

Научная статья

УДК 632.92+633.853.52(571.61)

EDN YTZCMR

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_31

Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области

Александр Александрович Кузьмин

Всероссийский научно-исследовательский институт сои
Амурская область, Благовещенск, Россия, kaa@yandex.ru

Аннотация. Планирование способов борьбы с заболеваниями сои предполагает наличие базовых сведений о потенциальных фитосанитарных рисках. Целью данного исследования являлось выяснение закономерностей распространения заболеваний сои в зоне соеяния Амурской области и влияния различных факторов (прилегающей к полям дикой растительности, погодно-климатических и других условий) на фитосанитарное состояние посевов. В работе представлены результаты полевых и лабораторных исследований, проведенных с 2019 по 2022 гг. Были изучены распространение и степень развития заболеваний сои в районах Амурской области, возделывающих данную культуру, а также видовой состав патогенов. Проведена математическая обработка полученных данных методом расчета Евклидовой метрики; выполнена кластеризация локальных списков видов грибных заболеваний на основе полученных расчетов. Наиболее распространенным заболеванием является септориоз сои, наиболее редким – склеротиниоз. Отмечено новое для территории Амурской области заболевание, поражающее сою – рак стебля (*Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*). Возбудитель ослабляет растение, после чего фузариоз переходит в диффузную форму и вызывает трахеомикозное увядание растений сои. Выявлена зависимость степени развития и распространения заболеваний сои от следующих факторов: состава прилегающей дикой растительности, степени изоляции поля, а также от локальных погодно-климатических условий. Наибольшее влияние на распространение церкоспороза оказывает степень изоляции и карантинные мероприятия. Мучнистая роса проявляет чувствительность в основном к локальным погодно-климатическим условиям и степени загущенности посевов, в то время как септориоз слабо реагирует на указанные факторы и по всей территории области имеет широкое распространение и высокую степень развития в посевах сои.

Ключевые слова: соя, заболевания, грибные болезни сои, распространение заболеваний, степень развития заболеваний, карантинные мероприятия

Благодарности: автор выражает благодарность начальнику научно-методического и экспериментального центра Всероссийского центра карантина растений, кандидату биологических наук Юрию Андреевичу Шнейдеру за неоценимую помощь в проведении лабораторных исследований, а также научному сотруднику Всероссийского научно-исследовательского института сои Николаю Станиславовичу Анисимову за помощь в организации и проведении полевых исследований.

Для цитирования: Кузьмин А. А. Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 31–44. doi: 10.22450/19996837_2023_2_31.

Original article

Features of the spread of soybean diseases in the Amur region

Alexander A. Kuzmin

All-Russian Research Institute of Soybean, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

kaa@yandex.ru

Abstract. Knowledge of potential pest risks is essential for soybean disease control planning. The purpose of this study is to obtain actual information about the patterns of the spread of diseases in soybean fields in the Amur region, as well as the influence of various factors, such as wild vegetation near the field, weather, etc. The author shows the results of field and laboratory studies from 2019 to 2022. The distribution and density of soybean diseases in different areas of the Amur region and the species composition of soybean diseases were studied. Mathematical processing of the obtained data was carried out by the method of calculating the Euclidean metric. Clustering of local lists of types of fungal diseases was performed on the basis of the obtained calculations. The most common disease is septoriose (*Septoria glycines*). The rarest disease is sclerotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*). A new disease for the territory of the Amur region was discovered: soybean stem cancer (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*). The pathogen agent weakens the plant, so fusarium becomes diffuse form and causes tracheomycosis wilt of soybean plants. The dependence of the density and spread of soybean diseases on the following factors was revealed: the composition of the adjacent wild plants, the degree of isolation of the field, and local weather conditions. The degree of isolation and quarantine measures have the greatest influence on the spread of cercosporosis (*Cercospora sojina*). Powdery mildew (*Erysiphe communis*) is highly sensitive to local weather and climate conditions. Septoriose (*Septoria glycines*) weakly responds to these factors. Throughout the region, this disease is widespread and has a high density in soybean crops.

Keywords: soybean, diseases, fungal diseases of soybean, spread of diseases, disease density, quarantine measures

Acknowledgments: the author expresses gratitude to the Head of the Scientific-Methodological and Experimental Center of the All-Russian Plant Quarantine Center, Candidate of Biological Sciences Yuri Andreevich Schneider for invaluable assistance in conducting laboratory research, as well as to the researcher of the All-Russian Research Institute of Soybean Nikolai Stanislavovich Anisimov for assistance in organizing and conducting field research.

For citation: Kuzmin A. A. Osobennosti rasprostraneniya zabolevaniy soi na territorii Amurskoi oblasti [Features of the spread of soybean diseases in the Amur region]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 31–44 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_31.

Введение. Соя – одна из наиболее популярных культур современности. В 2019 году в России было собрано 4,6 млн. тонн. В 2022 году только в Амурской области собрано более 1,5 миллионов тонн сои. Популярность этой культуры продолжает расти, что вынуждает работников сельского хозяйства не только увеличивать площади сельхозугодий, но и сеять эту культуру в ущерб технологии возделывания.

Часто сою начинают сеять повторно или несколько лет подряд; ее возделывают в сплошных, чрезвычайно загущенных посевах и т. д. Эти нарушения ведут к повы-

шению фитопатологической нагрузки, накоплению патогенов в почве и снижению рентабельности производства культуры.

Еще одним риском является бесконтрольное использование семян зарубежного производства, с которыми на территорию страны попадают новые патогены и вредители [1, С. 7–8]. В настоящее время отсутствует информация по распространению заболеваний на территории Амурской области, что делает борьбу с ними еще более сложной. В данной работе представлены первые данные, собранные на всей территории области и раскрывающие

зависимость фитопатологической нагрузки на посевы сои от внешних факторов.

Методика исследований. В период 2018–2022 гг. на полях хозяйств Амурской области проведены исследования по изучению распространения и степени развития заболеваний сои. В 17 районах (Зейском, Шимановском, Магдагачинском, Свободненском, Ромненском, Мазановском, Серышевском, Благовещенском, Белогорском, Ивановском, Тамбовском, Октябрьском, Константиновском, Михайловском, Завитинском, Бурейском, Архаринском) выполнены маршрутные и детальные обследования в 197 пунктах. Изучены в том числе посевы, расположенные в пограничной зоне (ПЗ) Константиновского, Благовещенского, Свободненского и Шимановского районов, имеющие высокую степень изоляции.

Маршрутный метод применялся для оценки единообразия фитосанитарного состояния поля. Для этого прокладывался маршрут длиной ~30 м от края поля по направлению к центру, возврат к краю поля и повторение. Дальнейшие учеты проводились методом постоянных пробных площадок. В соевом посеве разбивалось не менее трех постоянных пробных площадок размером 3×3 метра (9 м²) на удалении 5, 10 и 20 метров от края поля. Сами площадки маркировались вешками с флажками; за пределами поля забивались два колышка по направлению к ближайшему углу площадки. Расстояние до площадки вносилось в полевой дневник для успешного поиска в случае уничтожения или падения основной вешки.

На площадке подсчитывалось общее количество растений сои; затем количество растений, имеющих выраженные, визуально определяемые симптомы заболеваний. Для определения заболеваний по внешним симптомам использованы методические рекомендации Л. А. Деги «Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке» [2]. Пурпурный церкоспороз (*Cercospora kikuchii*) в указанной работе дается с неправильными определением и фотографиями, поэтому данное заболевание определялось по описаниям в коллективной работе «The Minnesota Soybean Field Book» [3, С. 84], а также в монографии «Species concepts in *Cercospora*» [4, С. 156].

Растения, имеющие внешние признаки, сходные с симптомами вирусных заболеваний, отмечались, но не учитывались по причине отсутствия возможности оперативного проведения анализа ДНК и достоверного определения возбудителя. Также пришлось отказаться от учета корневых гнилей в связи со сложностью одновременного проведения наблюдений и определения возбудителей на всей территории Амурской области в начальные фазы развития растений сои.

Прямой отбор растений после фотофиксации внешних симптомов применялся для уточнения определений заболеваний в лабораторных условиях, где пораженные фрагменты листьев и стеблей помещались на питательные среды с последующим микроскопированием культуры гриба. Учет степени развития заболеваний проводился по шкале оценки поражения сои грибными болезнями Всероссийского НИИ защиты растений [5, 6].

Последующая обработка данных и составление таблиц проводилась согласно методическим рекомендациям [7, 8]. Статистическая обработка данных и построение графиков и диаграмм проведены с использованием пакетов программ PAST – PAleontological STatistics (версия 4.03., 2020) [9] и MS Excel. Для обработки векторных изображений и адаптации их для публикации использовались программы CorelDraw 9.0 и Gimp.

Фотографии выполнены при помощи камеры Canon EOS 5dII с объективом Волна-9 50/2,8.

Результаты и обсуждение. На территории области обнаружены визуально определяемые симптомы одного бактериального и восьми грибных заболеваний сои (табл. 1).

Учет заболеваний проведен по доступности полей в фазы всходов, первого тройчатого листа, цветения и налива бобов, а также перед уборкой.

Наибольшей степени развития достиг септориоз (*Septoria glycines*), отмеченный более чем на 80 % площадок. На обследованных полях Ивановского, Октябрьского, Михайловского, Белогорского и Тамбовского районов ко времени уборки все растения сои имели на нижних листьях и штамбе выраженные симптомы

Таблица 1 – Распространение болезней на пробных площадках в 2019-2022 гг., %
Table 1 – Spread of diseases at trial sites in 2019–2022, %

Район	Заболевание									Среднее значение по всем заболеваниям
	Церкоспороз (<i>Cercospora sojae</i>)	Пурпурный церкоспороз (<i>Cercospora kikuchii</i>)	Септориоз (<i>Septoria glycines</i>)	Аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)	Пероноспороз (<i>Peronospora manshurica</i>)	Фузариоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Мучнистая роса (<i>Erysiphe communis</i>)	Склеротиниоз (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	Бактериоз (<i>Pseudomonas syringae</i>)	
Ромненский	71,4	14,3	100,0	0,0	28,6	14,3	57,1	14,3	51,4	39,0
Бурейский	61,5	38,5	100,0	38,5	61,5	35,4	83,8	0,0	61,5	53,4
Завитинский	63,1	37,6	100,0	38,6	66,7	33,7	73,4	0,0	47,6	51,2
Константиновский	36,4	9,1	90,9	18,2	45,4	30,8	48,2	8,8	27,3	35,0
ПЗ Константиновского	3,2	0,0	37,1	1,2	21,6	3,9	41,3	0,0	6,2	12,7
Архаринский	66,4	37,3	91,8	38,2	62,7	36,4	81,8	27,3	72,7	57,2
Серышевский	52,8	27,8	97,2	38,9	75,0	30,6	44,4	50,0	66,1	53,6
Свободненский	41,6	8,3	94,4	50,0	58,3	38,9	52,8	5,6	36,1	42,9
ПЗ Свободненского	26,5	0,0	41,3	2,2	23,4	22,7	49,5	3,1	7,3	19,5
Мазановский	50,0	11,1	80,6	0,0	16,7	19,4	44,4	25,0	30,6	30,9
Шимановский	0,0	0,0	61,1	11,1	44,4	0,0	0,0	0,0	16,7	14,8
ПЗ Шимановского	0,0	0,0	45,2	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	5,9	8,1
Зейский	2,8	0,0	58,3	0,0	30,6	0,0	2,0	0,0	25,0	13,2
Магдагачинский	0,0	0,0	52,8	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	19,4	10,8
Ивановский	57,2	38,4	100,0	33,4	28,8	19,2	40,2	31,6	49,2	44,2
Октябрьский	58,8	33,2	100,0	39,2	31,6	29,8	44,6	38,8	57,2	48,1
Михайловский	63,2	29,8	100,0	34,8	29,8	26,2	35,4	28,4	50,6	44,2
Благовещенский	40,4	7,8	91,2	26,4	57,2	16,4	21,6	5,8	29,2	32,9
ПЗ Благовещенского	39,3	1,1	91,0	21,5	53,9	11,2	19,5	6,3	22,7	29,6
Белогорский	57,4	39,2	100,0	42,2	37,4	33,2	41,6	40,2	65,6	50,7
Тамбовский	62,8	41,6	100,0	41,6	36,2	26,8	38,2	39,4	72,4	51,0
Среднее значение по всем районам	40,7	17,9	82,5	22,7	40,8	20,4	39,0	15,5	39,1	—

септориоза. Применение фунгицидов в части хозяйств привело только к замедлению развития заболевания, но не к переходу в бессимптомную форму.

Широко распространена также мучнистая роса (*Erysiphe communis*) (в среднем до 40 %), которая точно поражает отдельные листья сои. Наибольшая степень развития мучнистой росы отмечена на полях, расположенных в поймах рек, но в тоже время это заболевание весьма характерно для загущенных посевов без привязки к ландшафту и может встречать-

ся даже в наиболее аридных условиях на склонах южной экспозиции в Благовещенском и Константиновском районе, где поражает в основном штаб и нижние листья.

Фузариоз (*Fusarium oxysporum*) и пероноспороз (*Peronospora manshurica*) в большинстве случаев отмечены в локальной форме. Симптомы пероноспороза на начальных этапах развития могут напоминать следы укусов тлей, поэтому требуют обязательной выборки образцов и проверки в лабораторных условиях. Бак-

териальный ожог (*Pseudomonas syringae*) регулярно встречается в начале вегетации, поражая семядольные и первые тройчатые листья, но, как правило, растения справляются с заболеванием и продолжают рост.

Наиболее редко встречающиеся пурпурный церкоспороз (*Cercospora kikuchii*) и склеротиниоз (*Sclerotinia sclerotiorum*). Тем не менее, распространение и степень развития первого заболевания на территории Амурской области оказались значительно выше, чем предполагалось ранее, исходя из литературных данных и устных свидетельств. Симптомы этого заболевания сотрудники возделывающих сою хозяйств часто путают с солнечным ожогом, поскольку пятна на пораженных листьях в условиях Амурской области проявляются значительно слабее, а их окраска менее контрастная и насыщенная (рис. 1), чем на фотографиях, сделанных на территориях Китая, Канады и США. Тем не менее, даже в этом случае заболевание поражает растение полностью, включая створки бобов и семена.

Для уточнения состава заболеваний был проведен лабораторный анализ, в результате которого на образцах из Тамбовского района выявлены заболевания, ранее не зафиксированные на сое, в частности грибные заболевания злаков, такие как фузариозы (*Fusarium poae*, *Fusarium avenaceum*), фомоз (*Phoma sp.*) и чернь

колоса пшеницы (*Epicoccum nigrum*). Эти возбудители специализированы по растению-хозяину и не поражают сою. Их присутствие в образцах сои с высокой вероятностью обусловлено непосредственной близостью посевов пшеницы, откуда конидии могли быть перенесены ветром, и не говорит об адаптации патогенов к новому хозяину.

Из бессимптомных грибных заболеваний сои обнаружен антракноз (*Colletotrichum truncatum*). Визуально определяемые симптомы антракноза во время проведения исследований обнаружены не были.

Также определены причины возникновения заболевания сои, которое сельхозтоваропроизводители условно называют «вилтом». Ранее погибшие растения наблюдались в Архаринском и Бурейском районах области, однако на всех растениях сначала появлялись симптомы локальной формы фузариоза: на нижних листьях и стебле появлялись бурые язвы, покрытые светлым, розоватым налетом; на листьях появлялись хлоротичные пятна; затем листья скручивались и отмирали. Далее фузариоз переходил в диффузную форму и растение погибало.

С 2018 года на полях, расположенных в пределах Зейско-Буреинской равнины, начали встречаться растения, которые



Рисунок 1 – Лист сои, пораженный пурпурным церкоспорозом (*Cercospora kikuchii*)
Figure 1 – Soybean leaf affected by purple cercospora (*Cercospora kikuchii*)

увядали на корню без предварительного проявления каких-либо выраженных симптомов. В 2022 году на полях Тамбовского района были собраны такие увядающие и погибшие на корню растения, из них были изъяты фрагменты листьев, корней и стеблей и направлены в лабораторию для последующего анализа (рис. 2).

В результате был выявлен набор патогенов, в числе которых впервые достоверно для Амурской области отмечен рак стебля сои (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora* Athow & Caldwell).

В 2018 году заболевание было распространено в США и Хорватии [10, С. 4–5]; в том же году впервые патовар, поражающий подсолнечник, был обнаружен в России [11, С. 146], а в 2021 году указывалось на опасность заноса патовара, поражающего сою, с зарубежными семенами [12, С. 313].

Растения, пораженные раком стебля, ослабевают достаточно, чтобы фузариоз сои, еще до проявления внешних симптомов, перешел в диффузную форму, привел к поражению и закупорке сосудов (трахеомикозу) и вызвал гибель растения. Оба заболевания поражают в основном корневую систему и штаб, поэтому в листьях

и в верхней части стебля, как правило, бывает сложно обнаружить возбудителя. *D. phaseolorum var. caulivora* является факультативным паразитом, способен развиваться на мертвых тканях растения и активно растет на лабораторных средах. Эти особенности позволяют ему сохраняться в растительных остатках при мульчировании почвы и переживать смену культур в севообороте.

Статистический анализ сходства локальных списков видового состава и степени развития заболеваний в районах Амурской области проведен на основе расчета Евклидовой метрики по формуле (1):

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2} \quad (1)$$

где $d(p, q)$ – дистанция между p и q в евклидовом пространстве;

n – количество измерений;

k – измерение.

При кластеризации полученных результатов по методу попарного внутригруппового невзвешенного среднего



Рисунок 2 – Увядание растения, пораженного раком стебля сои (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*) в сочетании с фузариозным трахеомикозом

Figure 2 – Dead plants affected by soybean stem cancer (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*) and fusarium tracheomycosis

(UPGMA) локальные списки по районам, занимающимся выращиванием сои, делятся на два макрокластера, первый из которых, в свою очередь, делится на четыре кластера (рис. 3).

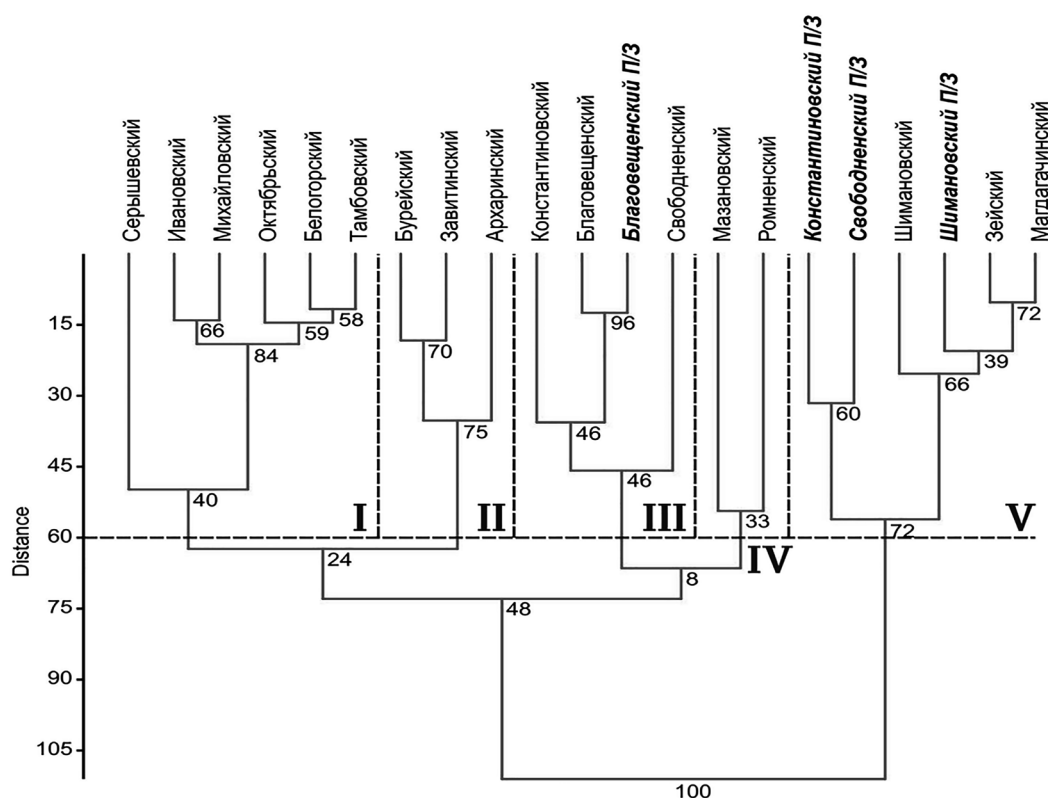
Кластер I представлен районами основной зоны соеяния с обширными непрерывными посевными площадями. Поля в этих районах разделены либо искусственными полеваями лесополосами, либо заболоченными долинами небольших рек. Почвы в основном луговые черноземовидные; относительно плохо дренированные; суглинистые по механическому составу. Все поля имеют хороший доступ для транспорта; часто соя возделывается в монокультуре и повторных посевах.

В этих районах на полях присутствует весь перечень отмеченных заболеваний, поражающих сою на всех фазах развития, а также высокая их степень развития. Поля Серышевского района, отделенные

от прочих районов, входящих в данный кластер, рекой Томь, формируют с ними относительно слабую связь с низким (40) бутстрап-значением.

В кластер II вошли юго-восточные районы области – Завитинский, Бурейский и Архаринский. Поля в этих районах разделены крупными реками, такими как Бурейя и Архара, а в восточной части также горными массивами и значительными участками богатых в плане видового разнообразия неморальных лесов. Почвы в основном аллювиальные; к западу от р. Бурейя – луговые черноземовидные; на некоторых полях – бурые лесные и таежные подзолистые. Поля в этих районах во второй половине лета часто подвержены воздействию туманов.

В данных районах отсутствует либо слабо распространен и при этом имеет низкую степень развития склеротиниоз. Степень развития других грибных заболеваний сои равномерно повышена, но рас-



метод кластеризации UPGMA; бутстрап 1 000;
в основании ветвей приведены бутстрап-значения; П/З – пограничная зона

Рисунок 3 – Дендрограмма сходства районов зоны соеяния Амурской области по степени развития всех заболеваний на пробных площадках по дистанции Евклида

Figure 3 – Dendrogram of the similarity of districts of the Amur region with soybean crops in terms of the density of all diseases on test plots according to the Euclid distance

пространение заболеваний по территории неравномерно и не формирует выраженной картины (на исследуемом поле одни заболевания могут полностью отсутствовать; другие в тоже время проявлять себя агрессивно, массово размножаться и поражать большое число растений).

Это вызвано, с одной стороны, относительной изоляцией посевов сои, разделенных обширными неудобьями, что препятствует нивелированию разницы в видовом составе заболеваний по полям района; с другой – более гумидным климатом, чем на прочей территории области, что создает благоприятные условия для размножения и развития грибных инфекций. Диффузная, наиболее вредоносная форма фузариоза сои, приводящая к гибели растений, в заметных количествах до 2019 года встречалась только в этих районах.

В кластер III вошли Константиновский, Благовещенский и Свободненский районы. Поля в этих районах в основном граничат либо с луговой аридной растительностью, либо с сухими дубняками с леспедецей в подлеске, редко с пойменными умеренными лесами. Какие-либо заметные непрерывные посевы встречаются только в поймах рек Амур и Зея и участке Зейско-Буреинской равнины в пределах Константиновского района. Как правило, поля разделены значительными площадями березово-дубовых лесов, долинами небольших рек и пересеченным рельефом. Почвы в основном аллювиальные, местами луговые черноземовидные со слабым перегнойно-аккумулятивным горизонтом. В основном хорошо дренированные, с рыхлыми ожелезненными песками в горизонте накопления и в материнской породе. Хороший дренаж не способствует удержанию и накоплению осадков, поэтому в течение лета данные территории могут испытывать недостаток влаги.

Характерны меньшая степень развития пурпурного церкоспороза, мучнистой росы и аскохитоза по сравнению с кластером I. Фон прочих заболеваний также несколько снижен. В этот же кластер входят поля, расположенные в пограничной зоне Благовещенского района. Состав заболеваний на этих полях мало отличается от состава таковых на прочих полях района, что обусловлено в основном их легкодо-

ступностью и развитой транспортной сетью.

В кластер IV вошли Мазановский и Ромненский районы, имеющие общую особенность – с востока они ограничены горными системами Малый Хинган и Турана, поэтому в них отсутствует транзитное движение транспорта. Почвы в основном аллювиальные, отчасти бурые лесные, хорошо дренированные, но в отличие от кластера II хорошо увлажненные за счет близости водного горизонта. Поля в этих районах расположены в том числе в поймах рек, где в отдельные годы подвержены затоплению. Прилегающая дикая растительность, как правило, представлена сильно обедненными неморальными сообществами с примесью бореальной растительности, доля которой увеличивается с юго-запада на северо-восток. Поля могут образовывать обширные непрерывные посевные площади, разделенные только узкими старицами и перелесками, однако поскольку в большинстве случаев поля расположены в тупиках грунтовых дорог, а полей, расположенных вдоль крупных транспортных магистралей мало, доступность полей остается относительно невысокой.

В данном кластере не был отмечен аскохитоз, но при этом стабильно высокая степень развития церкоспороза. Фон всех заболеваний снижен относительно кластеров I, II и III.

В последний кластер V входят северо-западные районы – Шимановский, Магдагачинский и Зейский. Прилегающая дикая растительность по большей части бореальная, с незначительными включениями неморальных элементов. Поля в основном небольшого размера и разделены обширными площадями лиственных и светло-хвойных лесов, марями и пересеченным рельефом. Почвы в основном таежные подзолистые, отчасти аллювиальные (в долинах Амура и Зеи) и бурые лесные. Для полей района характерна пониженная степень развития заболеваний, вплоть до отсутствия некоторых из них. В этих районах не были обнаружены пурпурный церкоспороз и склеротиниоз, а фузариоз обнаружен единично.

Кластеры I, II, III, и IV образуют общий макрокластер и в целом ближе друг к другу, чем к изолированному кластеру V.

Поскольку в кластер V входят поля, расположенные в пограничных зонах Константиновского и Свободненского районов и имеющие мало общего по составу прилегающей дикой растительности и локальным погоднo-климатическим условиям с полями в северных районах области, объединение их в общий кластер указывает, что специфика северных районов заключается не в своеобразии видового состава заболеваний, а в обедненности такового вследствие малых размеров полей, разделенных обширными неудобьями.

Представляет также интерес среднее значение степени развития всех заболеваний по всем пробным площадкам каждого из районов, без учета полей, находящихся в пограничной зоне. Этот показатель не дает полной картины распространения заболеваний, однако косвенно может применяться для оценки фитопатологической

нагрузки на посевы сои. В распределении заболеваний по территории области прослеживается увеличение степени развития заболеваний с севера на юг (рис. 4).

Наименьшие средние проценты приходятся на три северо-западных района области, находящиеся на северной границе соевого сеяния – Зейский, Шимановский и Магдагачинский. Этому способствуют несколько факторов: изолированность и значительная удаленность посевов друг от друга, что препятствует распространению возбудителей с ветром и частицами почвы; бедность диких бобовых, способных стать естественными резерватами для возбудителей; низкие температуры в зимнее время, убивающие часть зимующих насекомых, способствующих разносу возбудителей.

Сниженный фон заболеваний отмечается в районах с тупиковой дорожной

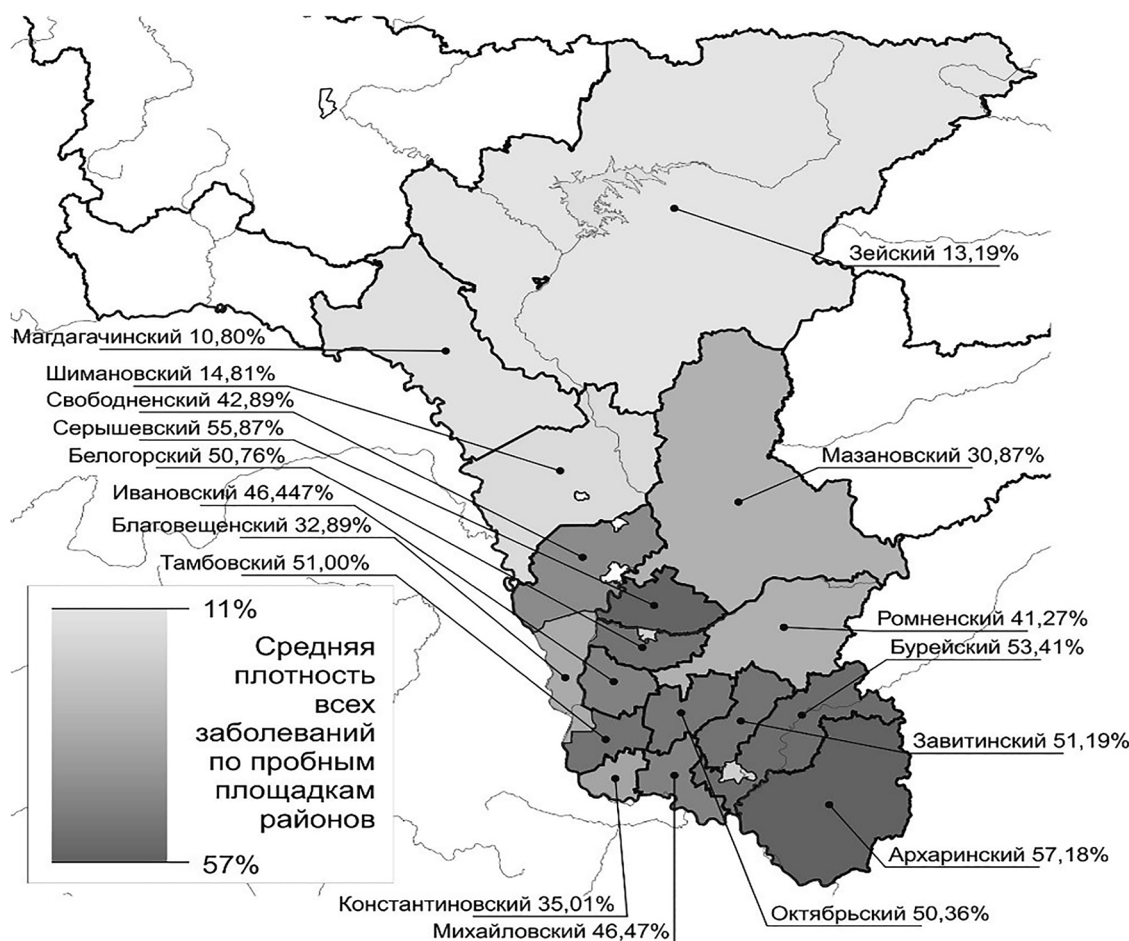


Рисунок 4 – Карта-схема распределения средней степени развития заболеваний в соевых посевах по районам Амурской области

Figure 4 – Map of distribution of the average density of diseases in soybean crops by Amur region's districts

сетью, за которыми нет дополнительных территорий с соевыми посевами (Мазановском, Константиновском и Ромненском) и в районах с незначительными посевными площадями (Благовещенском и Свободненском). В Благовещенском районе наибольшая степень развития заболеваний приходится на поля, расположенные в пойме на левобережье р. Зeya и граничащие с Тамбовским и Ивановским районами; в то время как на полях, расположенных в пойме Амура и на территории Амуро-Зейского междуречья степень развития заболеваний на 9–14 % ниже.

Весьма любопытно, что наибольшая средняя степень развития заболеваний отмечена в Архаринском районе. Этот район не выделяется ни по одному заболеванию на фоне прочих; в нем обнаружены, в том числе отдельные поля, полностью свободные от широко распространенного септориоза, однако среднее значение степени развития заболеваний в нем наивысшее, что во многом обусловлено более теплым и влажным климатом, а также богатым видовым составом фитофагов, способных переносить возбудителей от растения к растению.

Для Амурской области характерно наличие посевных площадей в пойме реки Амур за охранной пограничной системой. В большинстве районов доступ к этим полям ограничен и осуществляется только при наличии специального разрешения от погранслужбы. Кроме того, по периметру этих полей отсутствует свободное движение транспорта, они удалены от основной зоны соесаяния и порой труднодоступны даже для спецтехники. Исключения составляют только поля в погранзоне Благовещенского района, большая часть которых расположена вдоль трассы Благовещенск – Сергеевка – Бибиково, в то время как полей за охранной системой почти нет.

Ограничение свободного доступа к полям формирует условия, поддерживающие естественный карантин, и позволяет сравнить степень развития заболеваний на этих полях со степенью развития на прочих полях района для предварительной оценки эффективности карантинных мероприятий.

В рамках данной работы на изолированных полях в погранзоне по стандарт-

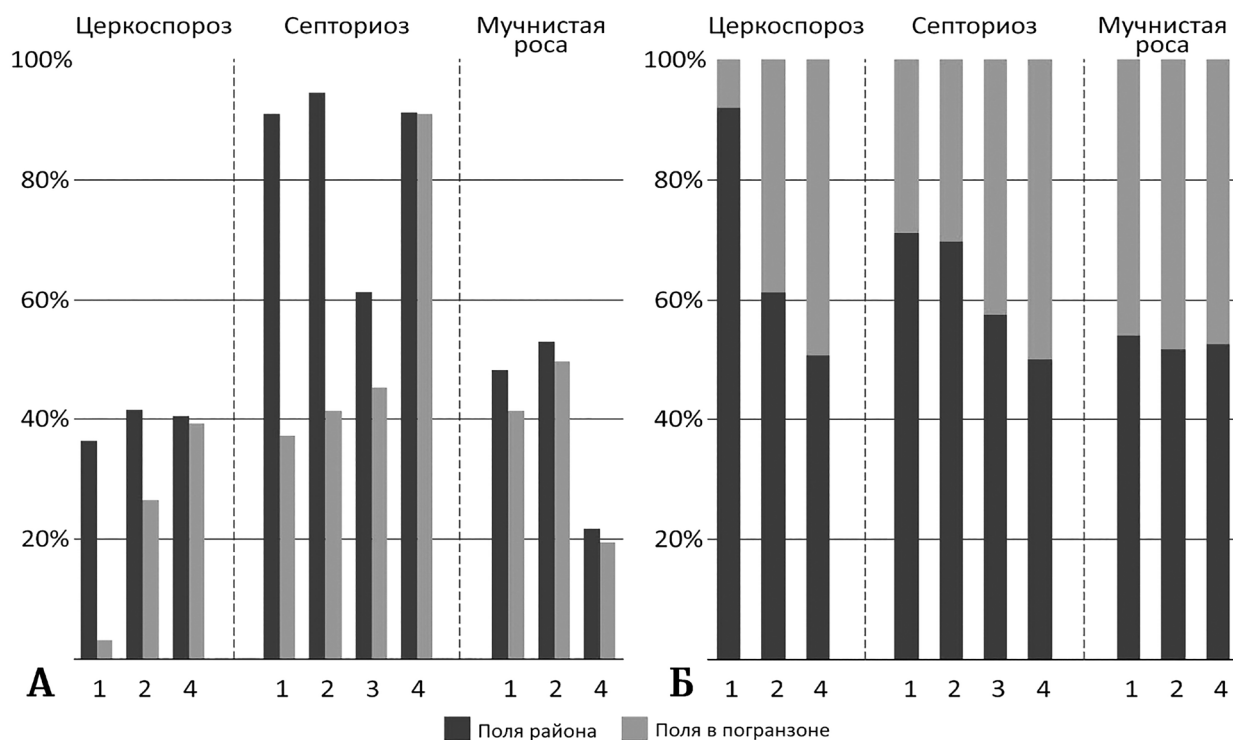
ной схеме было подсчитано количество растений, имеющих визуально определяемые симптомы трех наиболее заметных и надежно определяемых визуально заболеваний: септориоза, церкоспороза и мучнистой росы.

Все поля Благовещенского района имеют примерно одинаковую степень изоляции и хорошую доступность для транспорта, но нигде не образуют обширные непрерывные посевные площади. Вследствие этого состав и степень развития заболеваний мало отличаются как в погранзоне, так и вне ее. В Константиновском районе поля имеют хороший доступ для любого транспорта; образуют обширные непрерывные посевные площади, разделенные грунтовыми и шоссейными дорогами, в то время как поля в погранзоне этого района имеют высокую степень изоляции. В Шимановском районе поля небольшого размера, изолированы друг от друга обширными лесными массивами и заболоченными территориями, чем мало отличаются от полей в погранзоне этого района. Сравнение распространенности трех заболеваний представлено на рисунке 5.

Наибольшую чувствительность к изоляции проявляет церкоспороз. В Константиновском районе степень развития заболевания на полях в погранзоне ниже на 91 %, чем на полях района; в Свободненском – на 36 %; в Благовещенском – на 3 %. Степень развития септориоза в погранзоне Константиновского района ниже на 59 %, в Свободненском на – 56 %, в Шимановском – на 26 %, в Благовещенском – на 0,2 %.

Иным образом реагирует мучнистая роса, которая снижает степень развития в погранзоне Константиновского района на 14 %, Свободненского на 6 %, а в Благовещенском и Шимановском районах степень развития заболевания в погранзоне выше, чем на полях вне нее.

Микроклимат в пойме р. Амур более прохладный и влажный, чем на сухих возвышенностях Амуро-Зейского междуречья, что в сочетании с чрезмерной загущенностью посевов сои создает благоприятные условия для развития грибных заболеваний. Вследствие этого, поля в погранзоне данных районов сильнее подвержены поражению мучнистой росой, чем



1 – Константиновский район; 2 – Свободненский район; 3 – Шимановский район; 4 – Благовещенский район; слева – процент растений на пробных площадках с симптомами заболеваний; справа – соотношение процента зараженных растений в погранзоне и вне ее

Рисунок 5 – Диаграммы степени развития церкоспороза, септориоза и мучнистой росы на пробных площадках в соевых посевах районов Амурской области, а также на полях, расположенных в пограничной зоне данных районов

Figure 5 – Diagrams of the density of cercosporosis, septoria and powdery mildew on test plots in soybean crops districts of the Amur region, as well as in fields located in the border zone of these areas

поля, расположенные в глубине районов, где условия произрастания более аридные. Косвенно на широкое распространение мучнистой росы указывает плотность трофически связанных с ней коровок (*Psyllobora vigintiduopunctata*). В Благовещенском районе в пойме р. Амур при сборах насекомых-вредителей количество этих жуков иногда превосходило количество листоедов (*Monolepta quadriguttata*) и достигало 15–18 жуков на 20 взмахов сачка.

Заключение. Проведенные исследования подтвердили первоначальные наблюдения о зависимости степени развития и состава заболеваний сои от видового состава растительных сообществ на прилегающих территориях от локальных погодноклиматических факторов, а также от степени изоляции поля.

В результате высокой изоляции, в северо-западных районах области посе-

вы сои относительно слабо подвержены поражению заболеваниями, несмотря на экстремальные условия выращивания. Близки к ним районы, расположенные на северо-востоке области. Несмотря на относительно более мягкий климат и значительные площади посевов, в этих районах нет активного движения транспорта и разности возбудителей.

Наибольшее распространение заболевания сои получили в основной зоне соосеяния Амурской области – районах, расположенных на Зейско-Буреинской равнине. Непрерывные посевы сои, имеющие хороший доступ для любого транспорта, способствуют распространению и накоплению возбудителей. В юго-восточных районах, расположенных на Архаринской низменности и в долине р. Буряя, на развитие заболеваний оказывают большее влияние гумидность климата, летние туманы и высокая влажность

воздуха. Своеобразие отдельных районов, расположенных на Амуро-Зейском междуречье и на юге области, связано с распространением аридных биотопов и относительной труднодоступностью полей.

Исходя из этих данных, по крайней мере в районах, входящих в кластеры I и II, необходимо в ближайшее время прилагать максимальные усилия для понижения степени развития заболеваний в посевах сои. Весьма желательно переходить к широкорядному посеву, отказаться от мульчирования почвы и вывозить с поля растительные остатки, содержащие большое количество патогенов.

Применение карантинных мероприятий может иметь различную эффективность по отношению к разным заболеваниям сои. При борьбе с мучнисторосями грибами в условиях Амурской области применять карантин неэффективно. Значительно большее влияние в данном случае оказывает расположение поля, видовой состав прилегающей растительности, степень развития посевов сои и локальные погодно-климатические условия. В тоже время соблюдение карантина и выполне-

ние норм сельскохозяйственной гигиены будет ограничивать распространение церкоспороза и септориоза.

Для Амурской области достоверно зафиксирован рак стеблей сои (*Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*). В условиях гумидизации климата Амурской области, регулярного превышения среднегодового количества осадков, следует ожидать распространение этого заболевания по основной зоне соеяния, что в сочетании с увеличением степени развития фузариоза сои может в ближайшее десятилетие привести к заметным потерям урожая.

Использование сортов зарубежной селекции и халатное отношение к карантинным мероприятиям уже привело к появлению двух заболеваний, ранее неизвестных с территории России – пурпурного церкоспороза и рака стебля. При продолжении практики массовой закупки зарубежного семенного материала в ближайшее время следует ожидать появления на территории нашей страны фитофтороза сои, который может поставить под вопрос рентабельность возделывания этой культуры.

Список источников

1. Синеговский М. О., Кузьмин А. А. Состояние, перспективы и фитосанитарные риски производства сои // Защита и карантин растений. 2020. № 10. С. 7–12.
2. Дега Л. А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке. Владивосток : Дальнаука, 2012. 97 с.
3. The Minnesota Soybean Field Book / J. M. Bennett, E. Rhetoric, D. R. Hicks [et al.]. St. Paul : University of Minnesota Extension. 81 p.
4. Species concepts in Cercospora: spotting the weeds among the roses / J. Z. Groenewald, C. Nakashima, J. Nishikawa // Studies in Mycology. No. 75 (1). P. 115–70.
5. Методические указания по распознаванию и учету вредителей и болезней гороха, кормовых бобов и оценке эффективности борьбы с ними / под ред. Ю. И. Власова. М. : Издательство сельскохозяйственной литературы, 1962. 18 с.
6. Методические указания по изучению устойчивости сои к грибным болезням. Ленинград : Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 1979. 49 с.
7. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 287 с.
8. Семкин Б. И., Куликова Л. С. Методика математического анализа списка видов насекомых в естественных и культурных биоценозах. Владивосток : Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН, 1981. 73 с.
9. Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. Paleontological statistics (version 3.26), 2014. 78 p.

10. Diaporthe from walnut tree (*Juglans regia*) in China, with insight of the Diaporthe eres complex / L. F. Xin, Ya. Qin, D. P. Jadson // Mycological Progress. 2018. Vol. 17. No. 7. P. 841–853.

11. Гомжина М. М., Ганнибал Ф. Б. Первая находка гриба *Diaporthe phaseolorum* на подсолнечнике в России // Независимые микробиологические исследования. 2018. Т. 5. № 1. С. 59–64.

12. Ручков Е. Р. Оценка экспортного потенциала сои Дальнего Востока России, основанная на фитосанитарных требованиях стран-импортеров // Защита растений от вредных организмов : материалы X междунар. науч.-практ. конф. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2021. С. 312–314.

References

1. Sinegovsky M. O., Kuzmin A. A. Sostoyanie, perspektivy i fitosanitarnye riski proizvodstva soi [State, prospects and phytosanitary risks of soybean production]. *Zashchita i karantin rastenij – Plant Protection and Quarantine*, 2020; 10: 7–12 (in Russ.).

2. Dega L. A. *Bolezni i vrediteli soi na Dal'nem Vostoke [Diseases and pests of soybeans in the Far East]*, Vladivostok, Dal'nauka, 2012, 97 p (in Russ.).

3. Bennett J. M., Rhetoric E., Hicks D. R., Naeve S. L., Bennett N. B. *The Minnesota Soybean Field Book*, St. Paul, University of Minnesota Extension, 81 p.

4. Groenewald J. Z., Nakashima C., Nishikawa J., Shin H. D., Park J. H., Jama A. N. [et al.]. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. *Studies in Mycology*, 2013; 75 (1): 115–70.

5. Vlasov Yu. I. (Eds.). *Metodicheskie ukazaniya po raspoznavaniyu i uchetu vreditel'ej i boleznej goroha, kormovyh bobov i ocenke effektivnosti bor'by s nimi [Guidelines for the recognition and accounting of pests and diseases of peas, broad beans and the evaluation of the effectiveness of their control]*, Moskva, Izdatel'stvo sel'skohozyajstvennoj literatury, 1962, 18 p. (in Russ.).

6. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustojchivosti soi k gribnym boleznjam [Guidelines for the study of soybean resistance to fungal diseases]*, Leningrad, Vserossijskij institut geneticheskikh resursov rastenij imeni N. I. Vavilova, 1979, 49 p. (in Russ.).

7. Pesenko Yu. A. *Principy i metody kolichestvennoy analiza v faunisticheskikh issledovaniyah [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic research]*, Moskva, Nauka, 1982, 287 p (in Russ.).

8. Semkin B. I., Kulikova L. S. *Metodika matematicheskogo analiza spiska vidov nasekomyh v estestvennyh i kul'turnyh biocenozah [Methods of mathematical analysis of the list of insect species in natural and cultural biocenoses]*, Vladivostok, Tihookeanskij institut geografii Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN, 1981, 73 p (in Russ.).

9. Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. *Paleontological statistics (version 3.26)*, 2014, 78 p.

10. Xin L. F., Qin Ya., Jadson D. P., Bezerra L. V. A., Cheng M. T. Diaporthe from walnut tree (*Juglans regia*) in China, with insight of the Diaporthe eres complex. *Mycological Progress*, 2018; 17; 7: 841–853.

11. Gomzhina M. M., Gannibal F. B. Pervaya nahodka griba *Diaporthe phaseolorum* na podsolnechnike v Rossii [The first finding of the fungus *Diaporthe phaseolorum* on sunflowers in Russia]. *Nezavisimye mikrobiologicheskie issledovaniya – Independent microbiological research*, 2018; 5 (1): 59–64 (in Russ.).

12. Ruchkov E. R. Ocenka eksportnogo potenciala soi Dal'nego Vostoka Rossii, osnovannaya na fitosanitarnyh trebovaniyah stranimporterov [Assessment of the export potential of soybeans in the Russian Far East, based on the phytosanitary requirements of importing countries]. Proceedings from Plant protection from pests: *X Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – X International Scientific and Practical Conference*. (PP. 312–314), Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021, (in Russ.).

© Кузьмин А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 11.04.2023; одобрена после рецензирования 10.05.2023; принята к публикации 19.05.2023.

The article was submitted 11.04.2023; approved after reviewing 10.05.2023; accepted for publication 19.05.2023.

Информация об авторе

Кузьмин Александр Александрович, старший научный сотрудник группы защиты растений лаборатории земледелия, агрохимии и защиты растений, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID 0000-0003-2228-2451, kaa@yandex.ru

Information about author

Alexander A. Kuzmin, Senior Researcher of the Plant Protection Group of the Laboratory of Agriculture, Agrochemistry and Plant Protection, All-Russian Research Institute of Soybean, ORCID 0000-0003-2228-2451, kaa@yandex.ru