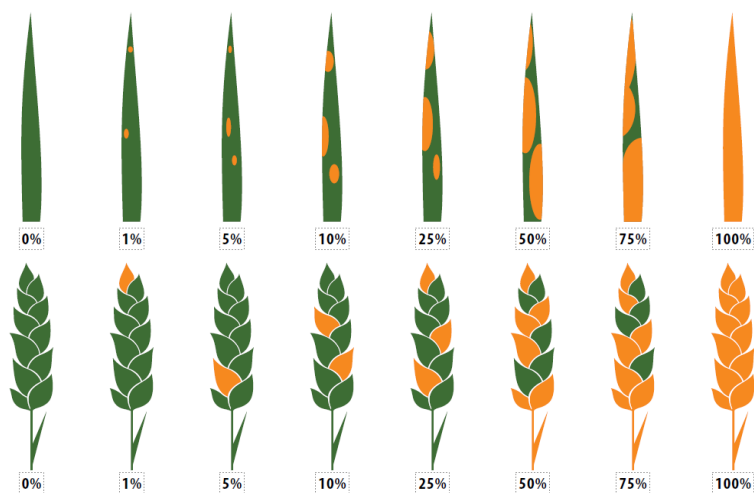


Рисунок 6 - Процент поражения листа и колоса пшеницы септориозом
(The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management, CIMMYT, 1987)

Для правильного отбора растительных проб вначале рекомендуется внимательно исследовать и описать симптомы поражений.

Надо убедиться, действительно ли речь идет об изменении окраски, увядании, гнили, деформации, механическом повреждении, других визуально определяемых симптомах или их комплексах. Ценными для диагностики могут быть специфические выделения растения (клейкий сок, смола, слизь), присутствие возбудителя болезни (мицелий, спороношение, покоящиеся структуры). Необходимо обследовать и те части растения, на которых нет видимых симптомов повреждения или поражения.

В пробе должно быть большее количество пораженных растений, причем как с начальными симптомами, так и с наиболее типичными, полностью развитыми. Для сравнительного исследования к пробе рекомендуется прилагать внешне здоровые растения.

Каждое растение осторожно выкапывают с корнями, не удаляя приставшую к ним землю, поскольку она также исследуется. Отобранную пробу маркируют с указанием точки отбора, времени отбора, условий отбора и количественной характеристики пробы (вес, объем, площадь и т. д.), очищают наружную поверхность тары от механического загрязнения и упаковывают для транспортировки в лабораторию для проведения экспертизы.

Окончательная диагностика о зараженности пшеницы септориозом устанавливается по результатам фитопатологического анализа в лабораторных условиях.

2.4 Методы фитоэкспертизы семян, экономические пороги их зараженности септориозом

Как известно, семена являются источником или передатчиком инфекции многих болезней растений. Основными патогенами пшеницы, передающимися семенами, являются возбудители пыльной, твердой и карликовой головни, септориоза, гельминтоспориозной (*Bipolaris sorokiniana*) и фузариозной (виды *Fusarium*) корневых гнилей и бактериоза. Кроме того, в период формирования, уборки и хранения семена заселяются многочисленными эпифитными и сапрофитными грибами, в т.ч.: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Trichotecium*

и др., а также плесневыми – виды *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*. Последние интенсивно развиваются при высокой влажности семян (15-16%) и снижают полевую их всхожесть.

В связи с вышеизложенным необходимо определение зараженности семян инфекционными зачатками возбудителей болезней. Они присутствуют в виде примесей к семенам: телиооспор головни, конидий грибов, клеток и спор бактерий. Наиболее распространенными методами фитоэкспертизы семян являются визуальный, центрифугирование, биологический, бактериологический и анатомический анализы. В отдельных случаях применяют серологический и люминесцентный методы. Для анализа зараженности семян комплексом патогенов проводятся дополнительные анализы методами: на заспоренность твердой головней – центрифугирование, пыльной головней – гистологический, инфицированность септориозом и гельминтоспориозом – биологическим.

Биологический метод. Из исходного образца семя отбирают по 50 зерен и анализируют их во влажной камере. Для этого на стерильное дно чашки Петри кладут 2-3 слоя фильтровальной бумаги или кружочки марли, увлажняют их стерильной водой. Для выявления внутренней инфекции семена предварительно дезинфицируют в 0,5% растворе перманганата калия ($KMnO_4$) в течение 5 минут или 0,1% растворе формалина, затем промывают стерильной водой. Чашки Петри с высеянными семенами инкубируют в термостате при 20-25⁰С течение 5-7 суток. Затем их анализируют визуально или при слабом увеличении микроскопа (Наумова Н.А., 207 с.) [25].

Возбудители многих грибных и бактериальных болезней хорошо растут на искусственных питательных средах. Поэтому, для определения инфицированности семян и грибной или бактериальной инфекцией, идентификации возбудителей наряду с влажной камерой могут быть использованы синтетическая среда Чапека и картофельный агар. Для анализа по 10 семян, в 4 кратной повторности, всего по 40 семян раскладывают в чашки Петри с питательной средой, расстояние между ними 1,5-2,5 см. Чашки с семенами помещают в термостат при температуре 24-25⁰С (рисунок 7).



Рисунок 7 - Анализ семенной инфекции на питательной среде

В фитоэкспертизе семян также можно использовать метод бумажных рулонов. На увлажненный рулон фильтровальной бумаги длиной 100 и шириной 10 см высевают по 50 семян, сверху прикрывают полоской пористым синтетическим материалом или бязевой тканью шириной 4-5 см. Свернутые рулоны помещают в цилиндры диаметром 70-80 см или срезанные пластиковые бутылки высотой 10-12 см. Для постоянного поддержания влаги заливают 15-20 мм воды в каждый цилиндр, и они ставятся в лаборатории на подоконники или в термостат при температуре 20-25⁰С. Через 12-14 суток определяют пораженность семян инфекциями (рисунок 8).



Рисунок 8 - Анализ семенной инфекции методом бумажных рулонов

Критические параметры инфицированности семян пшеницы септориозом составляют 5-10% (таблица 1).

Таблица 1 - Критические параметры инфицированности семян септориозом

Болезнь	Объект мониторинга	Методы анализа	Допустимая зараженность
септориоз	семена	влажная камера	5-10%
		питательная среда	
		бумажных рулонов	

При зараженности семян выше указанных показателей рекомендуется их обязательная обработка перед посевом. Минимальные индексы инфицированности берутся при возделывании восприимчивых сортов или неблагоприятной фитосанитарной ситуации, а максимальные для сравнительно устойчивых сортов и при благоприятных для роста и развития растений погодных условий.

2.5 Прогноз септориоза пшеницы

Прогноз распространения септориоза – научно-обоснованное предсказание распространения и времени появления болезни. Для прогнозирования болезней растений необходимо знать биологические особенности возбудителей инфекционных заболеваний (циклы развития, особенности размножения и сохранения его и так далее), устойчивость сортов возделываемых культур. Различают три вида прогноза: многолетний, долгосрочный и краткосрочный.

Краткосрочный прогноз предсказывает события в срок от нескольких дней до 1 месяца. Его составляют для динамичных видов, способных быстро изменять свое распространение под воздействием экологических факторов окружающей среды. Для составления прогноза на следующий год учитывают условия развития болезни в текущем году, данные о распространении и состоянии возбудителей септориоза в осенний, послеуборочный период на пожнивных растительных остатках. Цель прогноза - определить фитосанитарную обстановку в агроценозе, предсказать конкретные сроки первичности последующих заражений. Задачи - проведение мероприятий со своевременной локализацией,

информирование о предстоящих заражениях производителей сельскохозяйственной продукции.

Долгосрочный прогноз предсказывает события в наступающем вегетационном периоде, сезоне или году. Его составляют с целью обоснования текущего планирования и своевременной организации защиты растений. При этом учитывают динамику распространения болезни и их изменения под влиянием разнообразных факторов среды; необходимо знать климатические условия региона исследований; учитывать количественный запас зимующего возбудителя и так далее. Цель этого прогноза - проведение конкретных профилактических мероприятий и планирование приёма истребительных мер защиты в конкретной ситуации. Задачи - предсказать наиболее опасные вспышки заболеваний и предоставить возможные потери сельскохозяйственной продукции.

Многолетний прогноз предсказывает события не менее чем на два года. Многолетний прогноз болезней помогает предсказать уровень вредоносности наиболее опасных болезней - септориоза, ожидаемый прогноз отклонений развития заболевания по годам. Главная цель этого прогноза - сократить объём защитных мероприятий. Задачи - предсказание вспышек заболеваний, с указанием возможных потерь урожая, а также установление сроков появления наиболее опасного заболевания - септориоза.

Известно, что семена являются источником септориоза на зерновых культурах. Зараженность семян патогеном, посевные качества и фитоэкспертиза устанавливаются в специализированных лабораториях.

Вредоносность заболевания на посевах пшеницы в период вегетации выражается в преждевременном усыхании листьев, щуплости зерна, уменьшении длины и озерненности колоса. Для определения потерь урожая от септориоза листьев и колоса пшеницы применяется шкала, представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Шкала потерь урожая пшеницы от септориоза (Поляков и др., 1995)

Интенсивность развития болезни, фаза молочно-восковой спелости, %	Потери урожая от септориоза, %	
	листьев	колоса
10	4	7
20	9	12
40	15	18
50	19	25
80	23	30
100	28	40

Сильное развитие септориоза наблюдается при следующих погодных условиях: сумме осадков в июне-июле (в период стеблевания-молочной спелости пшеницы), в 1,5-2 раза превышающей многолетнюю норму, относительной влажности воздуха 65-70% и более, когда число дней с осадками > 1 мм – 10-15, а среднесуточная температура воздуха – 15-17°C (таблица 2) [26].

Таблица 3 – Шкала для определения риска массового развития септориоза на пшенице (ВНИИФ, Санин и др., 2002)

Интенсивность развития болезни по фазам вегетации, %			Степень благоприятности погодных условий	Прогноз развития фитосанитарной ситуации	Возможные потери урожая, %
кущение	выход в трубку-флаг-лист	колошение-цветение			
более 5	более 10	более 20	БУ	эпифитотия	более 20
			НБУ	умеренное**	6-20
1-5	6-10	11-20	БУ	умеренное	6-20
			НБУ	умеренное на восприимчивых сортах	6-20
менее 1	менее 5	менее 10	БУ	депрессия***	менее 6
			НБУ	депрессия	менее 6

При развитии септориоза на 3-м ярусе листьев пшеницы от 1 до 10% (в среднем 5%) можно ожидать вспышку болезни и существенные потери урожая зерна. Закономерности развития эпифитотийного процесса и литературные данные показывают, что

запас инфекции не всегда может привести к массовому развитию болезни. Учеными ВНИИФ были разработаны критерии «септориозной погоды» [28]:

среднесуточная температура воздуха	продолжительность дождливой погоды (кол-во осадков >12 мм)
>15 °С	> 1,5 суток (36 часов)
10±2 °С	> 2 суток (48 часов)
5±2 °С	> 3 суток (72 часа)

Если при проведении фитопатологических наблюдений в период от фазы конца трубкования до начала цветения на 3-м листе (от колоса) будет зафиксировано проявление септориоза интенсивностью от 1 до 10% и вслед за этим отмечена «септориозная погода», то следует незамедлительно приступить к проведению защитных обработок посевов фунгицидами [28].

Показатели критической пораженности листьев пшеницы септориозом представлены в таблице 4 [29].

Таблица 4 – Показатели критической пораженности листьев зерновых культур септориозом для определения целесообразности обработки посевов фунгицидами

Болезни	Культуры	Ожидаемый урожай, ц/га	Пораженность (%) листьев или стеблей в фазу		
			флаг-лист	колошение	цветение
Септориоз	яровая пшеница	>15-20	1-5	5-10	25
	озимая пшеница	>20-25	1-5	10	25

Септориоз колоса массово развивается при следующих погодных условиях: частые дожди, туманы, росы, относительная влажность воздуха более 80%, температура воздуха от 15 до 20°C, длительное (более 20-30 часов) сохранение влаги на поверхности растений. Для септориоза колоса показателем запаса инфекции

служит пораженность флагового листа более 10%, высокие дозы азотных удобрений, полегание посевов [27].

Основные климатические параметры для благоприятного развития септориоза на посевах пшеницы представлены в таблице 5 [26].

Таблица 5 – Основные климатические параметры для развития септориоза на пшенице

Показатели погоды	Слабое развитие болезни	Умеренное развитие болезни	Сильное развитие болезни
Сумма осадков от многолетней нормы, мм в июне и июле (%)	< на 25-50	± 5-10	> на 25-50
Относительная влажность воздуха в июле, %	< 50-55	56-60	> 65-70
Число дней с осадками > 1 мм в июне и июле	5-7	8-12	13-20
Среднесуточная температура воздуха, °С	20-25	20-24	18-21

Для принятия решения о целесообразности применения фунгицидов по вегетирующим растениям нужно учитывать следующее:

1) Определять посеvy с наибольшими рисками развития патогенов: учитывать восприимчивость сортов, фон азотного питания, густоту стеблестоя, срок посева и скороспелость сорта, предшественников. Особого внимания требуют посеvy восприимчивых сортов, преимущественно позднеспелых при поздних сроках сева на повышенных фонах азотного питания;

2) Постоянно проводить мониторинг за фитосанитарным состоянием посевов (особенно в фазу - конец трубкования-начало выхода флагового листа у зерновых) и сопоставлять результаты мониторинга с прогнозом погоды. В этот период желателен ежедневный визуальный контроль состояния посевов. Развитие септориоза на листьях выше 10% при таких погодных условиях, как

частые дожди, росы, относительная влажность воздуха более 80%, температура воздуха от 15-20°C, сигнализирует о необходимости защиты посевов пшеницы от септориоза колоса;

3) Оптимальным по эффективности защитного действия является опрыскивание посевов фунгицидами системного действия в фазу выхода флаг-листа.;

4) Обработка посевов фунгицидами должны проводиться оперативно в течение 3-4 суток, так как развитие и распространение инфекции идет очень быстро, в пределах 7-10 суток.

5) Обработка растений средствами защиты нужно проводить в утренние и вечерние часы при скорости ветра не более 5 м/с. Нельзя обрабатывать посевы в дождливую погоду, а также если ожидается выпадение осадков в ближайшие 1,5-2 часа после их проведения.

Для принятия решений по борьбе с болезнями в мире имеется большой спектр систем компьютерных программ, которые отчасти имеют характер региональной сигнализации (модели прогноза), т.е. дают пользователям сигнал об опасности поражения. Также они могут служить вспомогательными системами при выборе защитных мероприятий для отдельного поля (модели решения). Программы выстраиваются в диалоговом режиме. Для принятия правильных решений необходимо ответить на ряд задаваемых компьютером вопросов об условиях, складывающихся на вашем поле. Компьютер выдает решение – проводить защитные опрыскивания или продолжить. Следует отметить, что компьютеризация мониторинга, прогноза и принятия решений о применении защитных мер борьбы с вредными организмами находится в динамичном развитии и постоянно совершенствуется. Тем не менее все модели, системы и программы выполняют только вспомогательную функцию: могут снизить затраты, повысить продуктивность работы и оптимизировать решения, но не заменят опыт и профессиональные знания специалистов по защите растений в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах. В этой связи сотрудниками Казахского НИИ защиты и карантина растений была разработана усовершенствованная математическая модель прогноза септориоза на зерновых культурах по основным предикторам –

температура воздуха, влажность, осадки. Многолетний вид прогноза септориоза был разработан специалистами КазНИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева на основе анализа распространения и развития болезни на конкретной территории – Акмолинской области в соответствии с погодно-климатическими условиями анализируемого региона в течение 40 лет, с 1981 по 2022 гг. Также нами была учтена зараженность посевов пшеницы в данном регионе по степени развития септориоза (слабо 1-5%, средне – 10-50%, сильно 51-100%), площадь всего обследованных тыс. га, в том числе выше ЭПВ.

Описание методики прогнозирования: Построение прогностических моделей основывалось на алгоритмах авторегрессионного анализа временных рядов и множественной регрессии, а именно – SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous Variables) – сезонная интегрированная модель авторегрессии с экзогенными переменными, являющейся модификацией методологии Бокса-Дженкинса (Asteriou & Dimitros, 2011). Алгоритм SARIMAX является расширением метода ARIMA, который включает в себя авторегрессионный компонент (Auto Regressive) с лагом p - AR(p), компонент плавающего среднего (Moving Average), параметризуемого q - MA(q), а также интегрирование временного ряда как шаг предобработки, где d параметризует количество шагов дифференцирования - I(d), которые необходимо применить для того, чтобы привести изначальный временной ряд к стационарному виду (уменьшив влияние тренда и сезонности).

ARIMA:

$$y_t^* = \Delta^d y_t$$

$$y_t^* = c + \underbrace{\sum_{n=1}^p a_n y_{t-n}}_{AR(p)} + \underbrace{\sum_{n=1}^q \theta_n \epsilon_{t-n}}_{MA(p)} + \epsilon_t$$

Seasonal ARIMA:

Для учета влияния сезонности, в существующую модель ARIMA добавляются два компонента - авторегрессионный AR(P) и плавающего среднего MA(Q), где дополнительные Лаги зависят от

сезонности (например, сезонный цикл - 2 года, 2 полугодия или 12 месяцев).

$$y_t^* = c + \sum_{n=1}^p a_n y_{t-n} + \sum_{n=1}^q \theta_n \epsilon_{t-n} + \underbrace{\sum_{n=1}^P \phi_n d_{t-sn}}_{AR(P) \text{ (seasonal)}} + \underbrace{\sum_{n=1}^Q \eta_n \epsilon_{t-sn}}_{MA(Q) \text{ (seasonal)}} + \epsilon_t$$

SARIMAX - Seasonal ARIMA with Exogenous variables (factors):

Для учета влияния внешних факторов, таких как температура, влажность и т.д., в модель добавляется компонент, состоящий из коэффициентов, определяющих прямое влияние матрицы факторов (X) на временной ряд y (компонент линейной регрессии в отношении экзогенных факторов, где r - длина временного ряда, а также размер матрицы факторов X , например: количество замеров температуры для каждого момента времени t).

$$y_t^* = c + \sum_{n=1}^p a_n y_{t-n} + \sum_{n=1}^q \theta_n \epsilon_{t-n} + \sum_{n=1}^P \phi_n d_{t-sn} + \sum_{n=1}^Q \eta_n \epsilon_{t-sn} + \underbrace{\sum_{n=1}^r \beta_n x_{n_t}}_{f(X)} + \epsilon_t$$

Выбор переменных осуществлялся посредством оценки их влияния на общую точность модели SARIMAX, где в качестве экзогенных переменных использовались агроклиматические факторы (эффективная сумма эффективных значений, усредненных по первым n месяцам, где оптимальное значение n определялось по отдельности), полученные с NASA POWER: <https://power.larc.nasa.gov/>.

Количество месяцев n , а также пороговые значения для расчета эффективных сумм подбирались для каждого фактора индивидуально в процессе тонкой настройки модели. Важным условием в отношении данных, необходимых для прогноза, является их однородность, отсутствие пропусков в замерах, и равные интервалы для каждого замера по времени.

В качестве целевой (зависимой) переменной использовались рассчитанные значения процента зараженности исследуемой площади (рисунок 9).

Date	Total	Cont 1-50%	Cont 51-100%	EVP	Weighted Sum
1981-09-01	890.2	418.1	5.8	200.5	113.114
1982-09-01	1200.5	549.3	22.3	561.4	159.766
1983-09-01	1490.6	614.4	55.1	350	201.62
1984-09-01	1659.1	303.1	45.3	270.3	113.234
1985-09-01	1700	1230.8	159.7	1264.4	441.38
1986-09-01	1877	551	298	455	369.74
1987-09-01	680	129.5	12.9	89.4	43.474
1988-09-01	784.1	580.5	47.5	356.2	187.03
1989-09-01	160.8	63.9	2.4	50	18.438
1990-09-01	1200	802.5	58.2	421.3	252.882
1991-09-01	1500	785.5	105.3	651.3	284.258
1992-09-01	1680	932.3	128.4	895.4	339.982
1993-09-01	1759.2	1170	142.4	1102.3	412.424
1994-09-01	2000	1373.4	187.1	1255.2	499.28
1995-09-01	2100	441.5	0	340.5	114.79
1996-09-01	1950	382.7	0	322.1	99.502
1997-09-01	1950	314.2	0	240.5	81.692
1998-09-01	1850	247	0	128.9	64.22
1999-09-01	1983.3	1168.2	52.8	729.6	343.86
2000-09-01	1805.1	902.5	44	680.9	268.09
2001-09-01	1214.5	602.5	30.1	500.3	179.526
2002-09-01	655.4	376.7	26.6	322.5	118.158
2003-09-01	208.7	155.94	35.32	173.86	67.3876
2004-09-01	342.92	203.44	68.55	132	104.9924
2005-09-01	457.33	236.21	169.33	321.74	190.1054
2006-09-01	1803.55	1234.99	30.19	1007.1	344.0418

Рисунок 9 - Пример данных по определенным годам

В таблице 6 представлены данные по коэффициентам корреляции Spearman'a в отношении некоторых из исследованных переменных (факторов), предположительно связанных болезнью (данные по дополнительным переменным были взяты с NASA POWER), на примере ежегодных данных популяций септориоза (Акмолинская область).

Таблица 6 – Расчет корреляции септориоза по различным факторам

Агроклиматический фактор, корреляция с популяцией взрослых особей	Spearman's r	Spearman's p- value
Прямое солнечное излучение, падающее на горизонтальную плоскость	0.565	0.0001
Длинноволновое нисходящее излучение всей поверхности неба	0.540	0.0003
Уфа излучение: всей поверхности неба	0.528	0.0004
Количество росы/мороза на высоте 2 метров	0.270	0.088

Таблица 7 - Результаты (кросс-валидация временного ряда по 20% последним замерам валидационной выборки)

Объект	RMSE*	MAPE (%)	Normalized (Fractional) Bias	Mean Percentage Error (%)
Септориоз, Акмолинская область (последовательный прогноз, 2014-2022 гг.)	45.24	7.24	37.5	-0.056

Таблица 8 - Результаты на тестовой выборке (прогноз популяции по 5 годам)

Объект	RMSE*	MAPE (%)	Normalized (Fractional) Bias	Mean Percentage Error (%)
Септориоз, Акмолинская область (последовательный прогноз, 2015-2022 гг.)	35.091	6.096	-0.048	-4.565

Так, средний модуль отклонения прогнозов модели от реальных значений – в районе 6%, в то время как средний процент

ошибки (измеряемой как среднее отклонение спрогнозированных значений от реальных значений) – менее 6%.

На рисунке 10 представлен график разложения данных временного ряда септориоза на тренд, сезонный компонент и остатки (residuals):

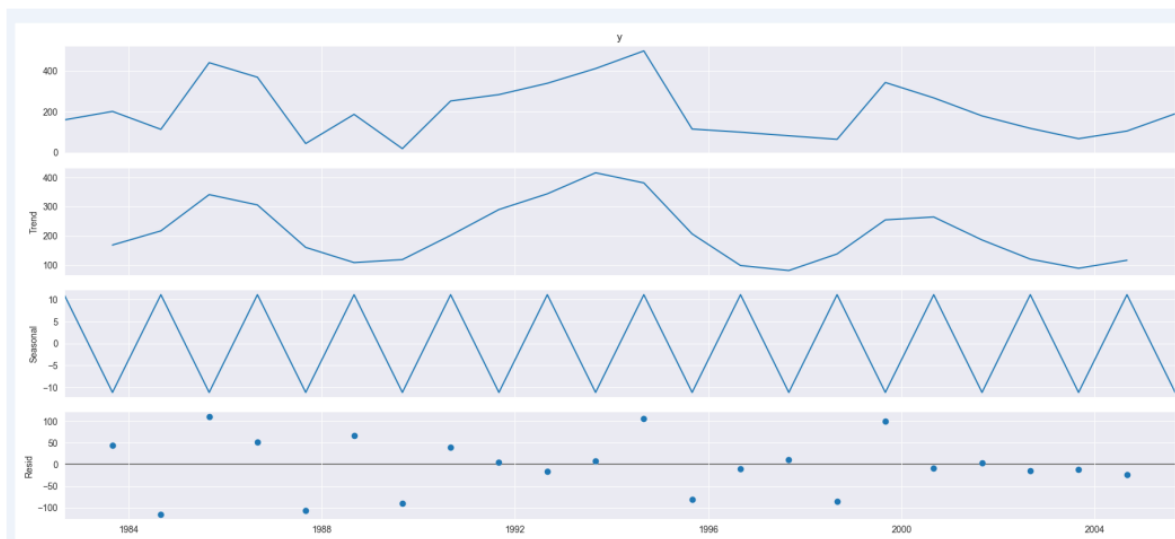


Рисунок 10 - График разложения данных временного ряда септориоза

На рисунке 11 представлен более детальный анализ временного ряда для нахождения ключевых параметров модели ARIMA:

- 1) Стандартизованный остаток на каждую точку во времени;
- 2) Гистограмма и плотность распределения стандартизованных остатков, вместе со стандартным нормальным распределением (0,1) для сверки;
- 3) Квантильный график с линией, отражающей нормальное распределение (чем ниже разброс от линии, тем лучше данные ложатся на модель);
- 4) Коррелограмма для нахождения оптимального лага модели ARIMA.

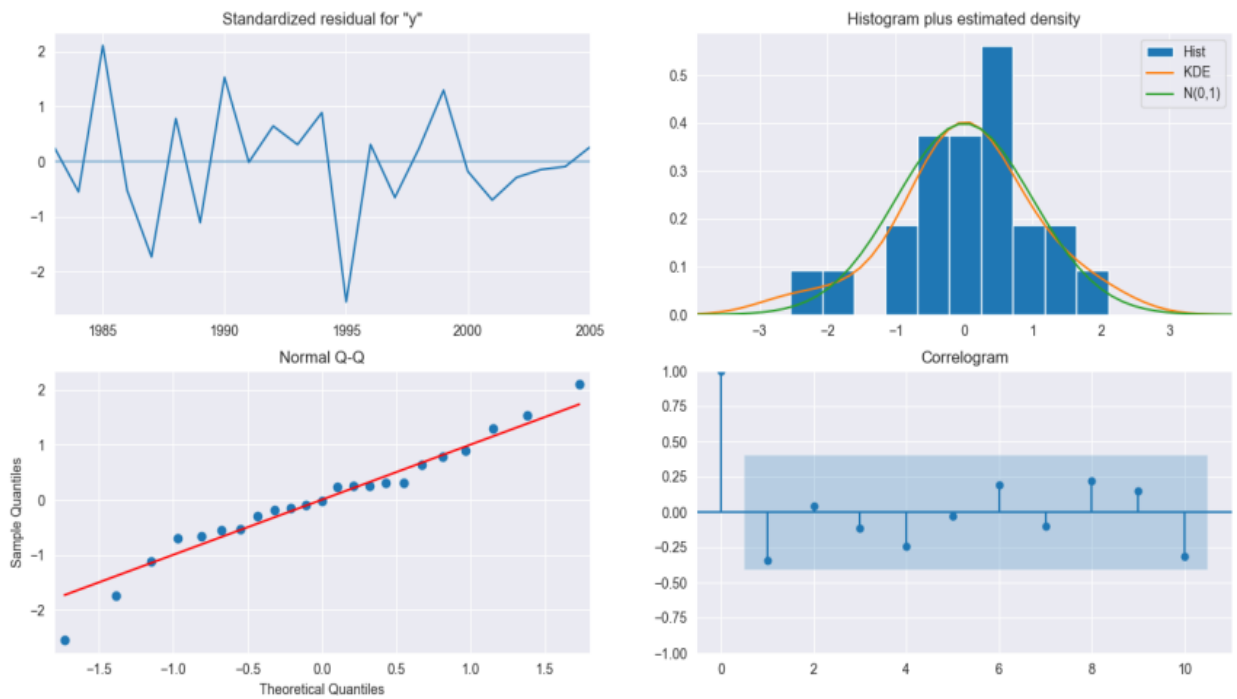


Рисунок 11 - Детальный анализ временного ряда для нахождения ключевых параметров модели ARIMA по септориозу

На рисунках 12 и 13 представлены результаты кросс-валидации модели (model fitting в процессе тонкой настройки модели и результаты финальной оценки модели на тестовой выборке с шагом на год вперед) прогноза септориоза (Акмолинская область), где красным обозначены спрогнозированные значения, сгенерированные моделью, зеленым - реальные значения на следующий год.

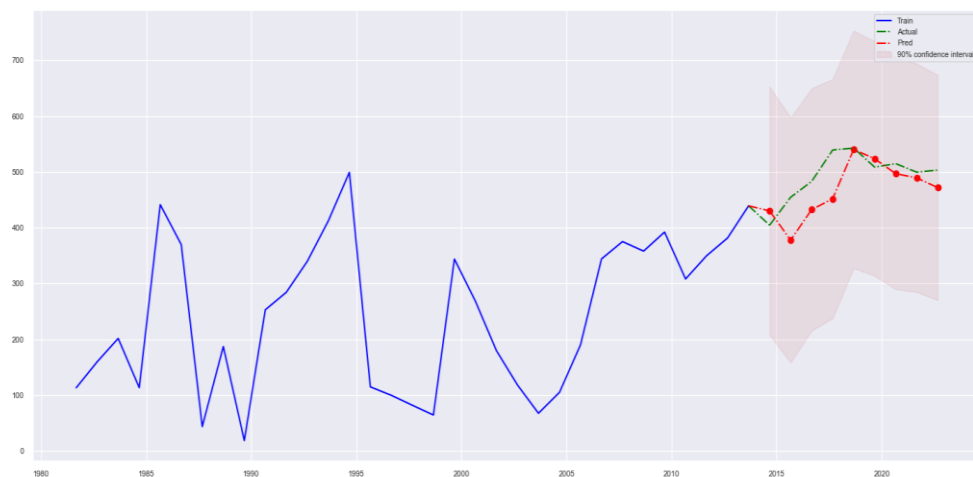


Рисунок 12 - Результат кросс-валидации по септориозу в процессе тонкой настройки модели с шагом на год вперед

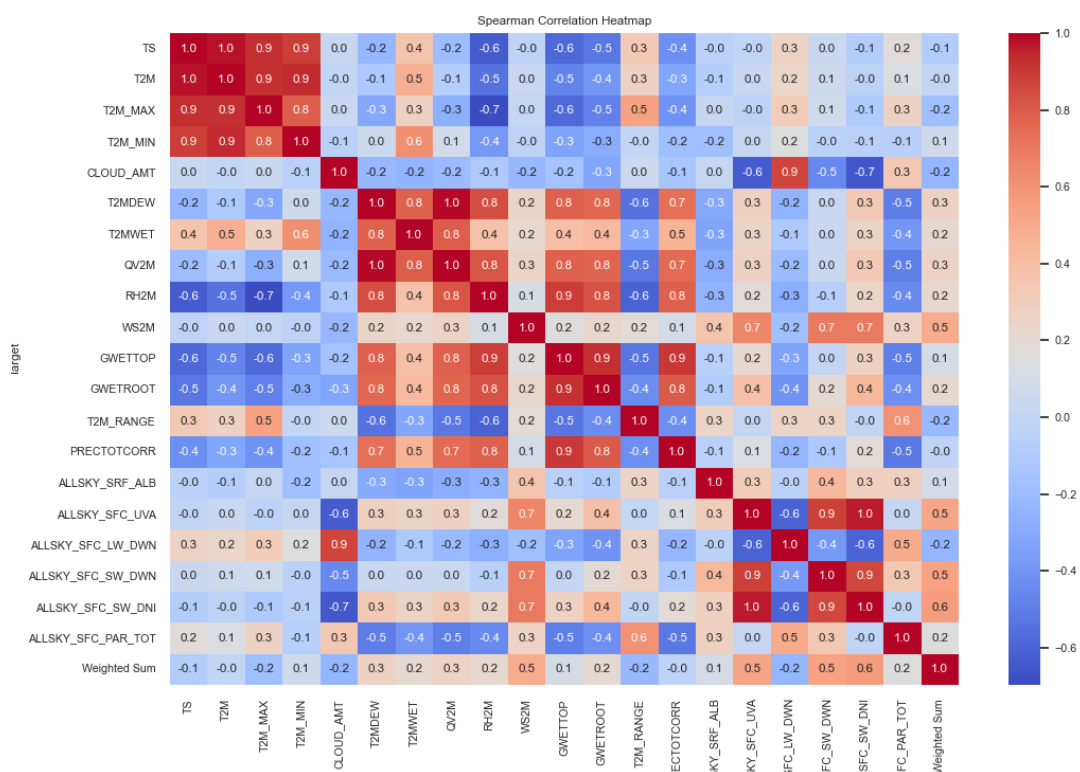


Рисунок 13 - Результаты финальной оценки модели по септориозу на тестовой выборке с шагом на год вперед

2.6 Защитные мероприятия против септориоза

При благоприятных погодных условиях для заражения и развития септориоза, для предотвращения потерь урожая необходимо своевременно применять фунгициды. Для этого, прежде всего, оценивают фитосанитарное состояние посевов, уровень ожидаемой урожайности и возможных потерь. Основным критерием при выборе препарата является спектр их активности против возбудителей болезни и продолжительность защитного действия. Дополнительно к вышеуказанным возможностям фунгицидов отмечают антирезистентные свойства, удобство внесения (возможность работы в баковых смесях), стабильность фунгицидного эффекта при резких перепадах температуры, экологичная безопасность и другое.

На севере Казахстана имеется положительный опыт как однократной, так и двукратной обработки пшеницы фунгицидами. Целесообразность, кратность применения фунгицидов и срок обработки должны основываться на сроках заражения пшеницы

септориозом, прогнозе погодных условий и урожайности. Применение химических средств наиболее рентабельно на полях с высоким уровнем агротехники, чистых от сорных растений или слабо засоренных. Учитывая, что болезни приводят не только к снижению урожайности, но и повышают инфицированность зерна и снижают качественные характеристики, семенные посевы рекомендуется обрабатывать обязательно.

Ниже приведен список фунгицидов (таблица 9), зарегистрированных в Казахстане, отвечающие требованиям и надежно защищающие зерновые культуры от септориоза [29]:

Таблица 9 - Список разрешенных препаратов в Казахстане против септориоза пшеницы

Наименование препарата	Норма расхода, л/т; л/га	Срок последней обработки, в днях до сбора урожая, в () максимальная кратность обработок
Препараты для предпосевной обработки		
ОПЛОТ ТРИО, в.с.к. (дифеноконазол, 90 г/л + тебуконазол, 45 г/л + азоксистробин, 40 г/л), АО Фирма «Август»	0,4-0,6	-
СЕЛЕСТ МАКС 165, к.с. (тиаметоксам, 125 г/л + флудиоксонил, 25 г/л + тебуконазол, 15 г/л), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария	1,6-1,8	-
Тумен, т.к.с. (дифеноконазол, 167 г/л + азоксистробин, 67 г/л), Лейтон агро Европа кфт., Венгрия,	0,3	-
ШАНСИЛ ТРИО, в.э. (тиабендазол, 60 г/л + тебуконазол, 60 г/л + имазалил, 40 г/л), ООО «Шанс», Россия	0,4	-
ШАНСИЛ УЛЬТРА, к.э (тебуконазол, 120 г/л), ООО «Шанс», Россия	0,2-0,25	-
Препараты для опрыскивания в период вегетации		
АБАКУС УЛЬТРА, с.э. (пираклостробин, 62,5 г/л + эпоксиконазол, 62,5 г/л), БАСФ СЕ,	1,0-1,5	30 (2)

Германия		
АБРИС, 25% к.э. (пропиконазол, 250 г/л), Иствью УКС Лтд, Англия	0,5	30 (1)
АМИСТАРЭКСТРА 280, с.к. (азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария	0,5-0,75	30 (2)
БАЙЛЕТОН, 25% с.п. (триадимефон, 250 г/кг), Байер КропСайенс АГ	1,0	20 (2)
ВАРРО, к.с. (тебуконазол, 500 г/л + карбендазим, 50 г/л), Синтезия Кеми ГмбХ, Германия	0,25	30 (1)
ДУАЛ ГОЛД 960, к.э. (С-метолахлор, 960 г/л), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария	0.5-0.75	30 (2)
КОЛОСАЛЬ, к.э. (тебуконазол, 250 г/л), ЗАО Фирма Август, Россия	0,5-0,7	30 (1)
КОЛОСАЛЬ ПРО, к.м.э. (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л), АО Фирма Август, Россия	0,3-0,4	30 (1)
ОПТИМО, 20% к.э. (пираклостробин, 200 г/л), БАСФ СЕ, Германия	0,6	30 (1)
РЕКС ДУО, 49,7% к.с. (тиофанат-метил, 310 г/л + эпоксиконазол, 187 г/л), БАСФ СЕ, Германия	0,3	30 (2)
СОЛИГОР, к.э. (спироксамин 224 г/л + протиоконазол, 53 г/л + тебуконазол, 148 г/л), Байер КропСайенс АГ, Германия	0,4-0,6	30 (1)
ТИТУЛ ДУО, к.к.р. (пропиконазол, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л), АО ЩелковоАгрохим, Россия	0,15-0,25	30 (1)
ФАЛЬКОН, 46% к.э. (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л), Байер КропСайенс АГ	0,4-0,6	30 (1)
ФОЛИКУР ВТ, 22.5% к.э. (тебуконазол 125 г/л + триадимефон 100 г/л), Байер КропСайенс АГ	0,5-0,7	20 (1-2)
ШАНСИЛ, к.э. (250 г/л тебуконазола), ООО "Шанс", Россия	0,75-1,0	30(1-2)

ЭКСТРАСОЛ, жидкая форма препарата-культурная жидкость <i>Bacillus subtilis</i> штамм Ч-13, ООО Бисолби-Интер, Россия	2,0 (фаза кущения- трубкован ия	
--	---	--

Интерфейс:

https://drive.google.com/drive/folders/1DVEusALmY2g9ELKIXOzE3RdID-_ySV8i?usp=sharing

Ссылка: <http://16.170.201.57:5001/>

Разработанные научно-обоснованные Методические указания по прогнозированию распространения и эффективным методам контроля септориоза в Казахстане (усовершенствованная математическая модель) на примере яровой пшеницы в Акмолинской области позволяет дать многолетний вид прогноза появления, распространения и развития данной особо опасной болезни по основным предикторам и в других зерносеющих областях республики для принятия эффективных решений в борьбе с септориозом для сохранения и увеличения урожайности зерновых культур.

Список использованных источников

- 1 Ячевский А.А. О значении селекции в деле борьбы с грибными болезнями культурных растений // Тр. бюро микологии и фитопатологии. - Петербург, 1911. – С. 38.
- 2 Бондарцев А.С. Материалы по микологическому обследованию России, 1914. - Вып.1. – С. 239.
- 3 Лебедева Л.Н. Септориоз яровой пшеницы в Новосибирской области и меры борьбы с ним // Автореф. дисс., Харьков, 1964. – С. 16.
- 4 Кочоров А.С., Сагитов А.О. и др. Многолетняя динамика развития и прогноз септориоза пшеницы на Востоке Казахстана. Защита и карантин растений. - Санкт-Петербург, 2013. - С. 19-23.
- 5 Тетережникова-Бабаян Л.Н. Грибы рода септория в СССР, Ереван: АН Арм. ССР, 1987. – С. 489.
- 6 Васецкая М.Н., Борзионова Г.И. Возбудители септориоза пшеницы // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1987. - № 3. - С.45-47.
- 7 Койшибаев М., Пономарева Л.А., Кочоров А.С. Динамика болезней зерновых культур с листостебельной инфекцией в различных агроландшафтных зонах // Стратегия земледелия и растениеводства на рубеже XXI века, Алматы, 1999. - С.108-110.
- 8 Санина А.А., Анциферова Л.В. Определение патогенных свойств изолятов *Septoria nodorum* Berk. и *Septoria tritici* Rob. et Desm. на пшенице // Микология и фитопатология, 1991. - Т.25. - Вып. 2. - С.155-160.
- 9 Койшибаев М., Исмаилова Э.Т. Особенности развития и вредоносность септориоза пшеницы в Казахстане // Вестник с.х. науки Казахстана, 1991, № 11, с. 31–38.
- 10 Алипбекова Ч.А. Биологические особенности септориоза (*Septoria nodorum* Berk. и *Septoria tritici* Rob. et Desm.) пшеницы и использование их в иммуноселекции // Автореф. дисс. - Алма-Ата, 1993. - С. 23.
- 11 Борзионова Т.И., Васецкая М.Н. и др. Видовой состав возбудителей септориоза на территории Казахстана, Западной Сибири, Южного Урала, Кыргызстана // Сибирский вестник с.-х. науки, 1991. - № 3. - С. 106-108.

12 Пыжикова Г.В., Карасева Е.В. Методика изучения возбудителей септориоза на изолированных листьях пшеницы // С.-х. биология, 1985. - №. 12. - С. 112–114.

13 Кочоров А.С. Пораженность посевов пшеницы септориозом в условиях Восточного Казахстана // Сборник материалов Международной конференции. «Защита растений и экологическая устойчивость агробиоценозов», Алматы-Рахат. – С. 54-59.

14 Койшибаев М., Оспанбаев Ж., Кочоров А.С. и др. Фитосанитарный мониторинг зерновых агроценозов в Южном и Юго-Восточном Казахстане, и прилегающих районах Кыргызстана // Информационный бюллетень. Семеноводство и селекция пшеницы в Центральной Азии. - GTZ-СИММИТ, 2003. - № 1, 2. - С.21-32.

15 Bousquet J.F., Touraud G., Piollat M.T., Bosch U. ABA accumulation in wheat heads inoculated with *Septoria nodorum* in the field condition // J. Agro N. Crop. Sci, 1990. - V. 165. - № 5. - P. 297–300.

16 Cooke B. M., Jones, D.G. Epidemiology of *Septoria tritici* and *Septoria nodorum*. The reaction of spring and winter wheat varieties to infection by *Septoria tritici* and *Septoria nodorum* // Trans. Br. Mycol. Soc, 1971. - №56. - P. 121-125.

17 Bronnimann A. Prufung der patogenitat einiger Stamme von *Septoria nodorum* Berk / A. Bronnimann // Z. Phytopathology, 1968. - № 2. – P. 13-15.

18 Mielke H. Untersuchungen zur Anfälligkeit inländischer Weizensorten gegenüber der Braunfleckigkeit, *Septoria nodorum* (Berk) Berkeley // Mitt. Biol. Bundesanst. Land und Forstwirtschaft, 1994. - № 301. – С. 79.

19 Mielke H., Meien-Vogeler F. von. Zur Anfälligkeit inländischer Weizensorten gegenüber *Septoria tritici* // Mitt. Biol. Bundesanst. Land und Forstwirtschaft, 1992. – P. 60. - С. 283.

20 Onogur E. Über enzymatische Aktivität von *Septoria tritici* Rob. ex Desm. in Bezug auf Anfälligkeit von Weizensorten / E. Onogur // J. Türkisch Phytopathol, 1978. – 7. - № 2-3. - P. 91-99.

21 Васецкая М.Н., Чигирев С.Н. Септориоз пшеницы // Защита растений, 1987. - № 6. - С. 17-18.

22 Васецкая М.Н., Борзионова Г.И. Возбудители септориоза пшеницы // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1987. - № 3. - С.45-47.

23 Кочоров А.С., Бекежанова М.М., Копирова Г.И. Вредоносность листостебельных болезней пшеницы и эффективность фунгицидов в Казахстане. Международная научно-практическая конференция посвященной 100-летию со дня рождения К.Б. Бараева. – Алмалыбак, 2013. - С.183-187.

24 James W.E. An illustrateol series of assesment diseases preparation and usage. Canad. Plant Diseases Suroed, 1971. - rol.51. - P.36-65.

25 Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. – Л.: Колос, 1970. – 207 с.

26 Поляков И.Я., Левитин М.М., Танский В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений. - М.: Колос, 1995. - 208 с.

27 Койшыбаев М. Защита зерновых культур от болезней с воздушно-капельной инфекцией. – Алматы: «Syngenta», 2006. – С. 15.

27 Санин С.С. Фитосанитарная экспертиза зернового поля и принятие решений по опрыскиванию пшеницы фунгицидами. Теория и практические рекомендации. - Москва, 2016. – С. 48.

28 Санин С.С. и др. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (Болезни растений. - Москва: Росинформагротех, 2002. - С. 58.

29 Койшыбаев М. Болезни зерновых культур, Алматы Бастау. - 2002, 347 с.

29 Список пестицидов, разрешенных к производству (формуляции), ввозу, хранению, транспортировке, реализации и применению на территории Республики Казахстан на 2022-2031 годы. Приложение к приказу председателя Комитета государственной инспекции в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от "31" мая 2022 года № 87-Н.

Содержание

Введение.....	3
Часть 1 Общие сведения о септориозе пшеницы.....	5
1.1 Таксономия и систематика.....	5
1.2 Географическое распространение болезни.....	5
1.3 Растения-хозяева.....	6
1.4 Вредоносность болезни.....	6
1.5 Источники инфекции, пути и способы распространения болезни.....	7
1.6 Биологические особенности <i>Septoria tritici</i> , <i>Parastagonospora nodorum</i>	8
Часть 2 Выявление и идентификация <i>Septoria tritici</i> , <i>Parastagonospora nodorum</i>	8
2.1 Симптомы болезни.....	9
2.2 Морфологические свойства возбудителей септориоза.....	10
2.3 Методы выявления очагов возбудителя септориоза пшеницы и отбор образцов для анализа.....	12
2.4 Методы фитозэкспертизы семян, экономические пороги их зараженности септориозом.....	13
2.5 Прогноз септориоза пшеницы.....	16
2.6 Защитные мероприятия против септориоза.....	28
Список использованных источников.....	32