

УДК 366.413:632

ФУЗАРИОЗНАЯ ЖЕЛТУХА – НОВОЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЗНАЧИМОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Цыганкова Е.В.

Научный руководитель – доктор с.-х. наук Шутко А.П.

Российская Академия Естествознания (105037, Москва, а/я 47 Академия Естествознания), e-mail: review@rae.ru

В последнее время в связи с изменением систем земледелия и переходом на ресурсосберегающие системы обработки почвы, а также изменением климата на сельскохозяйственных культурах появляются новые экономически значимые болезни и вредители. В 2007 году на Украине впервые описано новое экономически значимое заболевание – фузариозная желтуха сахарной свеклы.

Исследования, проведенные в условиях СПК колхоза – племзавода «Казьминский» Кочубеевского района, занимающего по производству сахарной свеклы второе место в Российской Федерации, показали, что на посевах сахарной свеклы в условиях Ставропольского края также отмечается заражение растений фузариозной желтухой (*FusariumoxysporumShlea.*). Чаще всего болеют растения, которые переболели корнеедом в слабой степени.

В работе описаны диагностические признаки, вредоносность болезни, предложены меры борьбы.

Ключевые слова: сахарная свекла, фузариозная желтуха, диагностические признаки, вредоносность, меры борьбы

FUSARIUM YELLOWNESS - A NEW ECONOMICALLY IMPORTANT DISEASE OF SUGAR BEET

Tsygankova E.V.

Supervisor - doctor of agricultural sciences Shutko A.P.

The Russian Academy of Natural History (105037, Moscow, p / 47), e-mail: review@rae.ru

In recent years, due to changes in farming systems and the transition to a resource-tillage systems, and climate change there are new economically important diseases and pests on crops. In 2007 in Ukraine for the first time described the new economically significant diseases - Fusarium yellowness sugar beet. Studies conducted in the conditions SPK kolhoz-plemzavodKazminskij of Kochubeevsky area occupying the production of second place in the Russian Federation have shown that the sugar beet crops in the conditions of Stavropol Territory also noted infected plants Fusarium yellowness (*FusariumoxysporumShlea.*) Most often suffer from plants that have been sick in a slight degree blackleg.

The paper describes the diagnostic features, harmfulness of disease and control measures proposed.

The key words: sugar beet, fusarium yellowness, diagnostic characteristics, harmfulness, control measures

Производство полевых культур – зерновых, технических, кормовых является одной из основ, на которой держится жизнь человечества. Население мира быстро растет, в связи с этим мировой спрос на продовольствие и сырье непрерывно возрастает.

Сахарная свекла – одна из главных технических культур, дающая богатые углеводами корнеплоды, из которых получают сахар. Корнеплоды сахарной свеклы содержат от 16 до 20% сахарозы. При высокой урожайности корнеплодов свеклы (40 – 50 т/га) сбор сахара может составить 7 – 8 т/га и более.

При заводской переработке из корнеплодов сахарной свеклы получают отходы – жом и патока, имеющие большое хозяйственное значение. В сухом веществе патоки (мелассе) содержится около 60 % сахара. Ее используют для изготовления спирта, пищевых дрожжей, молочной и лимонной кислот. Жом (отжатая свекловичная стружка) – ценный корм для крупного рогатого скота: в 100 кг сухого жома содержится 80 кормовых единиц. Отход свеклосахарного производства – дефекационную грязь используют как удобрение. В ней содержится 40-50 % извести, органических веществ – 15 %, N — 0,2 – 1,7, P₂O₅ — 0,2 – 0,8, K₂O — 0,5 – 0,9 % (Глазунова, Безгина, Мазницына, Шарипова, 2013).

Большую часть отходов составляют листья, которые имеют в своем составе белки, жиры, витамины и другие вещества. Они используются на корм скоту в свежем, силосованном и высушенном виде.

Включение сахарной свеклы в севооборот имеет большое агротехническое значение, так как она способствует повышению урожайности последующих культур благодаря глубокой обработке почвы, внесению больших норм удобрений, борьбе с сорняками и вредителями на ее посевах. Она является ценным предшественником для многих сельскохозяйственных культур и повышает общую продуктивность полевых севооборотов (Трухачев, Пенчуков, 2015).

В мировом земледелии сахарная свекла занимает значительную площадь — 7,913 млн. га. Наибольшие площади ее находятся в Украине, России, Китае, Польше, Франции, Великобритании, Германии, Италии; возделывают ее и в Бельгии, Беларуси, Японии, Венгрии, Турции и Грузии. В европейских странах свекловичного сахара производят до 80 % от общего его сбора в мире.

Сахарная свекла в России возделывается в основных трех зонах: достаточного, неустойчивого и недостаточного увлажнения. Зона достаточного увлажнения: Северо-западные области Центрально-Черноземной зоны, северные районы Брянской области и примыкающие районы Курской, Орловской, Тульской, северные районы Липецкой и Пензенской областей, подзоны Северного Кавказа. К этой зоне можно отнести также районы Татарстана, Башкортостана, Мордовии, Чувашии.

Зона неустойчивого увлажнения включает значительную часть Центрально-Черноземной зоны, которая примыкает с севера к зоне достаточного увлажнения, а с юга ограничивается линией Белгорода, Воронежа, Самары, южные районы Брянской, Курской, Орловской, Тульской, Тамбовской, Пензенской, а также часть районов Краснодарского края (Армавир, Тихорецк) и Адыгея.

Зона недостаточного увлажнения: Юго-восточные районы Центрально – Черноземной зоны и Поволжья, часть районов Краснодарского края, Ставропольский край.

По оперативным данным органов управления АПК Российской Федерации, по состоянию на 23 мая 2016 года – в России сахарная свекла посеяна на площади 1055,1 тыс. га или 99,5% к прогнозу (в 2015 г. – 984,7 тыс. га) (<http://www.mcx.ru/>).

Сахарная свекла – культура высокоурожайная. Средняя урожайность корнеплодов в мире составляет – 34,3 т/га, в странах с высокой культурой земледелия (Франция, США, Германия, Италия и другие) собирают – 50-60 т/га. Средняя урожайность сахарной свеклы в РФ – 17,8 т/га, в Краснодарском крае, Курской и Белгородской областях – до 30 т/га, в ряде хозяйств получают по 40 – 50 т/га.

Получению урожая сахарной свеклы препятствует комплекс вредных организмов (сорные растения, болезни и вредители). Среди болезней наиболее вредоносны корневые, церкоспороз, пероноспороз или ложная мучнистая роса, фомоз, мучнистая роса, ржавчина, бактериальная (сетчатая) пятнистость, желтуха и др.

В последнее время в связи с изменением систем земледелия и переходом на ресурсосберегающие системы обработки почвы, а также изменением климата на сельскохозяйственных культурах появляются новые экономически значимые болезни и вредители.

В 2007 году сотрудник Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины кандидат сельскохозяйственных наук Н.Н. Запольская, впервые описала новое экономически значимое заболевание – фузариозную желтуху сахарной свеклы (Запольская, 2013).

Грибы рода *Fusarium* широко распространены в природе и представлены большим количеством видов, среди которых чаще встречаются *Fusariumgraminearum* Shwabe, *F. oxysporum* Schlecht., *F. culmorum* Sacc., *F. gibbosum* Appel et Wr., *F. sporotrichiella* Bilai и *F. avenaceum* Sacc.).

Систематическое положение грибов рода *Fusarium* (Черепанова, 2005):

ЦАРСТВО – *Eumycota* (*Fungi*);

ОТДЕЛ – *Ascomycota*;

КЛАСС – *Euascomycetes*;

ГРУППА ПОРЯДКОВ – *Pirenomyces*;

ПОРЯДОК – *Hypocreales*;

СЕМЕЙСТВО – *Nectriaceae*.

Анаморфная стадия:

ЦАРСТВО – *Eumycota (Fungi)*;

ОТДЕЛ – *Deuteromycota*;

КЛАСС – *Hyphomycetes*;

ПОРЯДОК – *Hyphomycetales*;

СЕМЕЙСТВО – *Tuberculariaceae*;

РОД – *Fusarium*.

Они развиваются в почве, на различных растительных и животных субстратах, в воде и других местообитаниях. Известны фузариии, паразитирующие на насекомых. Биология фузариев тесно связана с условиями среды, в которой они обитают, и поэтому не является постоянной. Они, как и другие микроорганизмы, участвуют в общем круговороте веществ, обладают широким диапазоном приспособительных реакций, что обуславливает их сапрофитную фазу роста в почве ризосферы, на мертвых клетках и поверхности корней.

В составе рода *Fusarium* имеются и сапрофиты, и паразитные виды. В результате паразитирования у грибов появились приспособления, позволяющие сохраняться вне тканей растений, например хламидоспоры, которые хорошо противостоят почвенным микробам до момента прорастания их в мицелий, легко и быстро разрушающийся. При благоприятных для роста растений условиях, пшеница и некоторые виды фузариев могут существовать в симбиозе. Если же растение не в состоянии обеспечить необходимыми питательными веществами гриб, последний переходит к паразитическому образу жизни.

Большое разнообразие типов фузариозных поражений можно объяснить тем, что грибы рода *Fusarium* проявляют себя по отношению к растениям как патогены, продуцирующие фитотоксины, как почвенные сапрофиты, как полупаразиты, поражающие ослабленные особи, как продуценты стимуляторов роста, ведущие себя как симбионты или как активно конкурирующие с другой микрофлорой почвы антагонисты.

Преимущественный тип проявления фузариоза зависит как от вида возбудителя, его биологических особенностей, так и от условий окружающей среды: климатических, агротехнических, почвенных, биоценологических и других, изменяющих условия обитания патогена и хозяина (Саленко, Есаулко, Шутко, Подколзин, 2014; Шутко, Тутуржанс, Михно, 2015).

Возбудители фузариозов полевых культур также генетически изменчивы, как растение-хозяин и все другие организмы. Внутри вида отмечается генетическая неоднородность, что приводит к появлению более или менее специализированных форм. Поэтому важно знать не только морфологические и культурные признаки грибов, но и

изучать их патогенность для различных видов и сортов растений, которые часто теряют устойчивость вследствие появления новых рас.

На зерновых культурах фузариоз проявляется в виде корневой гнили, снежной плесени и фузариоза колоса.

Снежная плесень (*Fusariumnivale*) поражает рожь, озимую пшеницу, многолетние травы и проявляется ранней весной после таяния снега. Сохраняется инфекция на остатках растительности в почве. В течение вегетации возбудитель фузариозной снежной плесени распространяется воздушно-капельным путем – конидиями.

На пораженных листьях, узле кущения образуется нежный паутинистый налет белого или розового цвета. На поверхности отмерших листьев образуются бледно-розовые или оранжевые шаровидные плодовые тела диаметром 0,3 мм. Листья часто склеиваются и загнивают. Узел кущения разрушается.

Развитию снежной плесени благоприятствуют стресс в результате неблагоприятных условий климата (оттепель, чрезмерная влажность почвы, относительно низкая температура весной, медленное таяние снега и выпадение его на не промерзший грунт); высокая влажность воздуха при относительно низкой температуре (<+5 ° C) весной; повторные и загущенные посевы культуры; избыточные дозы азотных удобрений; расположение посевов озимых культур в низменных местах.

Фузариозный ожог листьев, как форма проявления снежной плесени, начинается в стадии трубкования и формирования узлов. В ранней фазе развития растений, часто на изгибах листьев, появляется овально-эллиптическая, серовато-зеленая крапчатость. Пятно быстро увеличивается в размере до размера большого «глазкового» ожога с побелевшим или слегка сероватым центром. Листья расщепляются или рвутся, начиная от центра поражения.

Фузариозная корневая гниль на пшенице проявляется в побурении, загнивании и отмирании первичных и вторичных корней, подземного междоузлия и иногда основы стебля (Шутко, Марюхина, 2004). Такой тип поражения нередко является причиной изреживания посевов, а иногда белостебельности и пустоколосости.

Заболевание распространено во всех районах возделывания пшеницы, его вредоносность в последние годы усилилась в связи с широким внедрением ресурсосберегающих поверхностных обработок почвы, которые благоприятствуют сохранению и распространению фитопатогенов в почве.

Фузариоз колоса проявляется в виде бледно-розовых, а позже красноватых подушечек (споролож), на колосковых чешуйках и зерне. Иногда на колосе образуется сплошной розовый налет. Зерно в пораженном колосе щуплое и имеет низкую всхожесть.

Возбудителями фузариоза колоса являются грибы: *Fusariumgraminearum* Schwabe (Gibberellazeae), *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (*Gibberellaavenacea* R.J. Cook), *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc.

Они являются продуцентами высокотоксичных соединений – фузариотоксинов: дезоксиваленон, зеараленон, Т2-токсин, охратоксин, патулин, афлатоксины В1 и М1 (Гагкаева, Шамшев, Гаврилова, Селицкая, 2014).

Поражая зерно, гриб *F. graminearum* вызывает разложение белковых веществ с выделением аммиака и других токсических соединений. Хлеб, выпеченный из такой муки, несъедобен.

Сохраняются грибы на зерне, остатках растений, а также в почве в форме грибницы, склероциев, а иногда и хламидоспор. В период вегетации растений болезнь распространяется конидиями.

Заражение растений в почве происходит при температуре 13-26°C и относительной влажности 70-80%, но максимальный вред от фузариоза бывает при резких изменениях влажности воздуха.

Недобор урожая от фузариоза может достигать от 5 до 30%.

Помимо зерновых, фузариозы поражают ряд других полевых культур (Тутуржанс, 2009). Корневая гниль гороха распространена во всех районах его возделывания в период вегетации. В фазе всходов наблюдается загнивание корневой шейки, корней и семядолей. В ряде случаев наблюдается потемнение точки роста, и пораженные растения напоминают вид погасшей свечи с черным фитильком. На более взрослых растениях болезнь проявляется почернением и отмиранием корневой системы или основания стебля, в результате чего растения отстают в росте и увядают. Листья пораженных растений желтеют, скручиваются, засыхают и опадают (Павлюшин, 2005).

Сильно ослабленные растения гибнут, а более устойчивые отстают в росте. Над местом поражения главного корня появляется большое количество тонких боковых корешков. Во влажную погоду пораженные места покрываются белым или розовым налетом с оранжевыми или розовыми подушечками конидиального спороношения.

Фузариоз на горохе встречается и в виде трахеомикозного увядания. В начале развития у пораженных растений буреет подсемядольное кольцо, затем коричневатые пятна появляются на прикорневой части стебля, главном корне и корневых волосках, которые

постепенно теряют тургор, темнеют и отмирают. В силу развития мицелия патогена сосуды корней, стеблей, черешков листьев, цветоножек приобретают красно-коричневую с различными оттенками окраску, особенно хорошо заметную на поперечном срезе. Корневая гниль резко уменьшает адсорбирующую и поглотительную способность корней, а поражение сосудистой системы вызывает ее интоксикацию.

Листья и верхушки стебля поникают и быстро засыхают. Больные растения легко выдергиваются из почвы.

Возбудители болезни обитают в почве, на остатках растений и могут распространяться с семенами, на которых находятся в виде грибницы в семенной оболочке.

Развитию корневой гнили способствуют высокие температуры (среднесуточные 19-23, максимальные 34-39°C) и низкая относительная влажность воздуха (45-60%).

На картофеле при фузариозном увядании листья, начиная с верхних, теряют тургор, приобретают бледно-зеленую окраску. Верхушка стебля становится антоциановой и поникает. За ночь тургор на некоторое время восстанавливается, но затем листья полностью желтеют, скручиваются, и все растение засыхает. У пораженных растений разрушается подземный стебель, буреют боковые корни и столоны.

В растение гриб проникает через корневые волоски, а затем по ксилеме продвигается в стебель и закупоривает сосуды, вызывая их интоксикацию.

Фузариоз в посевах льна проявляется в течение всего вегетационного периода, но наибольший вред причиняет всходам, вызывая их увядание и отмирание.

Мицелий гриба *Fusarium* через корневые волоски, корневую шейку, нижнюю часть стебля проникает в сосуды, вызывая их закупорку, интоксикацию растения. Происходит загнивание корней, засыхает стебель. Заболевание в период цветения приводит к недоразвитию коробочек, снижению всхожести семян, ухудшению качества волокна (Павлюшин, 2005). При поражении проростков и молодых всходов льна заболевание проявляется увяданием растений, листья опускаются, желтеют, верхушка поникает, на корне и корневой шейке наблюдаются загнивание тканей, растение погибает. У основания пораженных растений образуются розоватые подушечки – спороношение гриба. Болезнь в фазе елочки приводит к пожелтению листьев, которые позже буреют и отмирают, стебель остается зеленым. Растение легко выдергивается из почвы, так как корни разрушены.

Позднее поражение взрослых растений начинается с фазы цветения и продолжается до конца вегетации. При сильном заражении коробочки образуются слабо, буреют, растение дает щуплые семена. На посевах вследствие распространения фузариоза образуются

плешины. Сильное поражение приводит к так называемому преждевременному созреванию льна (Шкаликов и др., 2003).

Развивается грибок во влажную погоду при температуре от 10 до 37°C (оптимум 22-24°C), а растения заражаются при температуре 13-32°C. Грибница в растение проникает через корневые волоски, молодые клетки эпидермиса, устьица ростка и механические повреждения. Внутри растения грибок развивается в сосудах древесной части стебля, где образует обильную грибницу, нарушая химический состав и строение стебля.

Из пораженных коробочек грибок распространяется на семена, вследствие чего они бывают недоразвитыми, щуплыми, теряют блеск, а иногда окрашены в розовый или сероватый цвет.

Источником инфекции, кроме зараженных семян, являются также остатки пораженных растений и почва.

На масличных культурах, в частности, на подсолнечнике фузариоз особенно вредоносен при поражении стеблей, корзинок и семян. На ранних этапах онтогенеза подсолнечника проявляется в виде гибели всходов и пятнистостей на разных частях растений. В дальнейшем отдельные виды вызывают трахеомикозное увядание растений, поражение листьев или гниль корзинок. Пораженная внутренняя ткань стеблей имеет локальную или сплошную серую, розовую, красную и другую окраску. Во влажных условиях на пораженных корзинках и семенах образуется белый или розовый мицелий с характерным спороношением возбудителей болезни. Наиболее вредоносен на Северном Кавказе. Возбудители фузариоза являются токсигенными видами, поэтому продукция, полученная из пораженных семян, может быть опасной для людей и животных. Источники инфекции: пораженные растительные остатки, зараженные семена, растения-резерваты.

В последнее время в посевах сахарной свеклы отмечено массовое распространение гнилей корнеплодов. Это обусловлено, прежде всего, инфицированностью почвы, то есть, наличием инокулюма почвенных грибов, который насчитывает от нескольких десятков до сотен тысяч спор в 1 грамме абсолютно сухой почвы. Количество и качество почвенной биоты, ее адаптивность, изменчивость, существенно корректирует многими факторами, среди которых доминирующая роль принадлежит температуре. Температурный фактор влияет не только на развитие возбудителей болезней корневой системы, но и онтогенез самих сельскохозяйственных культур – сахарной свеклы, пшеницы, ячменя, сои, гороха, кукурузы и ряда других.

Проблема массового загнивания корнеплодов в поле началась с широкого введения в производственные посевы зарубежных гибридов интенсивного типа – высокоурожайных, но

испытывающих стресс в условиях неустойчивого или недостаточного увлажнения. Как известно, любой стрессовый фактор поражает физиологические сбои в обменных процессах растений, приводящие к снижению их иммунитета, а значит, облегчает проникновение патогенов в ткани. Зарубежные гибриды обладают высоким генетическим потенциалом, но их селекция проходила в условиях Западной Европы, отличающихся мягким климатом и легкими почвами, поэтому в стрессовых условиях Центрально – Черноземных районов и при существующей низкой культуре земледелия они не могут полностью реализовать свой потенциал.

Негативную роль играет увеличение концентрации сахарной свеклы в севообороте. Насыщение севооборота восприимчивыми к местным фитопатогенам гибридами способствует росту плотности фитопатогенных видов в почве и инфицированного фона до превышения порога вредности. В результате совокупное действие ряда факторов приводит к широкому распространению корневых гнилей в производственных посевах сахарной свеклы.

На сахарной свекле одним из наиболее вредоносных видов гнили корнеплодов является фузариозная гниль, вызываемая грибами рода *Fusarium*. Появление заболевания начинается с отмирания сосудисто-волокнистых пучков, внутри корня образуются полости, заполненные белым или розовым мицелием гриба. (Шкаликов и др., 2002).

Для большинства почвенных грибов оптимальной считается температура от 20 до 25°C. Интенсивно развиваются некоторые виды возбудителей гнилей и при более высокой температуре – до 30°C, в том числе гриб *Fusariumgibosum*, некоторые же грибы из рода *Fusarium* способны в той или иной степени развиваться и при более низких температурах – 10-15 °C, инфицируя корни сахарной свеклы, находясь в скрытой форме.

Грибы *Fusariumoxysporum*, *Fusariumoxysporumv. ortocerasi* бактерии способны стремительно поражать растения, а токсины, выделяемые ими – транспортироваться по сосудам растения и вызывать общее увядание не только надземной части, но и корней системы. Комплекс бактерий и токсинообразующих грибов, вызывающих поражение сосудов, дает эффект апоплектической гибели растений сахарной свеклы при засушливых и жарких погодных условиях.

Таким образом, анализ фитопатологической литературы свидетельствует о необходимости своевременной диагностики фузариозов сельскохозяйственных культур и разработке эффективных мер борьбы с ними.

Цель исследования – изучить диагностические признаки нового экономически значимого заболевания фузариозной желтухи сахарной свеклы.

В рамках общей цели ставились следующие задачи:

- провести фитосанитарный мониторинг посевов сахарной свеклы на предмет выявления фузариозной желтухи;
- описать диагностические признаки заболевания;
- из пораженной ткани выделить возбудителя заболевания;
- исходя из биологии возбудителя разработать систему мер борьбы с фузариозной желтухой сахарной свеклы.

Методика. Исследования проводились в 2015 году в условиях СПК колхоза – племзавода «Казьминский» Кочубеевского района Ставропольского края. По производству сахарной свеклы колхоз занимает второе место в России, собирая свыше 300 тысяч тонн корнеплодов ежегодно.

Колхоз – племзавод «Казьминский» находится в третьей агроклиматической зоне Ставропольского края – зоне неустойчивого увлажнения. Ближайшая метеостанция к колхозу – племзаводу «Казьминский» находится в городе Невинномысск (рис. 1). За год выпадает 450-550 мм осадков при ГТК 0,9-1,1 и сумме температур 3000-3200°С. Зима умеренно мягкая, средняя месячная температура января – 3,0-0,5°С, минимальная – 32-34°С. Высота снежного покрова 10 см и выше. Сход снежного покрова отмечается в начале марта, возобновление вегетации – в конце марта – начале апреля. Продолжительность безморозного периода составляет 180-195 дней. Лето довольно жаркое, со среднемесячной температурой июля 22-24°С. Осадков за период активной вегетации выпадает порядка 300-350 мм.

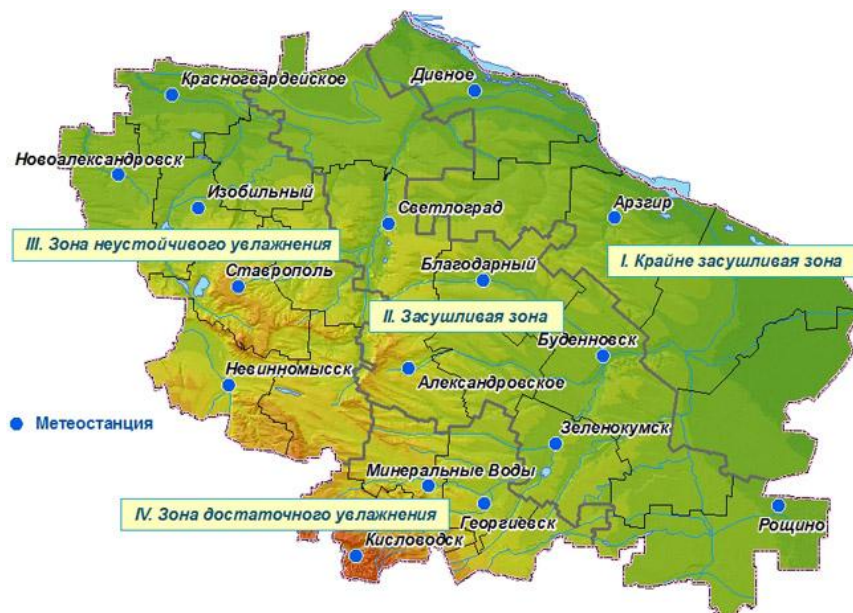


Рисунок 1 – Агроклиматическое районирование Ставропольского края (ИАС Агроклимат; <http://climate.sniish.ru/>)

Почвенный покров Ставропольского края сложен и многообразен. Ему свойственна пестрота, неоднородность и значительная комплексность совмещения зональных и интразональных почв. Территорию Ставропольского края можно условно разделить на 2 почти равные почвенные зоны: западную – черноземную (47,4%) и восточную – каштановую, занимающую 52,6% общей площади края.

Почвенный покров колхоза – племзавода «Казьминский» представлен преимущественно черноземами выщелоченными. По содержанию органического вещества в слое 0-20 см 36,4% площади характеризуется низким содержанием, 63,6% – средним от 4 до 8. По содержанию элементов питания в слое 0-20 см почвы характеризуются средним содержанием подвижного фосфора (20 мг/кг) и обменного калия – 312 мг/кг.

Анализируя погодные условия за 2014-2015 гг. (рис. 2-3), можно отметить, что в год предшествующий посеву сахарной свеклы обработка улучшенной зяби (предшественник – озимая пшеница) происходила при чередовании засушливых и увлажненных условий в сентябре – ноябре при более низкой по сравнению со среднегодовыми показателями температуре воздуха (на 1,5-4°C). По данным Г.А. Селивановой (2013), резкая смена засушливых и влажных периодов благоприятствует активизации патогенных организмов и развитию корневых гнилей.

Зимние условия характеризовались засухой и повышенными температурами. Таким образом, осенне – зимний период по погодным условиям благоприятствовал сохранению фузариозной инфекции на растительных остатках в почве.

В связи с пониженными по сравнению со среднегодовыми показателями температурами в апреле, прогрев почвы на глубину посева сахарной свеклы наступил позже, поэтому посев провели в оптимально поздние сроки.

Начальный период вегетации сахарной свеклы характеризовался как теплый и влажный. Температура воздуха превысила среднегодовую показатели в мае – июне на 0,5-1°C при избыточном на 14-19% увлажнении. Данные условия были оптимальными для роста и развития грибов рода *Fusarium* (по данным Л.В. Караджовой (1989), грибы данной систематической группы развиваются в широких пределах температур, но при более высоком содержании влаги гифы фузариев более длинные, ветвистые, спороношение обильное). Более того, по данным Н.Н. Запольской (2014), с учетом того, что на протяжении последних лет температура в период вегетации повысилась в среднем на 1-5°C, патогенность грибов рода *Fusarium* при температуре 20-25°C увеличилась в два раза по сравнению с температурой 10-15°C.

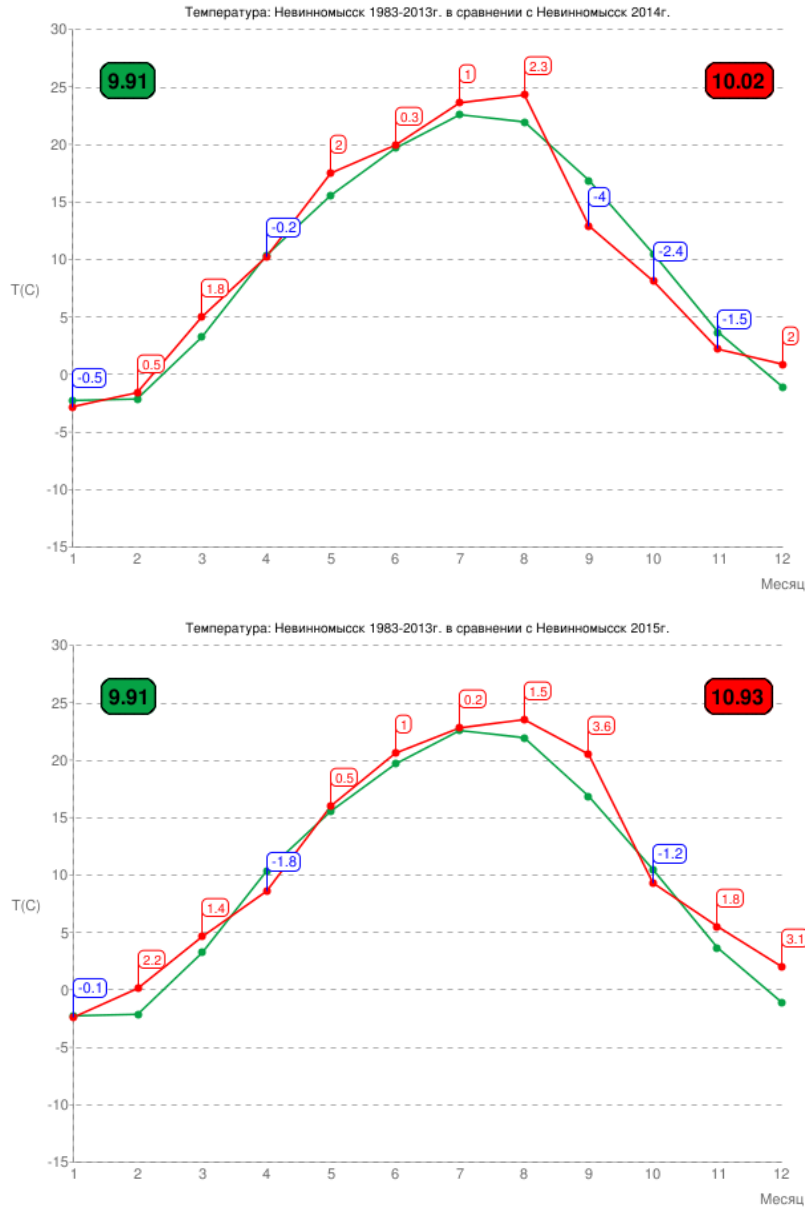


Рисунок 2 – Температурные условия 2014-2015 гг. по сравнению со среднегодовыми показателями за период 1983-2013 гг. (ИАС Агроклимат; <http://climate.sniish.ru/>):

Условные обозначения:

— температура базового периода

— температура анализируемого периода

Отклонение значения анализируемого периода от базового:

0.3 - положительное

-1.6 - отрицательное.

Средняя температура изображенных на графике месяцев базового периода: 10.5

Среднегодовая температура изображенных на графике месяцев анализируемого периода:

10.9 - выше значения базового периода

10.1 - ниже или равно значению базового периода.

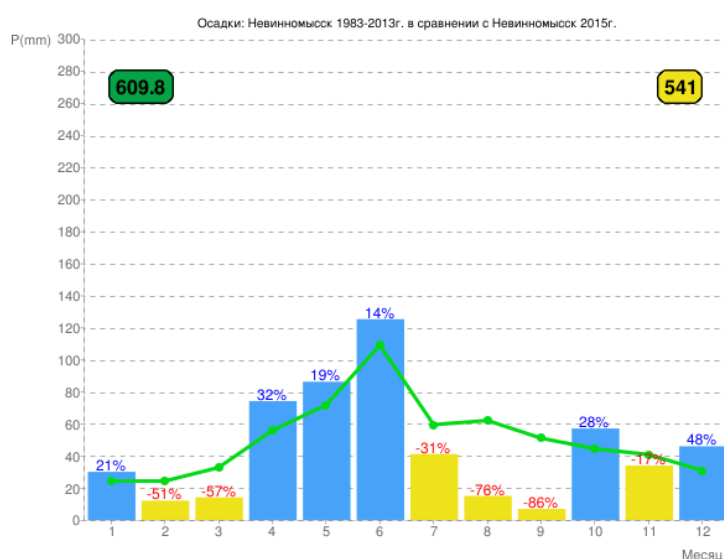
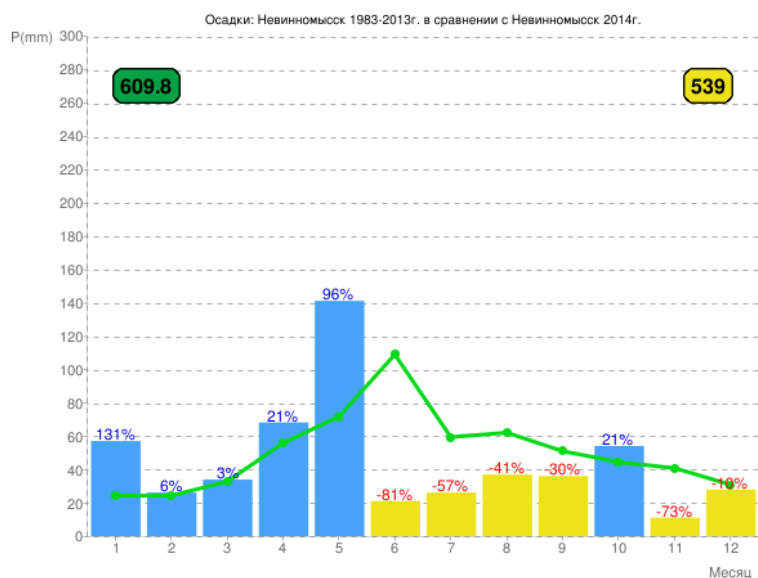


Рисунок 3 – Режим увлажнения 2014-2015 гг. по сравнению со среднемноголетними показателями за период 1983-2013 гг. (ИАС Агроклимат; <http://climate.sniish.ru/>):

Условные обозначения:

— - осадки базового периода

Осадки анализируемого периода:

■ - выше значения базового периода

■ - ниже значения базового периода

Отклонение значения анализируемого периода от базового в процентах. Процент = (анализируемое значение (P2) / базовое значение (P1)) * 100%

55% - положительное; -71% - отрицательное

Суммарное количество осадков изображенных на графике месяцев базового периода: 632.8

Суммарное количество осадков изображенных на графике месяцев анализируемого периода:

689.2 - выше значения базового периода

350.8 - ниже или равно значению базового периода.

Исследования проводили методом маршрутного обследования посевов сахарной свеклы с последующим лабораторным анализом биологического материала методом влажных камер.

Пораженные растения отмывали под проточной водой, затем отделяли больные части для дальнейшей обработки. Части растений, предназначенные для выделения патогена, разрезали на кусочки так, чтобы переходная часть от здоровой ткани к пораженной находилась посередине кусочка.

Материал поверхностно дезинфицировали 70% спиртом, затем трижды ополаскивали стерильной дистиллированной водой для удаления дезинфицирующего вещества.

Стерильную воду получают заранее путем автоклавирования дистиллированной воды в течение 20 минут при 120°C. Из последней порции промывной воды материал с помощью стерильного пинцета переносят в чашки Петри, на дно которых помещают фильтрованную бумагу в 2 слоя.

Фильтрованную бумагу увлажняют стерильной водой комнатной температуры. Части корнеплода раскладывают на расстоянии 1 - 2 см одно от другого в зависимости от их размеров.

Закрытые чашки Петри помещают в термостат для проращивания.

Термостаты предварительно тщательно моют горячей водой с моющими средствами и дезинфицируют 1% - ным раствором перманганата калия через каждые 10 дней. Перед каждым фитоанализом их дезинфицируют спиртом или бактерицидными лампами в течение 30 минут. Раз в месяц термостаты дезинфицируют в помощью бактерицидных ламп в течение 8 часов.

Через 10 дней появившееся спороношение микроскопировали для идентификации возбудителя болезни.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что в 2015 году на посевах сахарной свеклы отмечалось заражение растений фузариозной желтухой. По данным Н.Н. Запольской (2013), на территории бывшего СССР заболевание было впервые идентифицировано в 2007 году в хозяйствах Полтавской, Черкасской, Сумской и Хмельницкой областей Украины. В качестве возбудителей болезни были выделены грибы *Fusarium acuminatum* (Ell. Et Ev.) Booth., *Fusarium oxysporum* Shlea.

Фузариозная желтуха или фузариозное пожелтение листьев начинает проявляться в фазе 2 - 4 пар листьев. Сначала желтеют ткани между жилками на более старших листьях, затем поражаются и молодые листья (рис. 4).



Рисунок 4 – Хлороз растительной ткани между жилками (оригинальный)

Чаще всего болеют растения, которые переболели корнеедом в слабой степени, они остаются инфицированными фузариями и продолжают вегетировать, при этом на них развивается «хроническая» фаза корневой гнили, которая проявляется в виде хлороза листьев, увядания и недоразвитости и отмирании надземной части и самого корня (рис. 5).



Рисунок 5 – Загнивание и отмирание корня (оригинальный)

При увядании пораженных листьев их черешки у основания чернеют, корни остаются в росте, и на них образуется множество боковых корешков (рис. 6).



Рисунок 6 – Почернение черешков листьев (оригинальный)

Инфицированные фузариями растения провоцируют развитие гнилей корнеплодов вторичного характера (кагатная гниль).

Исследование биологического материала методом влажной камеры подтвердило диагноз, поставленный методом внешнего осмотра пораженных растений. Характерный налет мицелия и спороношения грибов рода фузариум на формирующихся корнеплодах, богатых углеводами (питательная среда для фитопатогена) появилось на 2-е сутки инкубирования, на фрагментах корневой системы – на 9 сутки (рис. 7).



Рисунок 7 – Мицелий и спороношение грибов рода *Fusarium* на пораженной ткани (оригинальный)

Таким образом, исследования показали, что в условиях колхоза – племзавода «Казьминский» при возделывании импортных гибридов, обладающих высоким генетическим потенциалом, но отселектированных в условиях мягкого климата и легких почв Западной Европы, отмечается их недостаточная адаптированность к свеклосеющим регионам Российской Федерации и, соответственно, неустойчивость к недостатку влаги и местной патогенной микрофлоре. Это особенно наглядно проявляется в условиях современных систем земледелия Ставропольского края, которые характеризуются увеличением площадей под посевами зерновых культур и минимизацией системы обработки почвы.

Таким образом, исследования показали, что в 2015 году на посевах сахарной свеклы в условиях колхоза – племзавода «Казьминский» отмечалось заражение растений фузариозной желтухой.

При возделывании импортных гибридов, обладающих высоким генетическим потенциалом, но отселектированных в условиях мягкого климата и легких почв Западной Европы, отмечается их недостаточная адаптированность к свеклосеющим регионам Российской Федерации и, соответственно, неустойчивость к недостатку влаги и местной патогенной микрофлоре. Это особенно наглядно проявляется в условиях современных

систем земледелия Ставропольского края, которые характеризуются увеличением площадей под посевами зерновых культур и минимизацией системы обработки почвы.

Исходя из биологии возбудителей фузариозной желтухи сахарной свеклы можно рекомендовать следующие меры борьбы:

- снижение насыщенности севооборота сахарной свеклой до 15-20%, так как при смене культур, не имеющих общих патогенов, предотвращается накопление паразитических микроорганизмов в почве;

- осенняя глубокая вспашка с оборотом пласта, в результате которой свежие пожнивные остатки с сохраняющимися на них фитопатогенами запахиваются в более глубокие и увлажненные слои почвы, где активно происходит трофическая сукцессия микрофлоры (смена фитопатогенных видов на сапрофитов, разлагающих минеральные остатки с высвобождением элементов минерального питания растений);

- подбор сортов и гибридов, адаптированных к почвенно – климатическим условиям хозяйства;

- междурядные культивации против сорняков, уплотнения почвы, появления почвенной корки, это в определенной мере позволит сократить количество гербицидных обработок, угнетающих полезную микрофлору; более того, является целесообразным уничтожить наиболее вредоносные сорняки химическим способом в зерновых предшественниках сахарной свёклы, а в её посевах практиковать использование междурядных обработок.

Для повышения устойчивости растений к фитопатогенам:

- внесение фосфорно-калийных удобрений при севе с целью повышения иммунного статуса растений;

- профилактическое опрыскивание посевов сахарной свеклы в фазу 2-3 пар настоящих листьев (период линьки корня) фунгицидами на основе действующих веществ беномил или карбендозим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагкаева, Т. Ю. Биология взаимоотношений грибов рода *Fusarium* и насекомых (обзор) / Т. Ю. Гагкаева, И. В. Шамшев, О.П. Гаврилова, О.Г. Селицкая // Сельскохозяйственная биология. - 2014. - № 3. – С. 13-23.
2. Запольская, Н.Н. Влияние температуры на развитие и патогенность возбудителей гнилей сахарной свеклы / Н.Н. Запольская // Сахарная свекла. – 2014. - № 4. – С. 33-34.
3. Запольская, Н.Н. Фузариозная желтуха на сахарной свекле / Н.Н. Запольская // Сахарная свекла. – 2013. - № 5. – С. 32-33.
4. Караджова, Л.В. Фузариозы полевых культур / Л.В. Караджова. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 256 с.
5. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии / В.А. Шкаликов, Ю.М. Стройков, Ф.С.–У. Джалиев и др.; под ред. Шкаликова. – М.: КолосС, 2002. – 208 с.
6. Саленко, Е.А. Влияние минеральных удобрений на пораженность озимой пшеницы корневой гнилью в умеренно-влажной зоне Ставропольского края / Е.А. Саленко, А.Н. Есаулко, А.П. Шутко, А.И. Подколзин // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 6. - С. 1642.
7. Селиванова, Г.А. Причины ширококого распространения корневых гнилей в ЦЧР / Г.А. Селиванова // Сахарная свекла. – 2013. - № 5. – С. 27-31.
8. Система земледелия Ставрополя : монография / под общ. ред. акад. РАН, РАСХН А.А. Жученко; чл.-кор. РАСХН В.И. Трухачёва. – Ставрополь : АГРУС, 2011. – 844 с.
9. Системы защиты основных полевых культур юга России [Электронный ресурс]: справочное и учебное пособие для студентов агрономического факультета и факультета защиты растений / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, О.В. Шарипова. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 184 с.
10. Трухачев, В. И. Системы земледелия Ставрополя и их совершенствование / В.И. Трухачев, В.М. Пенчуков // Вестник АПК Ставрополя. - 2015. - №2 [Спец. выпуск]. – С.48.
11. Тутуржанс, Л.В. Продуктивность эспарцета в зависимости от защитных мероприятий против болезней на черноземе выщелоченном / Л.В. Тутуржанс: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь, 2009. – 20 с.

12. Урожайность сахарной свеклы [Электронный ресурс] // Официальный интернет – портал министерства сельского хозяйства России. - URL: <http://www.mcsx.ru/>
13. Черепанова, Н.П. Систематика грибов / Н.П. Черепанова. – СПб.: Изд-во С.-Петербурб. ун-та, 2005.– 344 с.
14. Шутко, А.П. Микрофлора и посевные качества семян озимой пшеницы в зависимости от агроэкологических факторов / А.П. Шутко, А.Г. Марюхина // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве 68-я научно-практическая конференция. – Ставрополь, 2004. - С. 240-245.
15. Шутко, А.П. Особенности фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в условиях агроландшафтного земледелия (на примере Ставропольского края) / А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс, Л.А. Михно // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции. Ставрополь, 2015. - С. 373-376.
16. Биология сахарной свеклы [Электронный ресурс] // Сахарный рынок России. - URL: <http://sugar.ru/>
17. Болезни сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс] // AgroAtlas. - URL: <http://www.agroatlas.ru/ru/>
18. Корнеплоды [Электронный ресурс] // Агрономический портал «Основы сельского хозяйства» . - URL: <http://agronomiy.ru/>
19. Оперативная информация [Электронный ресурс] // Информационно-аналитическая система «Агроклиматический потенциал Ставропольского края». - URL: <http://climate.sniish.ru/>