

УДК 632.4

DOI 10.18286/1816-4501-2019-4-70-75

СОСТАВ МИКОЦЕНОЗА РИЗОПЛАНЫ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАУРАЛЬЕ

Суханова Светлана Фаилевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая лабораторией «Ресурсосберегающие технологии в животноводстве»

Постовалов Алексей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Экология и защита растений»

Григорьев Евгений Владимирович, преподаватель кафедры «Экология и защита растений» ФГБОУ ВО Курганская ГСХА

641300, Курганская область, Кетовский район, с. Лесниково, п. КГСХА, тел.: 8(906)8284511; e-mail: p_alex79@mail.ru

Ключевые слова: яровой рапс, сорт, микромицеты, ризоплана, фитопатогены.

В статье приводятся данные по составу микромицетов ризопланы сортов ярового рапса. Рассмотрены закономерности заселения ризопланы сортов ярового рапса микромицетами, которые были представлены популяциями патогенных и сапротрофных грибов. К доминирующим микромицетам отнесены рода *Aspergillus*, *Penicillium* и дрожжи *Cryptococcus* с показателем обилия 14,0-60,0 %. Из патогенных микромицетов в эту группу входили рода *Fusarium* и *Alternaria* с обилием видов 22,0-50,0 %. По пространственной частоте встречаемости (ПЧВ) микромицеты по годам распределялись следующим образом: в 2016 году отмечена высокая пространственная частота встречаемости дрожжей *Cryptococcus* на сортах Юбилейный, Купол и Гранит, которая составляла от 32 до 60 %, кроме того на сортах Гранит и Старт отмечалась высокая доля патогенных грибов рода *Fusarium* (18 %); в 2017 году практически на всех вариантах наиболее часто встречались фитопатогенные грибы рода *Alternaria* и *Fusarium*, сапротрофные грибы рода *Aspergillus* отмечалась на всех сортах ярового рапса, пространственная частота встречаемости их на большинстве вариантов составила от 2 до 6 %, а на варианте ДЛЕ 16 %. Рассмотрена возможность использования экологических индексов для анализа структуры популяций микромицетов ризопланы, важной при экологическом направлении защиты масличных культур от болезней.

Введение

В процессе своего развития растения подвергаются воздействию различных абиотических и биотических факторов среды. Они оказывают влияние на рост и развитие растений, их продуктивность и качество получаемой продукции [1, 2]. Наряду с факторами внешней среды существенное значение на развитие растений оказывает микрофлора почвы. Накопленные к настоящему времени в литературных источниках данные свидетельствуют о том, что в природных условиях корневая система высших растений всегда колонизирована микроорганизмами, которые играют активную роль в адаптации растений к среде обитания [3, 4, 5].

Одной из фундаментальных проблем взаимоотношений в биологической системе почва-растение-микроорганизмы является проблема возникновения фитопатогенеза. Для установле-

ния причин возникновения и развития болезней корневой системы необходимо установление количественного и качественного состава различных таксономических групп микроскопических грибов на корнях растений. Знание этиологии развития болезней корневой системы является необходимым условием для разработки методов ограничения развития фитопатогенных микроорганизмов и обоснования мер борьбы с ними [6, 7, 8, 9].

Получению качественной продукции ярового рапса должна предшествовать разработка экологически безопасной технологии выращивания, что возможно путем создания высокопродуктивных полифункциональных растительно-микробных систем в агроценозе. Эта проблема является малоизученной и актуальной [10].

В связи с этим, цель исследований – оценка закономерности формирования структуры

микоценоза ризопланы сортов ярового рапса.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования – корневая система ярового рапса сортов Юбилейный, ДЛЕ, Купол, Гранит и Старт. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистый. Гидротермические условия в период проведения опытов были благоприятными для возделывания ярового рапса. ГТК летних месяцев вегетационного периода 2016 года составил 1, 2, а 2017 года – 1,1.

Для изучения состава микоценоза ризопланы ярового рапса применялся метод раскладки односантиметровых отрезков корней на стерильную среду Чапека (со стрептомицином). Для этого корни растений отмывали от почвы в стерильной водопроводной воде, нарезами стерильным скальпелем на фрагменты в 1 см и раскладывали в чашки Петри на стерильную питательную среду [11].

Колонии грибов идентифицировали прямо в чашках Петри. По каждому сроку анализа определению подвергали все грибные колонии по соответствующим определителям [12, 13, 14].

Результаты исследований

Исследованиями установлено, что ризоплана ярового рапса заселялась микромицетами, принадлежащими к различным родам, в число которых входили и патогенные возбудители инфекционных болезней. Было выявлено значение сорта в формировании количественного и качественного составов микроскопических грибов.

Максимальное количество микромицетов на корнях ярового рапса было выделено в 2016 году на сортах Купол и Гранит – по 50 штаммов, а минимальное – на сорте Старт (32 штамма). В 2017 году на сортах Юбилейный, ДЛЕ и Гранит было выделено от 41 до 45 штаммов, а на сортах Купол и Старт значительно меньше – до 36 штаммов.

В таблице 1 состав микоценоза ризопланы ярового рапса распределен по показателю обилия. В 2016 году к доминирующим микромицетам ризопланы сортов Юбилейный, Купол и Старт можно отнести грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* с показателем обилия 14,0-25,0 %.

Таблица 1

Распределение микромицетов по показателю обилия в ризоплане сортов ярового рапса, 2016-2017 гг.

Род	Обилие выделенных колоний по вариантам, %				
	Юбилейный	ДЛЕ	Купол	Гранит	Старт
Доминирующие					
<i>Aspergillus</i>	17,5/0*	0/17,8	14,0/0	0/0	15,6/0
<i>Penicillium</i>	25,0/0	0/0	14,0/0	0/0	15,6/0
<i>Fusarium</i>	0/0	0/26,7	0/50,0	18,0/41,5	28,1/16,7
<i>Cryptococcus</i>	40,0/22,0	22,0/0	56,0/0	60,0/14,6	0/0
<i>Mucor</i>	0/0	46,3/0	0/0	0/14,6	0/25,0
<i>Trichoderma</i>	0/0	19,5/0	0/0	0/0	0/0
<i>Alternaria</i>	0/51,2	0/28,9	0/22,0	0/0	0/33,3
Типичные частые					
<i>Aspergillus</i>	0/0	12,2/0	0/0	10,0/7,3	0/12,5
<i>Penicillium</i>	0/0	0/8,9	0/0	0/9,8	0/0
<i>Mucor</i>	0/9,8	0/11,1	0/11,1	0/0	9,4/0
<i>Cryptococcus</i>	0/0	0/6,7	0/11,1	0/0	12,5/8,3
<i>Trichoderma</i>	7,5/0	0/0	0/0	0/0	6,3/0
<i>Alternaria</i>	0/0	0/0	6,0/0	0/12,2	6,3/0
<i>Fusarium</i>	0/12,2	0/0	0/0	0/0	0/0
Типичные редкие					
<i>Alternaria</i>	2,5/0	0/0	0/0	4,0/0	0/0
<i>Aspergillus</i>	0/2,4	0/0	0/5,6	0/0	0/0
<i>Penicillium</i>	0/2,4	0/0	0/0	4,0/0	0/4,2
<i>Fusarium</i>	0/0	0/0	2,0/0	0/0	0/0
<i>Mucor</i>	2,5/0	0/0	0/0	2,0/0	0/0
<i>Cladosporium</i>	5,0/0	0/0	4,0/0	2,0/0	3,1/0
<i>Trichoderma</i>	0/0	0/0	4,0/0	0/0	0/0
<i>Micelia sterilia</i>	0/0	0/0	0/0	0/0	3,1/0

Примечание: * 2016/2017 год

Дрожжи *Cryptococcus* доминировали практически на всех сортах, кроме сорта Старт. Чаще всего *Cryptococcus* выделялись с поверхности корневой системы сортов Купол и Гранит, обилие составляло соответственно 56 и 60 %. В 2017 году к доминирующим микромицетам отнесены различные виды *Alternaria*, с обилием от 22,0 до 51,2 %, исключение составляла корневая система сорта Гранит. В группу доминирующих отнесены и грибы рода *Fusarium* с показателем обилия 16,7-50,0 %, которые наиболее часто выделялись с корневой системы сортов Купол (50,0 %) и Гранит (41,5 %).

В 2016 году к группе типичных частых микромицетов ризопланы сортов ДЛЕ и Гранит нами отнесены различные виды *Aspergillus* с показателем обилия 12,2 и 10,0 % соответственно. К типичным частым можно отнести также грибы

рода *Alternaria* с показателем обилия, не превышающим 6,3 % на сортах Купол и Старт. В условиях 2017 года в микоценозе ризопланы сортов Юбилейный, ДЛЕ и Купол типичными частыми были грибы рода *Mucor* с обилием 9,8-11,1 %. На корневой системе сортов Юбилейный и Гранит в эту группу вошли виды *Fusarium* и *Alternaria* с обилием 12,2 %.

В 2016 году к типичным редким на корнях всех изучаемых сортов относились грибы *Cladosporium* с обилием 2,0-5,0 %, исключение составлял сорт ДЛЕ. Виды родов *Alternaria* и *Mucor* в данной группе отмечались в ризоплане сортов Юбилейный и Гранит с обилием видов от 2,0 до 4,0 %. В 2017 году в группу типичных редких отнесены грибы рода *Penicillium* с обилием 2,4 и 4,2 % соответственно на корнях сортов Юбилейный и Старт и грибы рода *Aspergillus* на сортах Юбилейный и Купол с обилием 2,4 и 5,6 %.

При изучении родового и количественного состава микоценоза для выявления постоянных и случайных обитателей ризопланы ярового рапса использовали показатель пространственной частоты встречаемости (рисунки 1-5).

Комплексы микромицетов по показателю пространственной частоты встречаемости на корнях рапса распределились следующим образом. В 2016 году отмечена высокая про-

странственная частота встречаемости дрожжей *Cryptococcus* на сортах Юбилейный, Купол и Гранит, которая составляла от 32 до 60 %. На сортах Гранит и Старт по сравнению с другими отмечена высокая доля патогенных грибов рода *Fusarium* (18 %). Почти во всех вариантах встречались грибы рода *Trichoderma*, которые являются активными антагонистами патогенных грибов. Пространственная частота встречаемости грибов рода *Trichoderma* в отдельных вариантах составляла 4-6 %, а на сорте ДЛЕ она была наибольшей и составила 16 %.

В 2017 году в ризоплане ярового рапса практически на всех вариантах наиболее часто встречались фитопатогенные грибы рода *Alternaria* и *Fusarium*. Наименьшая доля гриба рода *Alternaria* отмечалась на сортах Гранит (10 %), Купол и Старт (16 %). Грибы *Fusarium* реже всего встречались на сортах Старт и Юбилейный – 8 и 10 % соответственно. Грибы рода *Aspergillus* отмечались на всех сортах ярового рапса, пространственная частота встречаемости его на большинстве вариантов составила от 2 до 6 %, а на варианте ДЛЕ – 16 %.

Оценку видового богатства и биоразнообразия микоценоза ризопланы различных сортов ярового рапса определяли, используя специальные индексы: Маргалефа

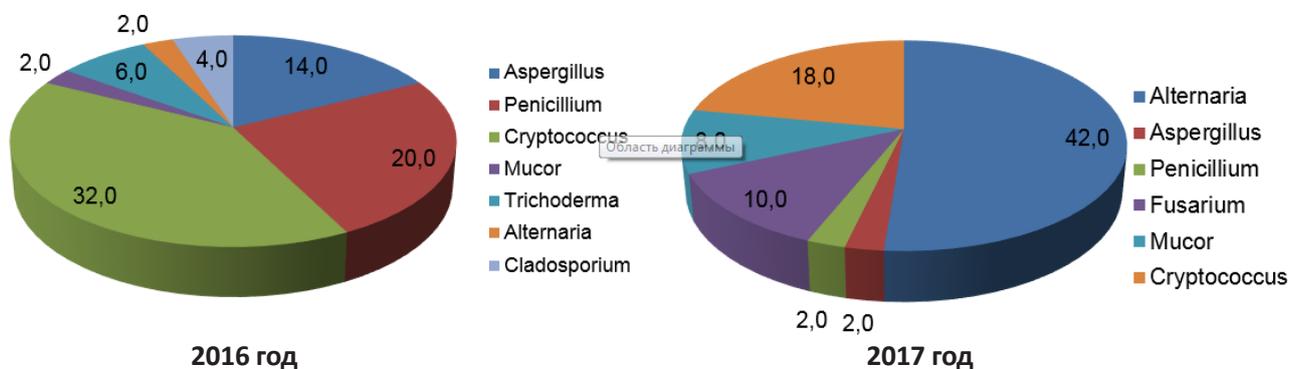


Рис. 1 – Пространственная частота встречаемости грибов в ризоплане ярового рапса сорта Юбилейный, %

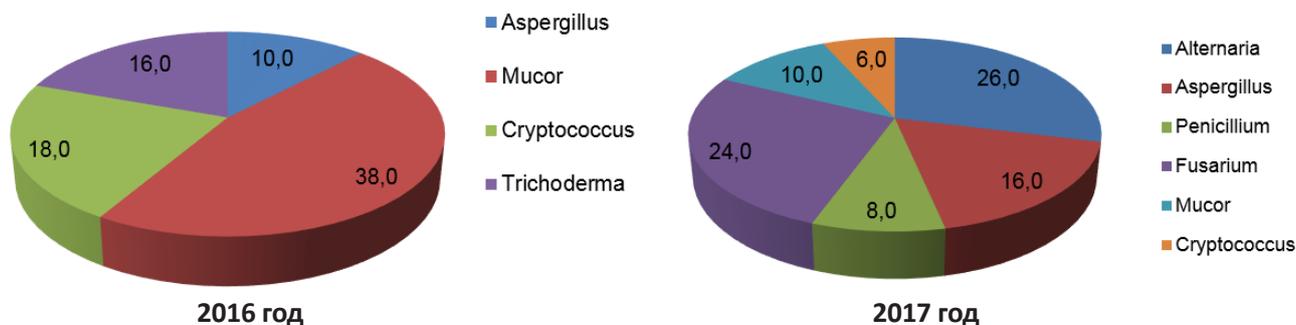


Рис. 2 – Пространственная частота встречаемости грибов в ризоплане ярового рапса сорта ДЛЕ, %

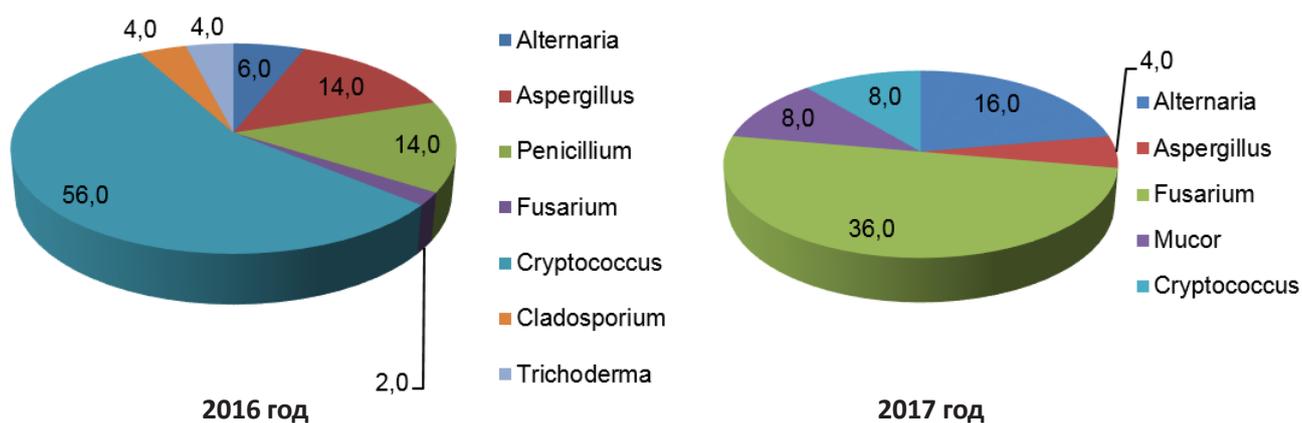


Рис. 3 – Пространственная частота встречаемости грибов в ризоплане ярового рапса сорта Купол, %

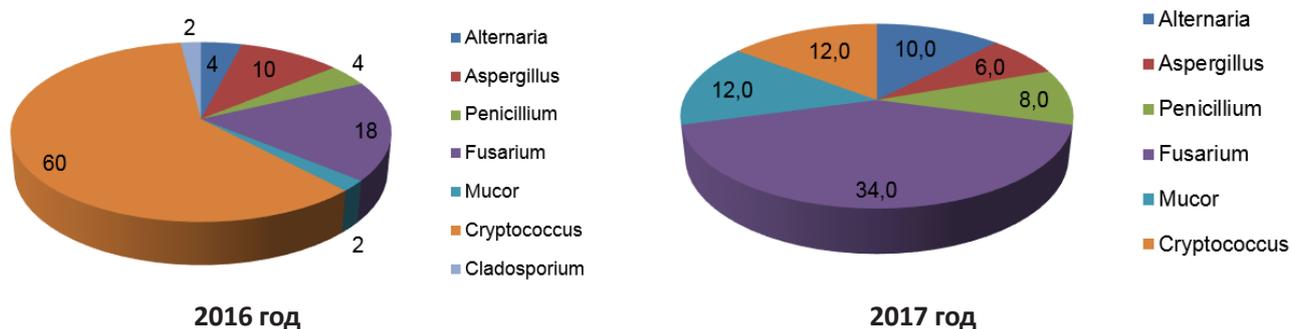


Рис. 4 – Пространственная частота встречаемости грибов в ризоплане ярового рапса сорта Гранит, %

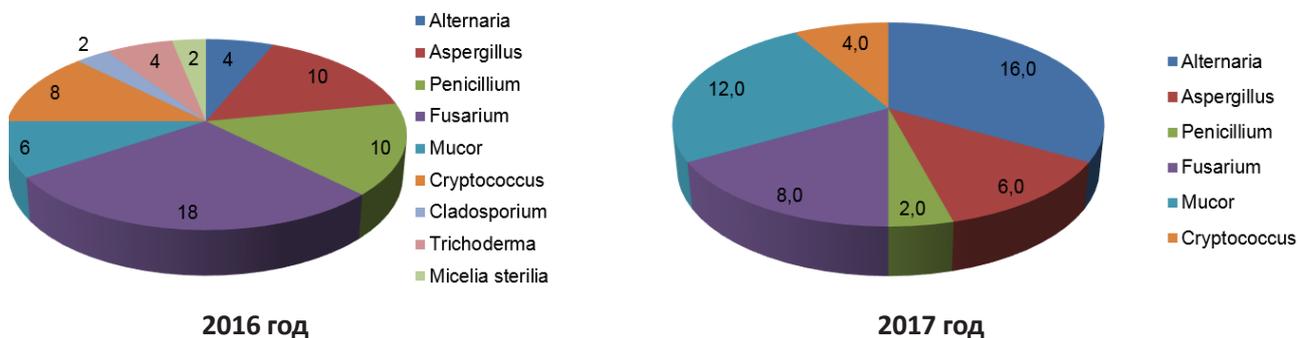


Рис. 5 – Пространственная частота встречаемости грибов в ризоплане ярового рапса сорта Старт, %

(D_{Mg}), Менхиника(D_{Mn}), Симпсона(D), Бергера-Паркера(d) (табл. 2).

Индексы Маргалефа (D_{Mg}), Менхиника(D_{Mn}) описывают видовое богатство микромицетов на корнях ярового рапса. Эти индексы находятся в прямой корреляционной связи с разнообразием [15].

В 2016 году максимальный индекс Маргалефа отмечался на корневой системе сорта Старт и составил 2,6, на сортах Юбилейный, Купол и Гранит индекс не превышал 1,9, а на сорте ДЛЕ 1,1. В 2017 году ситуация несколько выровнялась, на всех вариантах индекс варьировал в пределах 1,4-1,9. В среднем за годы исследований наименьшее значение индекса отмечено на

сорте ДЛЕ – 1,3, а наибольшее – на сорте Старт – 2,3. Индекс Менхиника в 2016 году на корнях сорта ДЛЕ принимал наименьшее значение и составил 0,6, на остальных вариантах 1,0-1,1. В среднем за 2 года исследований индекс варьировал от 0,7 на сорте ДЛЕ до 1,4 на сорте Старт.

Были рассчитаны индексы биоразнообразия Симпсона(D) и Бергера-Паркера(d). Индекс Симпсона чувствителен к присутствию в выборке обильных видов, но он слабо зависит от богатства видов. Индекс Бергера-Паркера(d) обозначает относительную значимость наиболее обильного вида [8].

В 2016 году максимальный индекс Симпсона(D) отмечен на сортах Юбилейный и

Таблица 2

Индексы видового богатства и биоразнообразия микоценоза ризопланы сортов ярового рапса

Индекс	Год	Разнообразие и доминирование микромицетов по сортам				
		Юбилейный	ДЛЕ	Купол	Гранит	Старт
D _{Mg}	2016	1,9	1,1	1,8	1,8	2,6
	2017	1,6	1,6	1,4	1,6	1,9
	сред.	1,7	1,3	1,6	1,7	2,3
D _{Mn}	2016	1,1	0,6	1,0	1,0	1,6
	2017	0,9	0,9	0,8	0,9	1,2
	сред.	1,0	0,7	0,9	0,9	1,4
D	2016	5,0	3,3	2,8	2,5	7,7
	2017	3,1	5,3	3,3	4,3	5,6
	сред.	4,0	4,3	3,1	3,4	6,6
d	2016	2,5	2,2	1,8	1,7	3,6
	2017	1,9	3,4	2,0	2,5	3,0
	сред.	2,2	2,8	1,9	2,1	3,3

ДЛЕ – 5,0 и 7,7 соответственно. На остальных сортах он изменялся от 2,5 до 3,3. В 2017 году наибольшее значение индекса Симпсона отмечалось на сортах ДЛЕ и Старт и составило 5,3 и 5,6 соответственно. В среднем за два года изучаемый показатель в большинстве вариантах изменялся от 3,1 до 4,3, а на сорте Старт был наибольшим и составил 6,6.

Индекс Бергера-Паркера (d) в 2016 году на сортах рапса Купол и Гранит не превышал 1,8, а на сортах Юбилейный и Старт составил 2,5 и 3,6 соответственно. В 2017 индекс изменялся от 1,9 на сорте Юбилейный до 3,4 на ДЛЕ. В среднем за годы исследования наибольшее значение индекса отмечалось на сортах ДЛЕ и Старт, составив 2,8 и 3,3 соответственно. На остальных вариантах данный показатель был в пределах 1,9-2,2.

Выводы

Установлены особенности формирования микоценоза ризопланы сортов ярового рапса. Структура микоценоза представлена популяциями патогенных и сапротрофных видов. К доминирующим микромицетам отнесены виды родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Cryptococcus* с показателем обилия 14,0-60,0 %. Из патогенных микромицетов к этой группе отнесены рода *Fusarium* и *Alternaria* с обилием 22,0-50,0%. Подтверждена возможность использования индексов видового богатства и биоразнообразия для анализа структуры популяций ризопланы, важной при экологическом направлении защиты масличных культур от болезней.

По пространственной частоте встречаемости (ПЧВ) микромицеты по годам распределялись следующим образом: в 2016 году отмечена

высокая пространственная частота встречаемости дрожжей *Cryptococcus* на сортах Юбилейный, Купол и Гранит, которая составляла от 32 до 60 %, кроме того на сортах Гранит и Старт отмечалась высокая доля патогенных грибов рода *Fusarium* (18 %); в 2017 году практически на всех вариантах наиболее часто встречались фитопатогенные грибы рода *Alternaria* и *Fusarium*, сапротрофные грибы рода *Aspergillus* отмечались на всех сортах ярового рапса, пространственная частота встречаемости их на большинстве вариантов составила от 2 до 6 %, а на варианте ДЛЕ 16 %.

Библиографический список

1. Суханова, С.Ф. Математическое обоснование действия внешних факторов, влияющих на биологический объект / С.Ф. Суханова, Т.Л. Лещук, Р.М. Бисчоков // Вестник Курганской ГСХА. - 2019. - № 1 (29). - С. 46-50.
2. Суханова, С.Ф. Степень влияния внешних факторов на показатели функционирования биологических систем / С.Ф. Суханова, Г.С. Азубаева, Т.Л. Лещук // Вестник Курганской ГСХА. - 2017. - № 2 (22). - С. 65-69.
3. Голованова, Т. И. Роль грибов рода *Trichoderma* в повышении урожайности пшеницы и ячменя / Т. И. Голованова, Е. В. Долинская, Е. А. Сичкарук // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6 (33). – С. 53-58.
4. Эффективность действия *Trichoderma asperellum* на развитие фузариоза на сеянцах *Larix sibirica* / Т.И. Громовых, Ю.А. Литовка, В.С. Громовых [и др.] // Микология и фитопатология. – 2002. – Т. 36. – Вып. 4. – С. 70–75.
5. Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение / Е. А. Цавкелова, С. Ю. Климова, Т. А. Чердынцева [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 133–143.
6. Постовалов, А. А. Патогенные микромицеты ризопланы ячменя и гороха / А. А. Постовалов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (44). – С. 59-60.
7. Постовалов, А. А. Корневые гнили бобовых культур в Курганской области / Г. О. Жернов, С. Ю. Жернова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 3 (195). – С. 38-43.
8. El-Tarabily, K. A. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters / K. A.

El-Tarabily, K. Sivasithamparam // Mycoscience. – 2006. – Vol. 47, № 1. – P. 25–35.

9. Bending Preceding crop and seasonal effects influence fungal, bacterial and nematode diversity in wheat and oilseed rape rhizosphere and soil / Sally Hilton, Amanda J. Bennett, Dave Chandler, Peter Mills, D. Gary // Applied Soil Ecology. – 2018. – Vol. 126. – P. 34-46.

10. Горгулько, Т. В. Биокоррекция ризосферы *Camelina sativa* L. и *Silybum marianum* L. как фактор продуктивного растительно-микробного взаимодействия / Т. В. Горгулько // Таврический вестник аграрной науки. - 2016. – № 4(8). – С. 7-12.

11. Методы почвенной микробиологии и

биохимии / под редакцией Д. Г. Звягинцева. – Москва : Издательство МГУ, 1980. – 224 с

12. Билай, В. И. Фузариоз / В. И. Билай. – Киев : Наукова Думка, 1977. – 441 с.

13. Кириленко, Т. С. Атлас родов почвенных грибов / Т. С. Кириленко. – Киев : Наукова думка, 1977. – 128 с.

14. Литвинов, М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М. А. Литвинов. – Ленинград : Наука, 1976. – 304 с.

15. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран ; перевод с английского Н. В. Матвеевой ; под редакцией Ю. И. Чернова. – Москва : Мир, 1992. - 181 с.

COMPOSITION OF RHIZOPLANE MYCOCECENOSIS OF SPRING RAPE VARIETIES IN TRANS-URALS

Sukhanova S.F., Postovalov A.A., Grigoriev E.V.
FSBEI HE Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev
641300, Kurgan region, Lesnikovo v., e-mail: kafedraecologpp@yandex.ru

Key words: spring rape, variety, micromycetes, rhizoplane, phytopathogens.

The article presents data on composition of rhizoplane micromycetes of spring rape varieties. The patterns of populating spring rape rhizoplanes with micromycetes, which were represented by populations of pathogenic and saprotrophic fungi, are studied. The dominant micromycetes include *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Cryptococcus* yeast with abundance parameter of 14.0-60.0%. As for pathogenic micromycetes, this group included *Fusarium* and *Alternaria* genera with abundance of 22.0-50.0%. According to spatial frequency of occurrence, micromycetes were distributed by year as follows: in 2016, a high spatial frequency of occurrence of *Cryptococcus* yeast in Yubileiny, Kupol and Granit varieties was noted, which ranged from 32 to 60%, in addition, a high proportion of pathogenic fungi of *Fusarium* genus (18%) was noted in Granit and Start varieties. In 2017, the most frequent were phytopathogenic fungi of *Alternaria* genus and *Fusarium* practically in all varieties, saprotrophic fungi of *Aspergillus* genus were observed in all varieties of spring rape, the spatial frequency of their occurrence in most variants ranged from 2 to 6%, and 16% on DLE variant. The possibility of using environmental parameters to analyze the structure of populations of rhizoplane micromycetes, which is important in the environmental direction of protecting oilseeds from diseases, is studied.

Bibliography

1. Sukhanova, S. F. Mathematical justification of the action of external factors affecting the biological object / S. F. Sukhanova, T. L. Leschuk, R. M. Bischoff // Bulletin of the Kurgan state agricultural Academy. - 2019. - No. 1 (29). - P. 46-50.
2. Sukhanova, S. F. Degree of influence of external factors on indicators of functioning of biological systems / S. F. Sukhanova, G. S. Azaubayeva, T. L. Leschuk // Bulletin of the Kurgan state agricultural Academy. - 2017. - No. 2 (22). Pp. 65-69.
3. Golovanova, T. I. The role of fungi of *Trichoderma* genus in increasing productivity of wheat and barley / T. I. Golovanova, E. V. Dolinskaya, E. A. Sichkaruk // Vestnik of Krasnodar State Agrarian University. - 2009. - No. 6 (33). - P. 53-58.
4. The effectiveness of *Trichoderma asperellum* on development of *Fusarium* on *Larix sibirica* seedlings / T. I. Gromovykh, Yu. A. Litovka, V. S. Gromovykh [et al.] // Mycology and Phytopathology. - 2002. - V. 36, no. 4. - P. 70–75.
5. Microorganisms - producers of plant growth stimulants and their practical application / E. A. Tsavkelova, S. Yu. Klimova, T. A. Cherdyntseva [et al.] // Applied biochemistry and microbiology. - 2006. - V. 42, No. 2. - P. 133–143.
6. Postovalov, A. A. Pathogenic micromycetes of barley and pea rhizoplanes / A. A. Postovalov // Vestnik of Orenburg State Agrarian University. - 2013. - No. 6 (44). - P. 59-60.
7. Postovalov, A. A. Root rot of legumes in Kurgan region / G. O. Zhernov, S. Yu. Zhernova // Siberian vestnik of Agricultural Science. - 2009. - No. 3 (195). - P. 38-43.
8. El-Tarabily, K. A. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters / K. A. El-Tarabily, K. Sivasithamparam // Mycoscience. – 2006. – Vol. 47, № 1. – P. 25–35.
9. Bending Preceding crop and seasonal effects influence fungal, bacterial and nematode diversity in wheat and oilseed rape rhizosphere and soil / Sally Hilton, Amanda J. Bennett, Dave Chandler, Peter Mills, D. Gary // Applied Soil Ecology. – 2018. – Vol. 126. – P. 34-46.
10. Gorgulko, T. V. Biocorrection of *Camelina sativa* L. rhizosphere and *Silybum marianum* L. as a factor of productive plant-microbial interaction / T. V. Gorgulko // Taurian vestnik of Agricultural Science. - 2016. - No. 4 (8). - P. 7-12.
11. Methods of soil microbiology and biochemistry / edited by D. G. Zvyagintsev. - Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1980. - 224 p.
12. Bilai, V.I. *Fusaria* / V.I. Bilai. - Kiev: Naukova Dumka, 1977. - 441 p.
13. Kirilenko, T. S. Atlas of soil fungi genera / T. S. Kirilenko. - Kiev: Naukova Dumka, 1977. - 128 p.
14. Litvinov, M. A. The determinant of microscopic soil fungi / M. A. Litvinov. - Leningrad: Nauka, 1976. - 304 p.
15. Magarran, E. Ecological diversity and its measurement / E. Magarran; translation from English by N.V. Matveeva; edited by Yu. I. Chernov. - Moscow: Mir, 1992. - 181 p.