

ЛИСТОСТЕБЛЕВЫЕ БОЛЕЗНИ СОИ НА СОРТАХ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

^{1,2}Е.Ю. Торопова, доктор биологических наук, профессор

²Т.П. Колесникова, кандидат биологических наук

²М.Ф. Царькова, кандидат биологических наук, доцент

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

E-mail: 79139148962@yandex.ru

Ключевые слова: соя, сорт, группа спелости, мониторинг, септориоз, пероноспороз, церкоспороз, пурпурный церкоспороз, аскохитоз.

Реферат. Амурская область – основной производитель соевых бобов в Российской Федерации, где одной из существенных фитосанитарных проблем технологий возделывания сои являются листовые инфекции. Поражаемость сои болезнями варьирует в значительной степени в зависимости от погодных условий, применяемой агротехники и устойчивости возделываемых сортов. Поскольку возделываемые в регионе сорта сои имеют существенные различия по скороспелости, сохраняется актуальность мониторинга листовых инфекций и выявления степени их развития в зависимости от длины вегетационного периода культуры и условий года. Цель исследования состояла в оценке влияния сортов сои по группам спелости и условий года на развитие листовых инфекций. Исследования проводили в 2022 и 2023 гг. в Тамбовском районе Амурской области на 32 сортах сои отечественной и иностранной селекции, относящихся к трем группам спелости: скороспелые, среднеспелые и позднеспелые. При фитопатологическом обследовании посевов сои были выявлены септориоз (*Septoria glycines* T. Hemmi. Syn.), церкоспороз (*Cercospora sojae* Hara), аскохитоз (*Ascochyta sojaecola* Abramoff. Syn.), пероноспороз (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. Syn.), пурпурный церкоспороз (*Cercospora kikuchii* (Matsuet Tomoyasu) Yarden) и угловая бактериальная пятнистость. По показателю развития болезней на сортах сои трех групп спелости было выявлено, что развитие пероноспороза достоверно, на уровне 90 %, зависело от группы спелости сорта: средне-, а особенно позднеспелые сорта, поражались болезнью в оба года исследований на порядок сильнее, чем раннеспелые сорта. Достоверного влияния групп спелости сортов сои на остальные инфекции на фоне применения фунгицида выявлено не было, при этом дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта показал достоверное влияние погодных условий года на развитие заболеваний: церкоспороза – на уровне 75,7 %, пурпурного церкоспороза – 77,1 %, аскохитоза – 98,5 %. На развитие бактериоза влияла как группа спелости сортов сои, так и условия года, болезнь сильнее проявлялась на раннеспелых сортах, более заселенных клещами – переносчиками возбудителя болезни и была отмечена только в 2023 г. Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта не позволил выявить достоверного влияния сортов и условий года на развитие септориоза, что говорит о значительных адаптациях возбудителя болезни к погодным факторам и физиологии растений разных групп спелости, а также о стабильной эффективности против септориоза фунгицидной обработки посевов сои.

LEAF-STEM DISEASES OF SOYBEAN ON VARIETIES OF DIFFERENT RIPENITY GROUPS IN THE CONDITIONS OF THE AMUR REGION

^{1,2}E.Yu. Toropova, Doctor of Biological Sciences, Professor

²T.P. Kolesnikova, PhD in Biological Sciences

²M.F. Tsarkova, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

E-mail: 79139148962@yandex.ru

Keywords: soybean, variety, ripeness group, monitoring, *Septoria* blight, downy mildew, *Cercospora* blight, purple *Cercospora* blight, *Ascochyta* blight.

Abstract. The Amur region is the main producer of soybeans in the Russian Federation, where one of the significant phytosanitary problems of soybean cultivation technologies is leaf and stem infections. The susceptibility of soybeans to diseases varies greatly depending on weather conditions, used agricultural technology and the resistance of cultivated varieties. Since the soybean varieties, cultivated in the region, have significant differences in early maturity, it remains relevant to monitor leaf and stem infections and identify the degree of their development depending on the length of the crop growing season and the year conditions. The purpose of the study was to assess the influence of soybean variety by maturity groups and year conditions on the incidence of leaf-stem infections. Research was carried out in 2022 and 2023 in the Tambov district of the Amur region on 32 soybean varieties of domestic and foreign selection, belonging to 3 ripeness groups: early ripening, mid-ripening and late ripening. A phytopathological examination of soybean crops revealed *Septoria blight* (*Septoria glycines* T. Hemmi. Syn.), *Cercospora blight* (*Cercospora sojae* Hara), *Ascochyta blight* (*Ascochyta sojaecola* Abramoff. Syn.), downy mildew (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. Syn.), purple *Cercospora blight* (*Cercospora kikuchii* (Matsuet Tomoyasu) Yarden) and angular bacterial spot. According to the indicator of disease incidence on soybean varieties of three ripeness groups, it was revealed that the incidence of downy mildew significantly, at the level of 90 %, depended on the variety ripeness group: mid-, and especially late-ripening varieties, were affected by the disease in both years an order of magnitude more strongly than early-ripening varieties. No significant influence of soybean varieties maturity groups on other infections was detected after the use of the fungicide, while analysis of variance according to the two-factor experiment scheme showed a significant influence of year weather conditions on the diseases incidence: *Cercospora blight* – at the level of 75.7 %, *Cercospora purple blight* – 77.1 %, *Ascochyta blight* – 98.5%. Both the ripeness group of soybean varieties and the year conditions influenced the bacteriosis incidence: the disease was more pronounced on early-ripening varieties, which were more populated by mites, the vectors of the disease pathogen, and was noted only in 2023. Analysis of variance according to the two-factor experiment scheme did not reveal a significant influence of varieties and year conditions on the incidence of *Septoria blight*, which indicates significant adaptations of the pathogen to weather factors and the physiology of plants from different ripeness groups, as well as the stable effectiveness of fungicidal treatment of soybean crops against *Septoria blight*.

На Дальнем Востоке соя – высокорентабельная культура, ее посевы преобладают в севообороте всех хозяйств региона. Нарастание производства зерна этой культуры происходит за счет увеличения посевных площадей и повышения урожайности [1]. При этом поражаемость сои болезнями варьирует от 20 до 100 % в зависимости от устойчивости сорта, агрессивности возбудителей болезней, погодных условий, применяемой агротехники.

В посевах сои широко распространены микозы, бактериозы, несколько видов вирусных заболеваний. Доминирующими фитопатогенами являются возбудители септориоза (*Septoria glycines* T. Hemmi. Syn.), церкоспороза (*Cercospora sojae* Hara), пурпурного церкоспороза (*Cercospora kikuchii* (Matsuet Tomoyasu) Yarden), пероноспороза (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. Syn.), бактериальной угловатой пятнистости (*Pseudomonas glycineum* Coerper) и корневых гнилей (*Fusarium solani* (Mart.); *Rhizoctonia solani* Kuehn; *Ascochyta sojaecola* Abramoff. Syn.) [2].

Септориоз (*Septoria glycines*), или ржавая пятнистость, является одним из самых вредоносных заболеваний сои на Дальнем Востоке.

Он поражает все надземные органы растений, вызывает преждевременное опадение листьев и снижение урожайности от 8 до 34 % [3]. При влажной погоде инфекция с нижних листьев распространяется выше по растению, однако не всегда достигает верхних ярусов до фазы созревания, так как пораженные листья быстро опадают. При массовом развитии заболевания пятна сливаются, образуя темно-бурые зоны неправильной формы, окруженные хлоротичной тканью [2].

Церкоспороз, или округлую серую пятнистость, вызывает возбудитель гриб *Cercospora sojae*, поражающий все надземные органы сои. Болезнь прогрессирует вверх по растению, достигая массового развития к концу цветения и в фазу налива бобов сои. При сильном развитии болезни урожай снижается до двух раз, уменьшается содержание масла и белка в зерне [4].

В Амурской области все большее распространение получает пурпурный церкоспороз сои (возб. *Cercospora kikuchii*), который ранее отмечался только за рубежом. В связи с вступлением в силу с 1 июля 2017 г. Единого перечня карантинных объектов ЕАЭС, в соответствии с решением Совета Евразийской экономиче-

ской комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158, *C. kikuchii* является карантинным объектом на территории стран ЕАЭС. Фитопатоген обычно сохраняется в оболочке семян сои и передается следующему поколению растений-хозяев, одновременно расселяясь в пространстве, однако он может выживать в виде мицелия и на растительных остатках. Зараженные семена отличаются от здоровых наличием темных пятен или неестественной окраской от слабо-розовой до пурпурно-черной. Семенная кожура растрескивается продольными трещинами и становится шероховатой. При прорастании инфицированных семян семядольные листочки становятся темно-пурпурными и опадают. На стеблях растений сои появляются охватывающие темно-пурпурные некротические пятна [5]. В Приамурье это заболевание было впервые зафиксировано в 1998 г., но не идентифицировано и отмечалось как красная пятнистость. В настоящее время пурпурный церкоспороз получает все большее распространение в посевах сои, где отмечается инфицирование семян до 10 % и выше. Заболевание ухудшает товарные и посевные качества семян [6].

Возбудитель пероноспороза (возб. *Peronospora manshurica*), как и возбудитель септориоза, относится к вредным организмам группы воздушно-капельно-семенные, которые освоили в качестве дополнительной экологической ниши семена и приспособились к передаче инфекции с семенами из года в год. Они нуждаются в наличии капельно-жидкой влаги или высокой влажности воздуха на всех фазах механизма передачи возбудителя. Фактором передачи возбудителя инфекции являются зараженные семена или растительные остатки, на которых выживают зооспоры и мицелий фитопатогена. В начале вегетации сои на пораженных семядолях появляется нежный, быстро исчезающий налет конидиального спороношения гриба, в результате чего они желтеют и опадают. В дальнейшем посредством конидий происходит вторичное заражение листьев. Таким образом, инфекция распространяется с пораженных растений, которые являются источником инфекции, на здоровые. Заболевание вызывает уменьшение ассимиляционной поверхности листьев, в результате чего продуктивность сои снижается на

40 % и более, в зерне уменьшается содержание жира, а всхожесть семян падает до 70 % [7].

Оптимальной температурой для развития пероноспороза считается 18–20 °С при относительной влажности воздуха 95–100 %. Развитие болезни приостанавливается не только в сухую жаркую погоду, но и в период сильных ливневых дождей, когда конидии смываются с листьев [8]. Такое явление очень часто происходит в условиях Амурской области, что сдерживает распространение данного заболевания.

Аскохитозом (возб. *Ascochyta sojaecola*) могут поражаться все органы сои. На листьях появляются светло-коричневые пятна округлой формы с темно-коричневым ободком. При отмирании ткани на пятнах просматриваются концентрические круги. Со временем центральная, более светлая часть пятна, выпадает. Возбудитель аскохитоза сохраняется на растительных остатках и семенах в виде мицелия и пикнид. Распространяется рано весной при температуре от +4 °С при обязательном наличии капельно-жидкой влаги. Наиболее опасна семенная форма аскохитоза, так как сильно зараженные семена загнивают и теряют всхожесть, слабо зараженные семена дают всходы с больными семядолями [4].

Бактериальная угловатая пятнистость (возб. *Pseudomonas glycineum* Coerp.), или бактериальный ожог, максимально проявляется во второй половине июля – августе, когда среднесуточная температура воздуха составляет 22–27 °С и выпадает значительное количество осадков – до 300 мм и выше. В этот период соя формирует куст, и соприкосновение листьев способствует контактному перезаражению растений. Фитопатоген передается во времени семенами, а в период вегетации сои распространяется насекомыми. Вредоносность бактериальной угловатой пятнистости выражается в снижении продуктивности за счет уменьшения количества бобов на больных растениях и массы семян в них [9].

В сезонной и многолетней динамике эпифитотического процесса листостеблевых инфекций большую роль играют гидротермические факторы, поскольку наземные фитопатогены передаются в течение вегетации воздушно-капельным путем [10]. Для развития фитопатогенов в растении-хозяине, длительности ин-

кубационного периода болезней важную роль играет температура воздуха [11].

Большое значение в предупреждении и контроле развития болезней сои играет устойчивость сортов, которая может варьировать по группам спелости растений. Устойчивость растений к болезням связана со сложной системой их морфофизиологических особенностей. Они могут не подвергнуться заболеванию, поскольку фенофазы и цикл развития фитопатогена не совпадают. Устойчивость или слабая поражаемость могут быть обусловлены анатомическими особенностями строения листа, стебля, цветка и т.д. Очень часто устойчивость определяется физиологическими и биохимическими свойствами растений. Нередко защитные механизмы обусловлены комбинацией различных признаков и свойств устойчивости [3].

Цель исследования состояла в оценке влияния сортов сои по группам спелости и условий года на развитие листостеблевых инфекций.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2022 и 2023 гг. на опытном участке исследовательского центра «Таргет Агро» Тамбовского района Амурской области. Схема опыта включала 32 сорта сои отечественной и иностранной селекции. Сорта по группам спелости распределяли согласно производственной классификации сортов сои, принятой на Дальнем Востоке (115 дней и более – позднеспелый, 101–114 дней – среднеспелый, 91–100 – скороспелый, менее 90 дней – ультраскороспелый) [12].

Скороспелые сорта – Сентябринка (Амурская область), Топаз (Амурская область), ЭОС (Красноярск), Припять (Белоруссия), Говернор (Франция).

Среднеспелые сорт – Невеста (Амурская область), Чародейка (Амурская область), Журавушка (Амурская область), Апис (Амурская область), Дебют (Амурская область), Евгения (Амурская область), Волма (Белоруссия), Амадеус (Канада), Максус (Канада), Аляска (Канада), Сиберия (Канада), Тайга (Канада), Юнка (Канада), Элина (Канада), ХУ-03 (Китай), ХУ-06 (Китай), ХУ-08 (Китай), ХУ-33 (Китай).

Позднеспелые сорта – Грей (Амурская область), Фавор (Франция), Хана (Канада), ДШ-863 (Канада), Кассиди (Канада), Навигатор (Франция), Кофу (Канада), Опус (Канада).

Предшественник – соя, осенняя обработка почвы (октябрь) – культивация в один след на глубину 14–16 см (Buhler Versatile2375 + Salford 450), весенняя обработка (апрель) – закрытие влаги, ранневесеннее боронование (Buhler Versatile2375 + Veles), весенняя обработка (май) – культивация (Buhler Versatile2375 + Salford-550), боронование. Посев – вторая декада мая, ширина междурядий 45 см, норма высева 650 тыс. всхожих семян/га. Площадь опытной делянки под каждым вариантом – 720 м².

Почва опытного участка – лугово-черноземовидная, среднеспелая (мощность пахотного горизонта – 25 см). По механическому составу – глинистая, содержание гумуса низкое – 2,8 %, реакция водной вытяжки слабокислая ($pH_{\text{сол}} = 5,2$), содержание подвижного фосфора (P_2O_5) низкое – 23 мг/кг почвы (по Кирсанову); обменного калия (K_2O) повышенное – 155 мг/кг почвы (по Кирсанову), минерального азота ($N_{\text{мин}}$) – 16,1 мг/кг почвы, представленного в основном аммонийной формой ($N-NH_4$) – 13,4 мг/кг почвы.

Уход за посевами:

в фазу 1–3 настоящих листьев – гербицид Тигрис, 2,5 л/га (кломазон, 480 г/л);

в фазу 3–5 настоящих листьев – гербицид Тигрис, 2,5 л/га (кломазон, 480 г/л) + фунгицид Кристалл, 0,6 л/га (эпоксиконазол 160 г/л + пиракlostрабин 100 г/л + боскалид 90 г/л) + микроудобрения Фолирус Стимул, 3,0 л/га (N-170 г/л, P-146 г/л, K-73 г/л, + МЭ) + прилипатель Агропол, 0,05 л/га + пеногаситель Агропол пеностоп, 0,07 л/га;

в фазу бутонизация – фунгицид Кристалл, 0,6 л/га (эпоксиконазол 160 г/л + пиракlostрабин 100 г/л + боскалид 90 г/л) + инсектицид Патрий, 0,3 л/га (циперметрин, 250 г/л) + микроудобрения Фолирус Бор 1,0 л/га (B-150г/л) + прилипатель Агропол, 0,05 л/га + пеногаситель Агропол пеностоп, 0,07 л/га.

Оценку фитосанитарного состояния посевов проводили методом маршрутных обследований в фазу образования бобов. Болезни определяли методом макроскопического анализа,

для уточнения видового состава возбудителей инфекций использовали метод влажных камер и микроскопический метод [13].

Лето 2022 г. было типичным для Амурской области с небольшими отклонениями от среднемноголетних данных. Вторая половина июня и июль были теплее на 1,6–2,1 °С по сравнению с многолетней нормой. Сумма осадков за период вегетации распределялась неравномерно, больше нормы (на 37 мм) выпало в третьей декаде мая, что затрудняло посев сои. В третьей декаде июня осадков выпало на 15 мм больше среднемноголетних данных, в первой декаде августа – на 29 мм, затопления посевов не наблюдалось. За период вегетации с апреля по сентябрь выпало 435 мм, это на 56 мм меньше среднемноголетнего показателя.

Весна 2023 г. была ранней, неустойчивой, с длительными периодами похолоданий. В июне преобладала неустойчивая, немного прохладная погода, с ливневыми дождями, грозами. Количество осадков составило 145 % климатической нормы. Июль характеризовался обычным летним режимом. Температура воздуха была на уровне средней многолетней. Дожди в течение месяца были чаще всего незначительными и

кратковременными, с грозами, более интенсивно они прошли в третьей декаде июля. В августе температура воздуха в первую декаду была на уровне среднемноголетних значений, самой теплой была вторая декада. Частые дожди в августе обусловили избыток увлажнения, число дней с дождем 1 мм и более составило 12, что на два дня больше среднемноголетнего показателя. Наиболее интенсивные дожди прошли в третьей декаде августа. Сумма осадков составила за месяц 131 мм, это 315 % климатической нормы. Таким образом, вегетационные периоды 2022 и 2023 гг. были благоприятными как для роста и развития сои, так и для поражения культуры листостеблевыми инфекциями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате фитопатологического обследования посевов сои были обнаружены септориоз, церкоспороз (округлая серая пятнистость), аскохитоз, пероноспороз, пурпурный церкоспороз и угловая бактериальная пятнистость.

Септориоз в 2022 г. был выявлен на всех обследованных сортах сои (табл. 1).

Таблица 1

Развитие болезней сои по группам спелости сортов в 2022 г., %
Development of soybean diseases by maturity groups of varieties in 2022, %

Болезнь	Скороспелые		Среднеспелые		Позднеспелые	
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
Септориоз	10,0–20,0	13,3	10,0–20,0	15,4	7,5–23,3	13,5
Церкоспороз	7,5–41,6	21,9	10,0–41,6	17,2	10,0–28,3	14,0
Аскохитоз	0–6,6	2,1	0–6,6	2,1	0–3,3	1,9
Пероноспороз	0	0	0–18,3	3,1	0–20,0	5,0
Пурпурный церкоспороз	0–6,6	3,7	0–5,0	2,0	0–20,0	5,0

Массовое развитие септориоза в условиях Амурской области проявлялось на примордиальных и 1–3 тройчатом листьях, что совпадает с периодом гербицидных обработок, в результате которых образуются ожоги. При этом листья очень часто опадают, что сдерживает распространение инфекции на верхние ярусы растений.

Распространение септориоза в 2022 г. варьировало от 30 % на позднеспелом сорте Кас-

сиди до 80 % на среднеспелом сорте Амадеус. Экономический порог вредоносности (25–30 % развития болезни) ни на одном сорте превышен не был. Развитие болезни варьировало от 7,5 до 23,3 % и сдерживалось не только двухкратной фунгицидной обработкой, но и погодными условиями. Температуры в июне и июле были выше нормы на 1 и 2 °С соответственно, а осадков, наоборот, выпало меньше многолетних значе-

ний: в июне 92 %, в июле – 75 % от месячной нормы.

Септориоз в 2023 г. был отмечен преимущественно на нижних листьях сои, и его развитие не зависело от группы спелости и происхождения сортов. На сортах Говернор, ЭОС (скороспелые), Элина, ХУ-08, Журавушка (среднеспелые), Фавор, Навигатор, Грей, Кофу (позднеспелые) распространение и развитие болезни было самым высоким (от 70 % распространения и 17,5 % развития болезни). Максимальные показатели, при которых был достигнут порог вредоносности

по развитию болезни (25 %), были отмечены на сорте ЭИО. При этом в верхнем ярусе листьев были зафиксированы лишь единичные пятна на сортах ХУ-08, ЭОС, что говорит об эффективности фунгицидной обработки препаратом Кристалл в норме применения 0,6 л/га. Препарат сдержал развитие заболевания и не дал ему перейти на второй и третий листовый ярус растений. Минимальные показатели по развитию септориоза – 7,5 % были отмечены в 2023 г. на сортах Сентябринка, Апис, ХУ-06 (табл. 2).

Таблица 2

Развитие болезней сои по группам спелости сортов в 2023 г., %
Development of soybean diseases by maturity groups of varieties in 2023, %

Болезнь	Скороспелые		Среднеспелые		Позднеспелые	
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
Септориоз	7,5–25,0	14,5	7,5–22,5	14,0	15,0–20,0	17,1
Церкоспороз	5,0–12,5	6,0	2,5–20,0	9,8	5,0–20,0	8,3
Аскохитоз	0–2,5	0,5	0–2,5	0,2	0–2,5	0,4
Пероноспороз	0–2,5	0,5	0–32,5	5,0	0–20,0	5,0
Пурпурный церкоспороз	0	0	0–7,5	0,5	0	0
Бактериальная угловатая пятнистость	0–20,0	4,0	0–10,0	1,5	0–5,0	1,7

По данным двух лет наблюдений стабильно низкий показатель развития септориоза был отмечен на сорте сои дальневосточной селекции Сентябринка – 8,8 %, что может свидетельствовать о наличии у него факторов устойчивости к болезни. Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта не позволил выявить достоверного влияния факторов «сорт» и «условия года» на развитие септориоза, что говорит о значительных адаптациях возбудителя болезни к погодным факторам и физиологии растений разных групп спелости, а также о стабильной эффективности фунгицидной обработки сои.

Наибольшее распространение и развитие церкоспороза отмечено в 2022 г. (см. табл. 1). Экономический порог вредоносности (25–30 %) был превышен на сортах Сентябринка и Невеста (41,6 % развитие болезни), Фавор (28,3 %). Единичные симптомы были отмечены на сортах Таргет ранний, Таргет средний, Амадеус, Евгения, Хана, на которых развитие болезни не превышало 10 %. В 2023 г. развитие болезни

было ниже предыдущего года и варьировало от 0 до 20 %, при этом на сортах ЭОС и Фавор церкоспороз отмечен не был (см. табл. 2).

Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта показал достоверное, на уровне 75,7 %, влияние условий года на развитие церкоспороза. Влияние групп спелости сортов сои выявлено не было.

Пурпурный церкоспороз в обследованных посевах сои был отмечен на сортах всех групп спелости и его распространение варьировало от 10 до 26,6 %, с низким уровнем развития заболевания, не превышающим 6,6 %.

Из восьми пораженных сортов сои только три являются сортами местной селекции, на которых прослеживалось наиболее слабое развитие и распространение болезни. В большей степени поражение пурпурным церкоспорозом отмечено на сорте иностранной селекции Говернор (компания Lidea). Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта свидетельствует о достоверном существенном влиянии условий

года на развитие пурпурного церкоспороза сои, сила влияния фактора «год» составила 77,1 %.

В годы исследований была зафиксирована локальная форма заражения пероноспорозом на девяти сортах сои, большинство которых – сорта дальневосточной селекции (Журавушка, Евгения, Дебют, Грей, Сентябринка – единичные признаки болезни). Экономический порог вредности был превышен лишь в 2023 г. на сорте Евгения, на котором развитие болезни было 32,5 %. Дисперсионный анализ показал, что развитие пероноспороза сои достоверно, на уровне 90 %, зависело от группы спелости сорта. Среднеспелые и особенно позднеспелые сорта поражались болезнью в оба года исследований на порядок сильнее, чем раннеспелые сорта сои, на которых в 2022 г. симптомов пероноспороза отмечено не было.

По исследованиям зарубежных и российских ученых отмечено, что сорта могут варьировать от сильновосприимчивых до высокоустойчивых в зависимости от возраста листьев на момент заражения. Возбудитель пероноспороза *P. manshurica* сильнее поражает молодые нежные листья, на стареющих тканях он находится в состоянии депрессии и почти прекращает свое развитие, что подтвердилось и в наших исследованиях [7, 14, 15].

Полученные результаты исследований по слабому развитию и распространению пероноспороза или полному отсутствию симптомов болезни на сортах сои интересны с практической точки зрения, поскольку традиционные листовые фунгициды на основе азолов неэффективны против возбудителя ложной мучнистой росы, относящегося к грибоподобным организмам [16, 17].

Распространение аскохитоза в обследованных посевах сои было в пределах 6,6–26,6 % при развитии болезни, не превышающем 6,6 %. Степень распространения и развития аскохитоза на сортах разных групп спелости была примерно равной. Экономический порог вредности по данному заболеванию превышен не был в оба года исследований, но следует отметить, что в 2022 г. развитие и распространенность аскохитоза сои были в среднем в 4 раза сильнее по сравнению с 2023 г. Это связано с более благоприятными для возбудителя теплыми условиями вегетации. Дисперсионный анализ по схеме

двухфакторного опыта показал достоверное, на 1 %-м уровне значимости, влияние погодных условий года на развитие аскохитоза сои. Оно составило 98,5 %, что свидетельствует о высокой зависимости паразитической активности *Ascochyta sojaecola* от колебания гидротермических параметров. Более интенсивно заболевание проявляется во влажную погоду, так как наличие капельно-жидкой влаги является необходимым условием для выделения, распространения и прорастания конидий [18].

В 2023 г. на девяти сортах разных групп спелости был зафиксирована угловая бактериальная пятнистость, поражение растений варьировало от 10 до 50 % распространения и от 2,5 до 12,5 % развития болезни. На всех сортах сои, где наблюдался бактериоз, было обнаружено повреждение растений клещами, которые являются переносчиками фитопатогенных бактерий. Болезнь в среднем сильнее проявлялась на раннеспелых сортах, более заселенных фитофагами. На развитие бактериоза влияла как группа спелости сортов сои, так и условия года, но оценить силу влияния по данным одного года (в 2022 г. болезнь отмечена не была) не представлялось возможным.

ВЫВОДЫ

1. В течение двух лет наблюдений на сортах сои были выявлены следующие листостеблевые инфекции: септориоз, церкоспороз, пурпурный церкоспороз, аскохитоз, пероноспороз и бактериальная угловатая пятнистость. ЭПВ (25 %) был достигнут по септориозу на сорте сои ЭИО (оригинатор Красноярский ГАУ) в 2023 г., по церкоспорозу – на сортах селекции ВНИИсои – Сентябринка (41,6 % в 2022 г.), Невеста (41,6 % в 2022 г.) и сорте Фавор французской селекции (28,3 % в 2022 г.), по пероноспорозу – 32,5 % в 2023 г. было отмечено на сорте Евгения (оригинатор ВНИИсои).

2. Развитие пероноспороза сои по средним показателям распространения и развития болезни достоверно, на уровне 90 %, зависело от группы спелости сорта. Среднеспелые и особенно позднеспелые сорта поражались болезнью в оба года исследований на порядок сильнее, чем раннеспелые сорта сои.

3. Влияние групп спелости сортов сои не выявлено по церкоспорозу, пурпурному церкоспорозу, аскохитозу, при этом было выявлено достоверное (на пятипроцентном уровне значимости) влияние погодных условий года на развитие указанных болезней (для церкоспороза сила влияния года – 75,7 %, для пурпурного церкоспороза – 77,1 %, для аскохитоза – 98,5 %).

4. На развитие бактериоза влияла как группа спелости сортов сои, так и условия года, болезнь в среднем сильнее проявлялась на раннеспелых

сортах, более заселенных клещами – переносчиками возбудителя болезни.

5. Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта не позволил выявить достоверного влияния ни сортов, ни условий года на развитие септориоза сои, что говорит о значительных адаптациях возбудителя к погодным факторам и физиологии растений разных групп спелости, а также о высокой восприимчивости изученных сортов к болезни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Синеговская В.Т.* Научное обеспечение эффективного развития селекции и семеноводства сои на Дальнем Востоке // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 374–380. – DOI: 10.18699/VJ21.040.
2. *Семенова Е.А., Колесникова Т.П.* Использование фунгицидных протравителей при выращивании сои в Амурской области // Защита и карантин растений. – 2023. – № 2. – С. 10–13. – EDN AWYVVS.
3. *Устойчивость* культурной и дикой сои при искусственном заражении патогеном *Septoria glycines* Nemmi / Г.Н. Веремейчик, Е.В. Бродовская, Е.С. Бутовец [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 4 (56). – С. 5–11. – DOI: 10.24411/1999-6837-2020-14041.
4. *Заостровных В.И., Кадуров А.А.* Селекционная ценность сортообразцов сои различных групп спелости для условий лесостепи Кемеровской области // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2019. – № 22. – С. 136–146. – EDN WQCWRH.
5. *Варвашеня Н.И., Васильева Т.А.* Первое обнаружение в Калининградской области пурпурного церкоспороза сои (CERCOSPORA KIKUCHII (MATSUMOTO & TOMOYASU) GARDNER) в соевых бобах, импортированных из Латинской Америки // Карантин растений. Наука и практика. – 2018. – № 1 (23). – С. 8–10. – EDN YURCWN.
6. *Мониторинг* видового состава болезней сои в различных зонах соеяния / В.И. Заостровных, А.А. Кадуров, Л.К. Дубовицкая [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 4 (48). – С. 51–67. – DOI: 10.24411/1999-6837-2018-14081.
7. *Саенко Г.М.* Фитосанитарный мониторинг сои на Дальнем Востоке // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4 (68). – С. 120–133. – DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-15.
8. *Leisner C.P., Potnis N., Sanz-Saez A.* Crosstalk and trade-offs: plant responses to climate change-associated abiotic and biotic stresses // Plant, Cell & Environment. – 2023. – Vol. 46, N 10. – P. 2946–2963. – DOI: org/10.1111/pce.14532.
9. *Торопова Е.Ю., Каменев И.А.* Предпосевная подготовка семян сои в лесостепи Западной Сибири // Защита и карантин растений. – 2022. – № 2. – С. 10–16. – DOI: 10.47528/1026-8634_2022_2_10.
10. *Vorobyeva I.G., Toropova E.Yu.* On the Issue of Ecological Niches of Plant Pathogens in Western Siberia // Contemporary Problems of Ecology. – 2019. – Vol. 12, N 6. – P. 667–674. – DOI: 10.1134/S1995425519060155.
11. *Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Пискарев В.В.* Эпифитотический процесс септориоза на сортах яровой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 139–148. – DOI 10.18699/VJ20.609.
12. *Minkach T.V., Selikhova O.A.* Development of soybean hybrids and their selective and genetic evaluation // XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”, Rostov-na-Donu, 25–27 May 2022 year. Vol. 574. Springer: Springer. – 2023. – P. 1–11. – EDN AOWKZE.
13. *Фитосанитарная* диагностика агроэкосистем / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] / под ред. Е.Ю. Тороповой: Учеб.-практ. пособие. Барнаул, 2017. – 210 с.
14. *Kaur S., Pandey S., Goel S.* Semi-automatic leaf disease detection and classification system for soybean culture // IET Image Processing. – 2018. – Vol. 12, N 6. – P. 1038–1048. – DOI: org/10.1049/iet-ipr.2017.0822.

15. *Transcriptome* analysis of soybean WRKY TFs in response to *Peronospora manshurica* infection / H. Dong, J. Tan, M. Li [et al.] // *Genomics*. – 2019. – Vol. 111, N 6. – P. 1412–1422. – DOI: 10.1016/j.ygeno.2018.09.014. – Epub 2018 Sep 27. – PMID: 30267765.
16. *Novel* 1, 2, 4-Triazoles as Antifungal Agents / Z. Kazeminejad, M. Marzi, A. Shiroudi [et al.] // *Biomed Res Int*. – 2022 Mar 22. – DOI: 10.1155/2022/4584846. – PMID: 35360519. – PMCID: PMC8964166.
17. *Potassium* phosphite for control of downy mildew of soybean / O.C. Silva, H.A.A. Santos, M. Dalla Pria [et al.] // *Crop Protection*. – 2011. – Vol. 30, N 6. – P. 598–604. ISSN 0261-2194. – DOI: org/10.1016/j.cropro.2011.02.015.
18. *Advances* in Ascochyta Research. Volume II / J. Davidson, W. Chen, D. Rubiales [et al.] // *Front Plant Sci*. – 2023. – Vol. 14. – P. 1290189. – DOI: 10.3389/fpls.2023.1290189. – PMID: 37794943. – PMCID: PMC10546395.

REFERENCES

1. Sinegovskaya V.T., *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*, 2021, No. 25(4), pp. 374–380, DOI: 10.18699/VJ21.040. (in Russ.)
2. Semenova E.A., Kolesnikova T.P., *Zashhita i karantin rastenij*, 2023, No. 2, pp. 10–13, EDN AWYVVS. (in Russ.)
3. Veremeichik G.N., Brodovskaya E.V., Butovets E.S. et al., *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2020, No. 4(56), pp. 5–11, DOI: 10.24411/1999-6837-2020-14041. (in Russ.)
4. Zaostrovnyh V.I., Kadurov A.A., *Vestnik Rossijskoi akademii estestvennyh nauk*, 2019, No. (22), pp. 136–146, EDN WQCWRH. (in Russ.)
5. Varvashenya N.I., Vasilyeva T.A., *Karantin rastenii. Nauka i praktika*, 2018, No. 1 (23), pp. 8–10. (in Russ.)
6. Zaostrovnyh V.I., Kadurov A.A., Dubovickaja L.K., Rjazanova O.A., *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2018, No. 4(48), pp. 51–67, DOI: 10.24411/1999-6837-2018-14081. (in Russ.)
7. Saenko G.M., *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2022, No. 4(68), pp. 120–133, DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-15. (in Russ.)
8. Leisner C. P., Potnis N., Sanz-Saez A., Crosstalk and trade-offs: plant responses to climate change-associated abiotic and biotic stresses, *Plant, Cell & Environment*, 2023, Vol. 46, No. 10, pp. 2946–2963, DOI: 10.1111/pce.14532.
9. Toropova E.Yu., Kamenev I.A., *Zashhita i karantin rastenij*, 2022, No. 2, pp. 10–16, DOI: 10.47528/1026-8634_2022_2_10. (in Russ.)
10. Vorobyeva I. G., Toropova E.Yu., On the Issue of Ecological Niches of Plant Pathogens in Western Siberia, *Contemporary Problems of Ecology*, 2019, Vol. 12, No. 6, pp. 667–674, DOI: 10.1134/S1995425519060155.
11. Toropova E.Yu., Kazakova O.A., Piskarev V.V., *Vavilovskij zhurnal genetiki i seleksii*, 2020, No. 24 (2), pp. 139–148, DOI: 10.18699/VJ20.609.
12. Minkach T.V., Selikhova O.A., Development of soybean hybrids and their selective and genetic evaluation, *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022"*, Rostov-na-Donu, 25–27 May 2022 year, Vol. 574, Springer: Springer, 2023, pp. 1–11.
13. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya. et al., *Phytosanitary diagnostics of agroecosystems* (Phytosanitary diagnostics of agroecosystems), Barnaul: Graphics printing house, 2017, 210 p.
14. Kaur S., Pandey S., Goel S., Semi-automatic leaf disease detection and classification system for soybean culture, *IET Image Processing*, 2018, Vol. 12, No. 6, pp. 1038–1048, DOI: 10.1049/iet-ipr.2017.0822.
15. Dong H., Tan J., Li M., Yu Y., Jia S., Zhang C., Wu Y., Liu Y., Transcriptome analysis of soybean WRKY TFs in response to *Peronospora manshurica* infection, *Genomics*, 2019, Vol. 111, No. 6, pp. 1412–1422, DOI: 10.1016/j.ygeno.2018.09.014, Epub 2018 Sep 27, PMID: 30267765.
16. Kazeminejad Z., Marzi M., Shiroudi A., Kouhpayeh S.A., Farjam M., Zarenezhad E., Novel 1, 2, 4-Triazoles as Antifungal Agents, *Biomed Res Int*, 2022 Mar 22, DOI: 10.1155/2022/4584846, PMID: 35360519, PMCID: PMC8964166.
17. Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean / Silva O.C., Santos H.A.A., Dalla Pria M. et al., *Crop Protection*, 2011, Vol. 30, No. 6, pp. 598–604, DOI: 10.1016/j.cropro.2011.02.015.
18. Davidson J., Chen W., Rubiales D. et al., Advances in *Ascochyta* Research, Vol. II, *Front Plant Sci*, 2023, Vol. 14, pp. 1290189, DOI: 10.3389/fpls.2023.1290189, PMID: 37794943, PMCID: PMC10546395.