

Научная статья  
УДК 633.854.78:632.4:631.522  
doi: 10.28983/asj.y2023i3pp59-64

### Влияние климатических условий на поражение фомозом линий подсолнечника

Светлана Леонидовна Саукова, Татьяна Сергеевна Антонова, Нина Михайловна Арасланова, Мария Вячеславовна Ивебор, Елена Николаевна Рыженко, Оксана Михайловна Борисенко  
ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», г. Краснодар, Россия  
e-mail: saukova-s@mail.ru

**Аннотация.** Проведен анализ трехлетних наблюдений (2018–2020 гг.) за воздействием климатических факторов на поражение селекционных линий подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) возбудителем фомоза *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley в центральной зоне Краснодарского края. Мониторинг заболевания осуществляли на полях центральной базы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Показано, что обильные осадки (119,2–134,6 мм), превышающие среднемноголетние (60,0 мм) в два раза, и оптимальная среднесуточная температура 23,0–26,4 °С в июле благоприятны для заражения стебля возбудителем фомоза во второй половине лета в период цветения – созревания подсолнечника. В 2018 г. дефицит влаги в июне (11,0 мм) и августе (6,8 мм) подавлял жизнеспособность инфекционного начала гриба, что привело к небольшому проценту частоты встречаемости фомоза на линиях подсолнечника (в среднем 20,3 %). В 2019 и 2020 гг. распространенность (P) и развитие (R) фомоза в среднем на линиях подсолнечника равнялись соответственно 23,3–29,9 и 21,4–28,1 %. Установлено, что в течение трех лет стабильно проявлялся признак устойчивости к поражению фомозом у линии Л 107. Количество пораженных растений составило 5,7–8,3 %, развитие – 3,8–8,3 % при степени поражения 1–2 балла. Выделилась восприимчивая линия Л 116 (P – 47,5–62,8 %; R – 38,0–40,0 %). Среди изученных селекционных линий образец ВК 900 был наиболее чувствителен к влиянию метеоусловий года: диапазон распространения фомоза варьировал от 21,1 до 45,5 %, со степенью поражения 1–3 балла.

**Ключевые слова:** *Helianthus annuus*; *Plenodomus lindquistii*; погодно-климатические условия; болезни подсолнечника.

**Для цитирования:** Саукова С. Л., Антонова Т. С., Арасланова Н. М., Ивебор М. В., Рыженко Е. Н., Борисенко О. М. Влияние климатических условий на поражение фомозом линий подсолнечника // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 59–64. <http://10.28983/asj.y2023i3pp59-64>.

### AGRONOMY

Original article

### Influence of climatic conditions on infection of sunflower lines by phoma black stem

Svetlana L. Saukova, Tatiana S. Antonova, Nina M. Araslanova, Maria V. Ivebor, Elena N. Ryzhenko, Oхana M. Borisenko  
V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar, Russia  
e-mail: saukova-s@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the research was to analyze three year observations (2018–2020) for the climate changes effect on infection of the breeding sunflower lines (*Helianthus annuus* L.) by a Phoma black stem pathogen *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley in the central zone of the Krasnodar region. The disease was monitored on fields of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, Krasnodar. Analysis of climatic factors in years of the research resulted that heavy rainfalls (119.2–134.6 mm) exceeding multi-year averages (60.0 mm) by two times and the optimal average daily temperature 23.0–26.4 °C in July are favorable for stem infection by *Plenodomus lindquistii* in the second half of the summer, in a phase of sunflower flowering – maturing. In 2018, the moisture deficit in June (11.0 mm) and August (6.8 mm) was a factor suppressing the viability of an infectious matter of a fungus that led to a low frequency of Phoma black stem on the sunflower lines (in average 20.3 %). In 2019 and 2020, prevalence (P) and development (R) of Phoma black stem in average on sunflower lines were equal 23.3–29.9 % and 21.4–28.1 %, respectively. A line L 107 demonstrated a stable resistance to *Plenodomus lindquistii* infection during three years: amount of infected plants was within 5.7–8.3 %, development was 3.8–8.3 % at the infection level of 1–2 points. A susceptible line L 116 was selected





(P: 47.5–62.8 %, and R: 38.0–40.0 %). Among the studied breeding lines, the sample VK 900 was the most susceptible to weather conditions of the year: prevalence of the Phoma black stem varied within 21.1–45.5 % at the infection level of 1–3 points.

**Keywords:** *Helianthus annuus*; *Plenodomus lindquistii*; weather and climatic conditions; sunflower disease.

**For citation:** Saukova S. L., Antonova T. S., Araslanova N. M., Ivebor M. V., Ryzhenko E. N., Borisenko O. M. Influence of climatic conditions on infection of sunflower lines by phoma black stem. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2023;(3):59–64. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i3pp59-64](http://10.28983/asj.y2023i3pp59-64).

**Введение.** Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) относят к наиболее ценным и высокодоходным культурам, играющим важную роль в укреплении экономики сельскохозяйственных предприятий не только в Российской Федерации, но и во многих странах мира. Серьезным препятствием для получения высоких урожаев являются болезни (сухая, серая, белая и пепельная гнили, вертициллез, фузариоз, фомопсис, фомоз, альтернариоз, ржавчина, ложная мучнистая роса, бактериоз, вирусы и другие), а также заразики, которые существенно ухудшают посевные и товарные качества семян подсолнечника. Подавляющее большинство возбудителей этих болезней являются фитопатогенными грибами (более 80 %). Потери урожая возделываемых культур от патогенов в зависимости от агроэкоресурсов в различные годы варьируют от 5 до 30 %, а в эпифитотийные годы – до 50 % и более [10]. Фомоз, или черная стеблевая пятнистость, вызываемый грибом *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley – одно из наиболее распространенных заболеваний растений подсолнечника в регионах мира, где его возделывают. Органотропная специализация у гриба отсутствует, инфицированию подвержены все вегетативные и генеративные органы растения подсолнечника (корень, листья, черешок, стебель, корзинка, семена). В Аргентине потери урожая подсолнечника от фомоза достигают 30 %, в Европе и США – до 70 % [12, 15]. В настоящее время фомоз подсолнечника по распространенности в России занимает лидирующее положение среди других болезней [1, 3, 4, 11, 14].

По оценке Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в последние десятилетия региональные изменения климата в России более существенны, чем в других регионах мира, происходит рост среднегодовой средней по земному шару температуры воздуха в приземном слое. Как указывал М.М. Левитин [6], последствия климатических изменений, несомненно, отразятся на распространении вредных и полезных микроорганизмов, их биоэкологических свойствах, взаимоотношениях с растениями. Среди климатических условий наиболее важным является температурный показатель. Температура может влиять на функции генов вирулентности паразитов и генов устойчивости растений. При изменении температуры окружающей среды может происходить даже смена доминирования видов. Следует учитывать и то, что скорость распространения инфекции суммирует все показатели, оказывающие влияние на инфекционный процесс (температуру, осадки, влажность воздуха и почвы, реакцию растения-хозяина и сапротрофную микофлору) [7]. Поэтому актуально проводить наблюдения за поражением фомозом селекционного материала подсолнечника в полевых условиях в течение нескольких лет.

Цель исследований – проанализированы трехлетние наблюдения (2018–2020 гг.) за воздействием климатических факторов на поражение селекционных линий подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) возбудителем фомоза *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley в центральной зоне Краснодарского края.

**Методика исследований.** Наблюдения проводили в селекционном питомнике центральной экспериментальной базы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. В течение трех лет (2018–2020 гг.) сотрудники лаборатории иммунитета отдела биологических исследований осуществляли мониторинг развития фомоза на растениях в течение всего периода онтогенеза подсолнечника. Учеты возбудителя фомоза на растениях проводили в период цветения – созревания подсолнечника. Схема посева семян подсолнечника: 70×25 см механизированной селекционной сеялкой (рендомизированными блоками). На каждой опытной делянке просматривали по 56 растений в двукратной повторности. Проводили полевые учеты заболеваемости следующих линий подсолнечника: VK 900, Л 2385, Л 107, Л 116, Л 120 и Л 132, имеющих хозяйственно ценные признаки для селекции. Распространенность и развитие патогена определяли по общеизвестным формулам (1) и (2) [5]:

$$P = \frac{n}{N} 100 \%, \quad (1)$$

где  $P$  – распространенность болезни, %;  $N$  – общее количество растений в пробах, шт.;  $n$  – количество больных растений в пробах, шт.

$$R = \frac{\Sigma(a \cdot b)}{\Sigma(N \cdot k)} 100 \%, \quad (2)$$

где  $R$  – развитие болезни, %;  $\Sigma(a \cdot b)$  – сумма произведений числа растений на соответствующий им балл поражения;  $N$  – общее число учетных растений (здоровые и больные);  $k$  – высший балл шкалы учета.

При этом использовали 5-балльную иммунологическую шкалу для фомопсиса [9]: 0 – отсутствие симптомов болезни; 1 – некроз листового черешка с переходом на стебель 1–2 см; 2 – некроз на стебле (длина до 5 см); 3 – некроз на стебле (длина до 10 см); 4 – кольцевой некроз на стебле длиной выше 15 см.

**Результаты исследований.** В весенний период первичным источником инфекционного начала возбудителя фомоза *P. lindquistii* в полевых условиях служат перезимовавшие пораженные растительные остатки и семена подсолнечника с сохранившимися на них репродуктивными органами анаморфной и телеоморфной стадий развития гриба. От количества инфекционного начала, находящегося в почве и на ее поверхности, при сочетании благоприятных для развития гриба погодных условий (влажность воздуха 40–80 %, температура окружающей среды от 5 до 30 °С, оптимальная 20–25 °С) зависит массовый лёт спор, который часто совпадает с началом появления всходов подсолнечника [13].

Анализируя климатические факторы за годы исследований в период вегетации подсолнечника (рис. 1), мы отмечали, что среднесуточная температура в мае составила 17,2–19,3 °С, количество осадков варьировало от 44,8 до 86,0 мм, при среднемноголетних данных 57,0 мм.

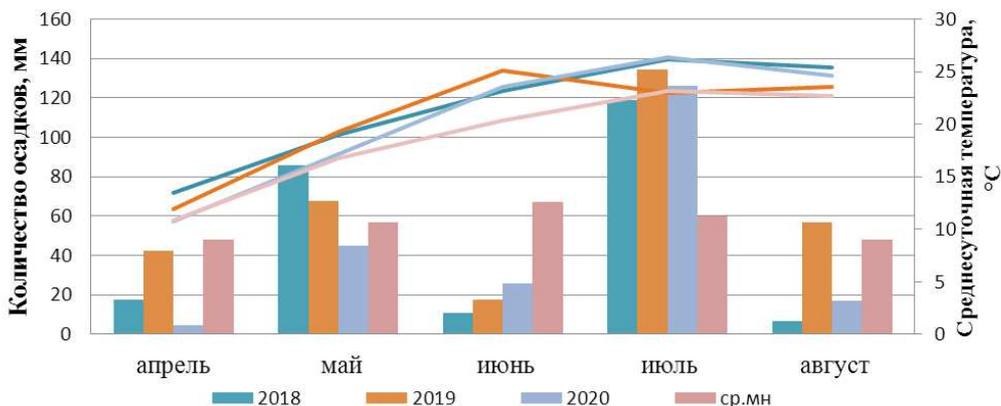


Рис. 1. Погодные условия в период вегетации растений подсолнечника (данные Интернет-ресурса г. Краснодара, 2018–2020 гг.)

Сложившиеся погодные условия стимулировали появление первоначальных симптомов возбудителя фомоза на поверхности настоящих листьев и черешка в начальные фазы онтогенеза, начиная с нижнего яруса.

В июньский засушливый период активность распространения возбудителя фомоза приостанавливалась, пораженные листья желтели и засыхали, не опадая. Обильные осадки, превышающие среднемноголетние в два раза, и среднесуточная температура 23,0–26,4 °С в июле в течение трех лет вызывали интенсивное развитие возбудителя фомоза *P. lindquistii* на стеблях подсолнечника в период цветения – созревания во второй половине лета. Некротические пятна черного цвета появлялись на стеблях у оснований листовых черешков. В период физиологической спелости растений пятна становились сероватыми, разрастающиеся гифы мицелия гриба пронизывали поврежденную поверхность стебля. В колонизированных грибом тканях листового черешка и стебля формировалась пикнидиальная стадия (рис. 2) бесполого размножения патогена, пикноспоры осуществляли вторичное заражение в течение всего периода вегетации растений подсолнечника, распространяясь воздушными потоками, водой и насекомыми.





Рис. 2. Стебель подсолнечника, пораженный возбудителем фомоза *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley (ориз.): а – некротическое пятно на стебле, распространяющееся от основания черешка листовой пластинки; б – пикниды на пораженных участках стебля в конце вегетации; в – пикниды с выходом экссудата в чистой культуре на питательной среде овсяный агар

Результаты проводимого нами мониторинга посевов подсолнечника показали, что сильная степень поражения стеблей растений фомозом проявляется, когда основная масса урожая уже сформирована, что согласуется с ранее известными данными [2, 8].

Фитопатологическая оценка за период исследований показала различную реакцию селекционных линий подсолнечника к фомозу в зависимости от метеоусловий года (см. таблицу). В 2018 г. при посеве семян подсолнечника во II декаде мая погодные условия благоприятно складывались для появления дружных всходов в конце месяца при среднемесячной температуре 19,0 °С и осадках 86,0 мм. Дефицит влаги в июне (11,0 мм) и августе (6,8 мм) отрицательно повлиял на жизнеспособность колониеобразующих структур гриба, что позволило растениям подсолнечника в период их уязвимости уйти от распространения инфекции. Наблюдалось наименьшее количество естественно зараженных растений (среднее 20,3 %) со степенью поражения 1 и 2 балла. Пораженность линий Л 120, Л 2385, Л 132 и ВК 900 была в среднем на одном уровне (распространенность 13,3–21,9 % и развитие 13,3–21,1 %), у линии Л 116 распространенность и развитие составили 45,5 и 40,0 % соответственно. У линии Л 107 выявлено 5,7 % растений с некротическими пятнами фомоза длиной до 5 см на стебле.

Поражение линий подсолнечника фомозом, %, в полевых условиях (ЦЭБ ВНИИМК, 2018–2020 гг.)

Линия	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	<i>P</i> *	<i>R</i> **	балл	<i>P</i>	<i>R</i>	балл	<i>P</i>	<i>R</i>	балл
ВК900	21,1	21,1	1	26,2	23,7	1–2	45,5	44,9	1–3
Л 2385	13,3	13,3	1	17,2	15,0	1–2	21,0	18,8	1–2
Л 107	5,7	3,8	1–2	8,0	8,0	1	8,3	8,3	1
Л 116	45,5	40,0	1–2	42,8	38,0	1–2	52,0	40,3	1–2
Л 120	14,3	14,3	1	18,5	16,7	1–2	21,9	23,9	1–3
Л 132	21,9	14,1	1–2	29,2	26,8	1–2	31,0	32,7	1–3
Среднее	20,3	17,8		23,3	21,4		29,9	28,1	

\* распространенность; \*\* степень развития.

Погодные условия начала вегетации 2019 г. способствовали своевременному появлению всходов подсолнечника во II декаде мая и аэрогенному распространению спор и мицелия возбудителя фомоза в фазе 1–3-й пары настоящих листьев. В июне месячная сумма осадков составила 17,4 мм, что в три раза меньше среднемноголетних значений. В фазе цветения наблюдались



избыток влажности воздуха и почвы (количество осадков 134,6 мм) и непродуваемость посевов подсолнечника, что служило сдерживающим фактором распространенности (в среднем 23,3 %) патогена. Частота встречаемости поражения фомозом линий Л 120, Л 2385, ВК 900 и Л 132 изменялась в диапазоне 17,2–29,2 % при развитии болезни 15,0–26,8 %. Пораженность линии Л 116 составила 42,8 % при интенсивности проявления 38,0 %. У линии Л 107 в среднем наблюдалось 8,0 % растений с симптомами фомоза и степенью поражения 1 балл.

Погодные условия (посев III декада апреля) 2020 г. характеризовались острым недостатком осадков в апреле (4,4 мм) и июне (25,8 мм), температурный режим был превышен с июня по август (на 1,9–3,2 °С выше среднегодовых), что отрицательно повлияло на количество и качество урожая, но удачно сложилось для заражения фомозом растений подсолнечника. Количество осадков в мае (44,8 мм) при среднесуточной температуре 17,2 °С способствовало синхронизации массового образования пропагул (мицелия, пикноспор и аскоспор) патогена с фазой максимальной восприимчивости растения, что спровоцировало первичную инокуляцию листьев и черешков растений в фазе бутонизации. Выпавшие осадки в июле (126,0 мм) и августе (17,0 мм) при среднесуточной температуре 23,6–26,4 °С повлияли на вторичное заражение и привели к резкому повышению распространенности и развития (среднее 29,9 и 28,1 % соответственно) стеблевой пятнистости на растениях подсолнечника в период цветения – созревания. Максимальная пораженность фомозом селекционных образцов ВК 900 и Л 116 составила 45,5–52,0 % при степени развития 44,9–40,3 %. Меньше всего была поражена линия Л 107 (*P* и *R* не превышали 8,3 %).

Установлено, что климатические условия центральной зоны Краснодарского края в 2018–2020 гг. способствовали проявлению визуальных симптомов поражения фомозом растений, особенно интенсивного на стеблях в фазе созревания подсолнечника. При полевой оценке селекционного линейного материала подсолнечника на пораженность фомозом в течение трех лет выделилась сильно восприимчивая линия Л 116 (*P* – 47,5–52,0 % и *R* – 38,0–40,3 %; степень поражения 1–2 балла) и устойчивая линия Л 107 (*P* – 5,7–8,3 % и *R* – 3,8–8,3 %; степень поражения 1–2 балла). При различном сочетании внешних факторов селекционный образец ВК 900 проявил наибольшую вариабельность в поражении фомозом с диапазоном распространенности болезни 21,1–45,5 % и степенью поражения растений от 1 до 3 баллов.

**Заключение.** Фитопатологическая оценка в течение трех лет (2018–2020 гг.) показала, что селекционные линии подсолнечника по-разному чувствительны к поражению фомозом в зависимости от меняющихся погодно-климатических условий года. Поэтому необходимо ежегодно проводить фитосанитарный мониторинг фомоза на селекционном материале подсолнечника для отбора линий, наиболее перспективных для использования их в селекционных программах, направленных на создание устойчивых к патогену гибридов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арасланова Н. М., Саукова С. Л., Антонова Т. С. К вопросу о вредоносности *Phoma macdonaldii* Воегетта на подсолнечнике // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2018. № 3(175). С. 117–123.
2. Бородин С. Г., Котлярова И. А. Грибные болезни подсолнечника в Краснодарском крае // Болезни и вредители масличных культур (сборник научных работ). Краснодар, 2006. С. 3–10.
3. Выприцкая А. А., Кузнецов А. А. Патогены подсолнечника в Тамбовской области // Защита и карантин растений. 2016. № 7. С. 46–47.
4. Мониторинг болезней на сортах подсолнечника селекции ВНИИМК / А. А. Децына [и др.] // Масличные культуры. 2021. № 1 (185). С. 67–72.
5. Драховская М. Д. Прогноз в защите растений. М.: Сельхозлитература, 1962. 352 с.
6. Левитин М. М. Изменение климата и прогноз развития болезней растений // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46(1). С. 14–19.
7. Левитин М. М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата // Сельскохозяйственная биология. 2015 Т. 50(5). С. 641–647.
8. Лукомец В. М., Котлярова И. А., Терещенко Г. А. Атлас болезней растений подсолнечника. Краснодар: ФГБНУ ВНИИМК. Просвещение-Юг, 2015. 67 с.



9. Орлова С. Н., Арасланова Н. М., Антонова Т. С. Искусственное заражение растений подсолнечника фомопсисом при оценке устойчивости селекционного материала // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2001. № 1(124). С. 166–167.

10. Сокирко В. П., Горьковенко В. С., Зазимко М. И. Фитопатогенные грибы (морфология и систематика): учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2014. 178 с.

11. Gontcharov S. V. Dynamics of hybrid sunflower disease resistance // *Helia* 2014. No. 37. P. 99–104. DOI: 10.1515/helia-2014-0008.

12. Luo J. F., Wu P. S. Detection and identification of *Phoma macdonaldii* in sunflower seeds imported from Argentina // *Journal Australasian Plant Pathology*. 2011. No. 40(1). P. 82–83.

13. Maric A., Camprag D., Masirevic S. Sunflower black stem (In Serbo-Croatian). Nolit, Beograd, Yugoslavia, 1988. P. 37–45.

14. Conditions for surface cultivation on liquid nutrient media of the producer strain of microbiopreparation M-24 *Penicillium* sp., the antagonist of the sunflower *Phoma* rot pathogen / L. V. Maslienko et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. T. 848(1). DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012119.

15. Smolik J. D., Walgenbach D. D., Carson M. L. Initial evaluations of early dying of sunflower in South Dakotain // *Sunflower res. Workshop, Fargo*, 1983. P. 24–25.

## REFERENCES

1. Araslanova N. M., Saukova S.L., Antonova T.S. To the question of *Phoma macdonaldii* (Boerema) harmfulness on sunflower. *Oil Crops. Scientific and technician bulletin of VNIIMK*. 2018;3(175):117–123. (In Russ.).

2. Borodin S. G., Kotlyarova I. A. Fungus diseases on sunflower in the Krasnodar region. *Diseases and pests of oil crops* (collection of scientific works). Krasnodar; 2006. P. 3–10. (In Russ.).

3. Vypritskaya A. A., Kuznetsov A. A. Pathogens on sunflower in the Tambov region. *Protection and quarantine of plants*. 2016;(7):46–47. (In Russ.).

4. Monitoring of diseases in crops of sunflower varieties bred at VNIIMK / A. A. Detsyna et al. *Oil Crops*. 2021;1(185):67–72. (In Russ.).

5. Drakhovskaya M. D. Forecast in plant protection. Moscow: Selkhozliteratura; 1962. 352 p. (In Russ.).

6. Levitin M. M. Climate change and the forecast of development of plant diseases. *Mycology and phytopathology*. 2012;46(1):14–19. (In Russ.).

7. Levitin M. M. Microorganisms and global climate change. *Agricultural biology*. 2015;50(5):641–647. (In Russ.).

8. Lukomets V. M., Kotlyarova I. A., Tereschenko G. A. Atlas of diseases of sunflower plants. Krasnodar: VNIIMK. Prosveschenie-Yug; 2015. 67 p. (In Russ.).

9. Orlova S. N., Araslanova N. M., Antonova T. S. Artificial inoculation of sunflower plants with *Phomopsis* at estimation of resistance of breeding germplasm. *Oil Crops. Scientific and technician bulletin of VNIIMK*. 2001;1(124):166–167. (In Russ.).

10. Sokirko V. P., Gorkovenko V. S., Zazimko M. I. Phytopathogenic fungus (morphology and taxonomy). Krasnodar: Kuban State Agrarian University; 2014. 178 p. (In Russ.).

11. Gontcharov S. V. Dynamics of hybrid sunflower disease resistance. *Helia*. 2014;(37):99–104. DOI: 10.1515/helia-2014-0008.

12. Luo J. F., Wu P. S. Detection and identification of *Phoma macdonaldii* in sunflower seeds imported from Argentina. *Journal Australasian Plant Pathology*. 2011;40(1):82–83.

13. Maric A., Camprag D., Masirevic S. Sunflower black stem (In Serbo-Croatian). Nolit, Beograd, Yugoslavia; 1988. P. 37–45.

14. Conditions for surface cultivation on liquid nutrient media of the producer strain of microbiopreparation M-24 *Penicillium* sp., the antagonist of the sunflower *Phoma* rot pathogen / L. V. Maslienko et al. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;848(1). DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012119.

15. Smolik J. D., Walgenbach D. D., Carson M. L. Initial evaluations of early dying of sunflower in South Dakotain. *Sunflower res. Workshop, Fargo*; 1983. P. 24–25.

Статья поступила в редакцию 22.04.2022; одобрена после рецензирования 06.05.2022; принята к публикации 26.05.2022.

The article was submitted 22.04.2022; approved after 06.05.2022; accepted for publication 26.05.2022.