

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ  
И УСТОЙЧИВОСТЬ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ****THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE EXTENSION OF DISEASES  
AND RESISTANCE OF GARDEN CARROT**

**Ключевые слова:** *Fusarium*, *Alternaria*, морковь столовая, распространённость болезней, почва, воздух.

Изменение климата может привести не только к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, но и к угрозе для экосистем и биологического разнообразия. В зависимости от погодных условий и фитосанитарного состояния посевов распространённость болезней из рр. *Fusarium* и *Alternaria* может достигать 70-80%, а урожайность корнеплодов снижается на 35-50%. Цель исследования – выявить динамику повышения или понижения распространённости грибных болезней из рр. *Fusarium*, *Alternaria* на моркови столовой в зависимости от погодных условий с 2011 по 2018 гг. Задачи: произвести анализ метеоданных за вегетационный период исследуемых годов – с 2011 по 2018 гг.; выявить динамику распространённости устойчивости – восприимчивости на сортах образцах моркови столовой: Маэстро F1 – устойчивый, Red cored – средневосприимчивый и Найджел – восприимчивый в зависимости от агроклиматических показателей. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при повышенных осадках и высокой влажности почвы возбудители болезней и рр. *Fusarium* и *Alternaria* очень хорошо развиваются на растениях, поражая корневую систему, корнеплоды и листовую пластину, приводя к полной гибели растения. По устойчивому гибриду МаэстроF1 наибольшая корреляционная зависимость к осадкам: по *Alternaria* – 0,91, *Fusarium* – 0,82, по естественному фону – 0,78. Умеренная корреляционная зависимость к влажности воздуха: по *Alternaria* – 0,46, *Fusarium* – 0,39, по естественному фону – 0,19. При анализе корреляционной зависимости на средневосприимчивом контроле Red cored высокая корреляция между осадками и распространённостью болезней на естественном фоне 0,87 и 0,92 до 0,94 на инфекционных фонах *Alternaria* и *Fusarium* соответственно. Заметная корреляция влажности воздуха на естественном фоне 0,69, по инфекционным фонам *Alternaria* и *Fusarium* умеренная корреляция от 0,40 до 0,5 соответственно. При анализе корреляционной зависимости на восприимчивом контроле Найджел имеет высокий коэффициент по отношению к осадкам, по *Alternaria* – 0,79, *Fusarium* – 0,90, естественному фону – 0,60. Слабая корреляция по отношению к влажности воздуха: 0,13; 0,14 и 0,12 соответственно. По отношению к температурным показателям корреляционная зависимость имеет низкие значения по *Alternaria* – 0,24, по *Fusarium* – 0,22.

**Keywords:** *Fusarium*, *Alternaria*, garden carrot (*Daucus carota* subsp. *Sativus*), extension of disease, soil, air.

The climate change may lead both to reduced crop yields, and threats to ecosystems and biological diversity. Depending on the weather conditions and phytosanitary condition of crops, the extension of diseases caused by genera *Fusarium* and *Alternaria* may reach 70-80%, and the yield of root crops is reduced by 35-50%. The research goal was to identify the dynamics of increase or decrease of the extension of fungal diseases caused by genera *Fusarium* and *Alternaria* in the crops of garden carrots depending on the weather conditions from 2011 through 2018. The research objectives were as following: 1) the analysis of the meteorological data for the growing seasons of the studied years from 2011 through 2018; 2) revealing the dynamics of the extension of resistance and susceptibility of the candidate varieties of garden carrots: Maestro F1 – resistant, Red cored – medium-susceptible, and Nigel – susceptible, depending on the agro-climatic conditions. The obtained results allow for the conclusion that under excessive precipitation and high soil moisture, the pathogens and genera *Fusarium* and *Alternaria* develop very well on plants affecting the root system, roots and lamina, and lead to complete death of the plant. Regarding the resistant hybrid Maestro F1, there was the highest correlation dependence to precipitation: regarding *Alternaria* – 0.91, *Fusarium* – 0.82, and natural background – 0.78. Moderate correlation dependence was found regarding air humidity: regarding *Alternaria* – 0.46, *Fusarium* – 0.39, natural background – 0.19. The analysis of correlation dependence of the medium-susceptible control variety Red cored revealed a high correlation of precipitation and disease extension against the natural background (0.87) and from 0.92 to 0.94 against the infectious backgrounds of *Alternaria* and *Fusarium*, respectively. Noticeable correlation of air humidity was found against natural background (0.69); against infectious backgrounds of *Alternaria* and *Fusarium* – moderate correlation from 0.40 to 0.5, respectively. The analysis of the correlation dependence of the susceptible control Nigel revealed a high coefficient regarding precipitation, regarding *Alternaria* – 0.79 and *Fusarium* – 0.90; against the natural background – 0.60. Weak correlation regarding air humidity was found – 0.13, 0.14 and 0.12, respectively. Regarding the temperature, the correlation dependence had low values regarding *Alternaria* (0.24) and *Fusarium* (0.22).

**Соколова Любовь Михайловна**, к.с.-х.н., с.н.с., Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: lsokolova74@mail.ru.

**Sokolova Lyubov Mikhaylovna**, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: lsokolova74@mail.ru.

### Введение

Изменение климата может привести не только к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, но и к угрозе для экосистем и биологического разнообразия [1].

В зависимости от погодных условий и фитосанитарного состояния посевов распространённость болезней из рр. *Fusarium* и *Alternaria* может достигать 70-80%, а урожайность корнеплодов снижается на 35-50% [2, 3].

Повышение температур может привести к изменению географического распространения различных видов. Примером может служить возбудитель фузариоза колоса зерновых культур грибов *Fusarium graminearum* Schwabe. Его основное место обитания в России Северный Кавказ и Дальний Восток. Начиная с 2003 г. появился в комплексе патогенов, вызывающих фузариоз зерновых культур, возделываемых на территории Северо-Запада России [4]. Температура может оказать серьезное влияние на эффективность генов устойчивости [5].

На развитие болезней влияют такие факторы, как резкие колебания температуры, нехватка питательных веществ и повреждение насекомыми-вредителями. Повышенная влажность субстрата и воздуха также может спровоцировать развитие заболевания.

**Цель** исследования – выявить динамику повышения или понижения распространённости грибных болезней из рр. *Fusarium*, *Alternaria* на моркови столовой, в зависимости от погодных условий с 2011 по 2018 гг.

### Задачи:

1) произвести анализ метеоданных за вегетационный период исследуемых годов – с 2011 по 2018 гг.;

2) выявить динамику распространённости устойчивости – восприимчивости на сортах моркови столовой: Маэстро F1 – устойчивый, Red cored – средневосприимчивый и Найджел – восприимчивый в зависимости от агроклиматических показателей.

### Материалы и методы

Для проведения исследований использовались сорта моркови столовой: Маэстро F1 – устойчивый, Red cored – средневосприимчивый и Найджел – восприимчивый

В ходе исследований учитывали метеоданные по деревне Верея, Раменский район, так как посева размещались на полях ОПХ «Быково», расположенных в Центральной части поймы реки Москва Быковского расширения. Почва аллювиально-луговая, среднесуглинистая.

**Метод создания искусственного инфекционного фона *Fusarium* и *Alternaria*.** Культуры грибов предварительно размножали в колбах на стерилизованных субстратах (овес), с последующим внесением в почву. Инокулюм вносили непосредственно в рядки (размер делянки 1,50 см между рядье 30 см) в поверхностный слой почвы (5-7 см), заравнивали и сеяли семена с дальнейшей заделкой.

Дополнительно производили на инфекционном фоне опрыскивание суспензии спор патогенов из рр. *Fusarium* и *Alternaria* [6]. Контролем служили посева в естественных полевых условиях.

Учеты проводили во время уборки по шкале 1 (табл. 1).

Таблица 1

**Шкала 1 Оценка распространённости развития болезни по листовой пластине моркови столовой**

Балл поражения	Развитие болезней, %	Степень устойчивости
до 0,8	Поражено менее 20% поверхности корнеплода	Практически устойчивые
0,9-1,6	21-40	Слабовосприимчивые
1,7-2,4	41-60	Средневосприимчивые
2,5-3,2	61-80	Восприимчивые
3,3-4,0	81-100	Сильновосприимчивые

Математические расчеты в опытах производились по формулам (Доспехов, 1985 г):

Средневзвешенный балл поражения:

$$M = \frac{\sum(a * \bar{b})}{N},$$

где  $\sum(a * \bar{b})$  – сумма произведений числа пораженных растений (или органов) на соответствующий балл поражения;

N – общее число учетных растений в образце.

Распространённость (частоту встречаемости) болезни определяют в % по стандартной формуле  $R = \frac{n \times 100}{N}$ , где n – количество поражённых растений; N – общее количество учётных растений.

### Результаты исследований

Исследования проводились в отделе селекция и семеноводство овощных культур в лаборатории корнеплодных культур и луков ВНИИО – филиал ФНЦО с 2011 по 2018 гг.

Для проведения данных опытов посевы производились каждый год в одно время – 17 мая, уборку проводили 20 сентября.

Для изучения варьирования распространённости болезней из pp. *Fusarium* и *Alternaria* посевы размещались на двух инфекционных фонах, контролем служили посевы в естественных полевых условиях. В опыте изучались образцы-контроли: Маэстро F1 – устойчивый, Red cored – средневосприимчивый и Найджел – восприимчивый.

Данные опыта представлены на рисунках 1-3 и таблицах 2-4.

Наибольшую распространённость болезней за 8 лет наблюдений устойчивый гибрид Маэстро имел в 2013 и 2017 гг. В эти годы было много осадков – 97,4 и 66,2 мм, в 2013 г. наблюдалась повышенная влажность воздуха – 80%. В связи с этим распространённость болезней на устойчивом гибриде Маэстро по естественному фону составила 42%, по инфекционным фонам *Alternaria* и *Fusarium* – 50%. Исходя из данных шкалы 1 исследуемые образцы в этот год относились к группе средневосприимчивые.

Рассмотрим более подробно варьирование распространённости болезней по годам исследований.

В 2011 г. при повышенной влажности воздуха 72,6%, осадках 42,2 мм и средней температуре 17,5°C исследуемые образцы входили в группу практически устойчивые по всем трем фонам, так как распространение болезней составляло от 15 до 20%.

В 2012 г. при повышенной влажности воздуха 72,8%, умеренных осадках 55,1 мм и средней температуре 16°C образцы входили в группы: по инфекционному фону *Alternaria* – слабовосприимчивые, а по инфекционному фону *Fusarium* и естественному фону – устойчивые.

В 2014 г. при средней влажности воздуха 69,2% осадки минимальные – 21,9 мм, при температуре 16,4°C образцы входили в группу устойчивые, распространение болезней на образцах – от 15 до 20%.

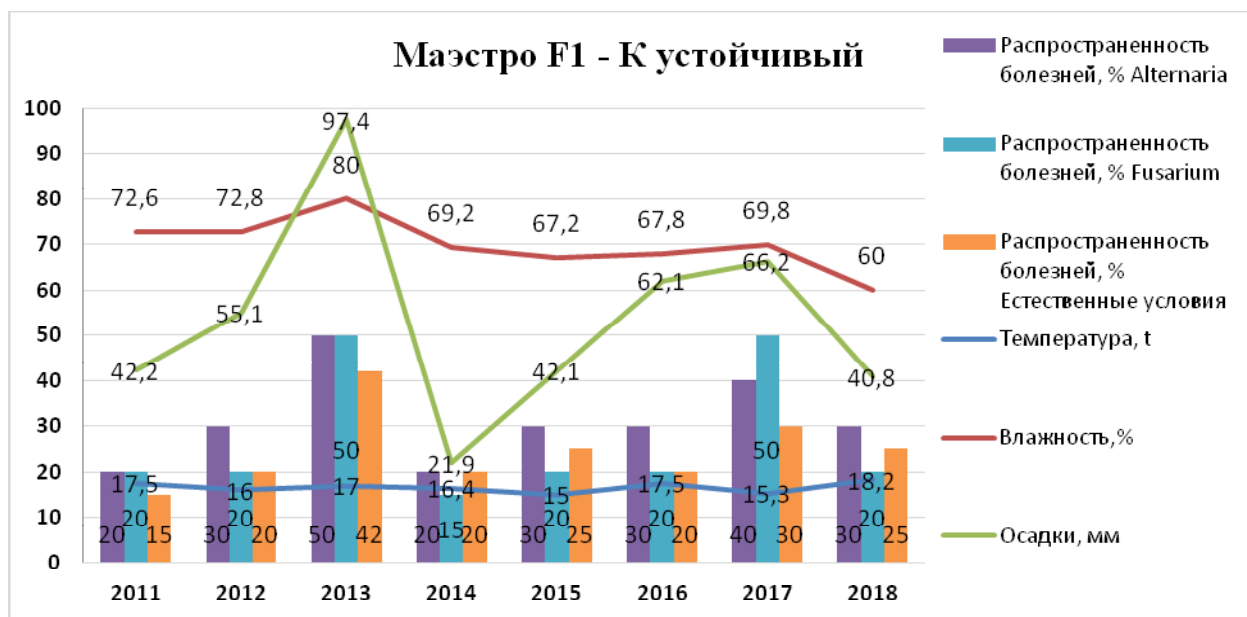


Рис. 1. Варьирование устойчивости гибрида Маэстро в зависимости от погодных условий

В 2015, 2016 и 2018 гг. исследуемые образцы относились к группе слабовосприимчивые.

Определение корреляционной зависимости позволяет определить стабильные и косвенные связи между признаками. Такая информация представляет интерес при выполнении селекционной работы [7].

При анализе варьирования на устойчивости гибрида Маэстро мы подсчитали коэффициенты корреляции между температурой, влажностью воздуха и осадками по отношению к инфекционному фону *Alternaria*, *Fusarium* и естественными условиями (табл. 2).

В результате по устойчивому гибриду МаэстроF1 получили следующие данные: наибольшая корреляционная зависимость составляет между осадками по *Alternaria* – 0,91, *Fusarium* – 0,82, естественному фону – 0,78.

Умеренная корреляционная зависимость по отношению к влажности воздуха: по *Alternaria* – 0,46, *Fusarium* – 0,39, естественному фону – 0,19.

Рассмотрим варьирование распространенности болезней на средневосприимчивом контроле Red cored.

Так, в 2011 г. при влажности воздуха 72,6%, осадках 42,2 мм и средней температуре 17,5°C исследуемые образцы входили в группу практически устойчивые по всем трем фонам, так как распространение болезней составляло от 15 до 20%.

По инфекционному фону *Alternari* в 2014, 2015, 2016 гг. входил в группу слабовосприимчивые; в 2012, 2013, 2016, 2017 гг. – средневосприимчивые.

По инфекционному фону *Fusarium* в 2012, 2014, 2015, 2016, 2018 гг. – в группу слабовосприимчивые; в 2013, 2017 гг. – средневосприимчивые.

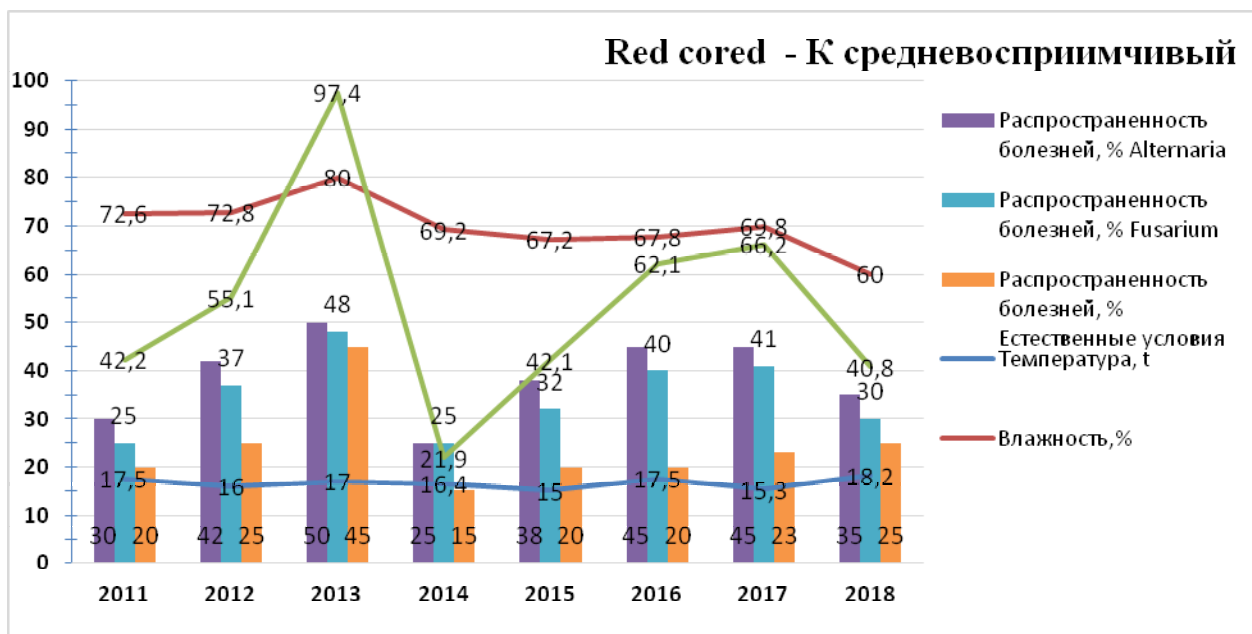
По естественному фону 2012, 2017, 2018 гг. – в группу слабовосприимчивые; в 2013 г. – средневосприимчивые; в 2014, 2015, 2016 гг. – устойчивые.

При анализе корреляционной зависимости на средневосприимчивом контроле Red cored выявлено, что высокая корреляция между осадками и развитием болезней на фонах от 0,87 на естественном и от 0,92 до 0,94 на инфекционных фонах *Alternaria* и *Fusarium* (табл. 3).

Таблица 2

**Корреляционная зависимость между метеоданными, инфекционными и естественным фонами по гибриду Маэстро-К – устойчивый**

	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	Естественные условия
Температура, t	-0,15	-0,23	-0,14
Влажность, %	0,46	0,39	0,19
Осадки, мм	0,91	0,82	0,78

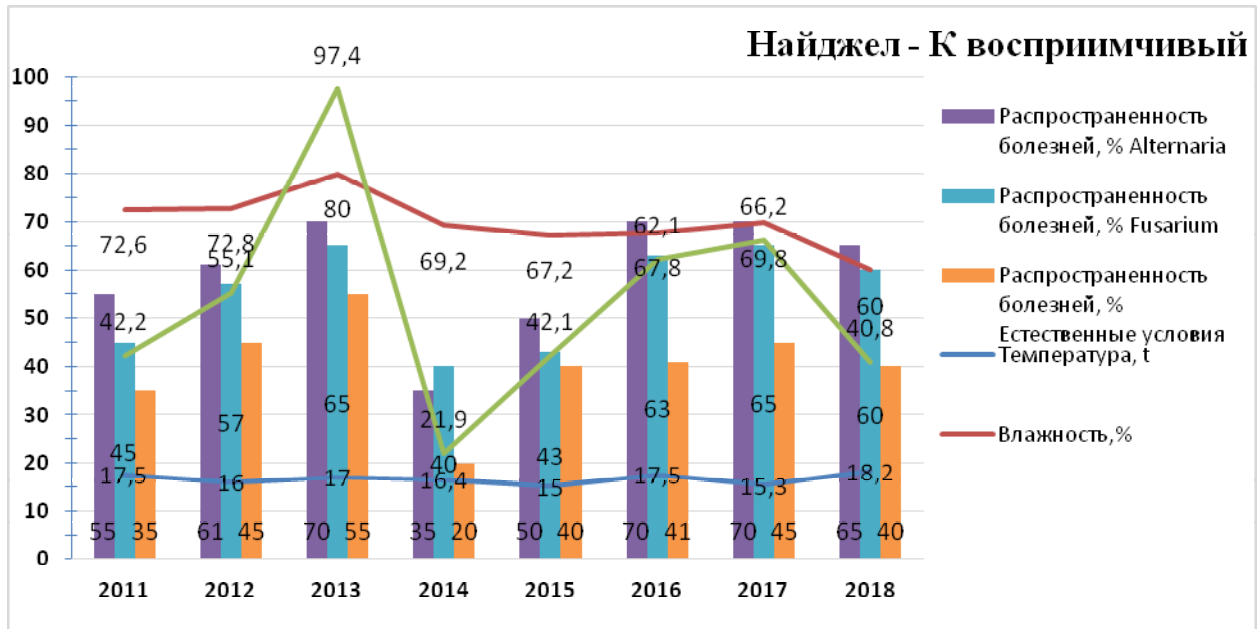


**Рис. 2. Варьирование средневосприимчивого сорта Red cored в зависимости от погодных условий**

Таблица 3

**Корреляционная зависимость между метеоданными, инфекционными и естественным фонами по сорту Red cored K – средневосприимчивый**

	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	Естественные условия
Температура, t	-0,15	-0,15	0,17
Влажность, %	0,40	0,50	0,61
Осадки, мм	0,92	0,94	0,87



**Рис. 3. Варьирование восприимчивого сорта Найджел в зависимости от погодных условий**

Влажность воздуха по отношению к фонам: заметная корреляция 0,69 на естественном фоне, по инфекционным фонам *Alternaria* и *Fusarium* – умеренная корреляция от 0,40 до 0,5 соответственно.

Слабая корреляционная зависимость между температурой и развитием болезни на естественном фоне – 0,17.

У восприимчивого контроля Найджел распространённость болезней варьировала следующим образом: по инфекционному фону *Alternaria* в 2013 г. группа слабовосприимчивая; в 2011, 2015 гг. – средневосприимчивая; в 2012, 2013, 2016, 2017, 2018 гг. – восприимчивая.

По инфекционному фону *Fusarium* в 2013 г. группа слабовосприимчивая; в 2011, 2012, 2015,

2018 гг. – средневосприимчивая; в 2013, 2016, 2017 гг. – восприимчивая.

По естественному фону в 2011, 2013, 2015, 2018 гг. – слабовосприимчивая; в 2012, 2013, 2016, 2017 гг. – средневосприимчивая.

При анализе корреляционной зависимости на восприимчивом контроле Найджел высокий коэффициент по отношению к осадкам 0,79 по *Alternaria* и *Fusarium* и 0,90 по естественному фону 0,60. Слабая корреляция по отношению к влажности воздуха – 0,13; 0,14 и 0,12 соответственно (табл. 4).

По отношению к температурным показателям также низкие значения по *Alternaria* – 0,24, *Fusarium* – 0,22.

Таблица 4

**Корреляционная зависимость между агроклиматическими условиями и фонами по сорту Найджел-К – восприимчивый**

	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	Естественные условия
Температура, t	0,24	0,22	-0,04
Влажность, %	0,13	0,14	0,12
Осадки, мм	0,79	0,79	0,60



**Вывод**

В результате по устойчивому гибриду МаэстроF1 получили следующие данные: наибольшая корреляционная зависимость составляет между осадками по *Alternaria* – 0,91, *Fusarium* – 0,82, естественному фону – 0,78.

Умеренная корреляционная зависимость по отношению к влажности воздуха: по *Alternaria* – 0,46, *Fusarium* – 0,39, естественному фону – 0,19.

При анализе корреляционной зависимости на средневосприимчивом контроле Red cored выявлено, что высокая корреляция между осадками и развитием болезней на фонах от 0,87 на естественном и от 0,92 до 0,94 на инфекционных фонах *Alternaria* и *Fusarium*.

Влажность воздуха по отношению к фонам: заметная корреляция 0,69 на естественном фоне, по инфекционным фонам *Alternaria* и *Fusarium* – умеренная корреляция от 0,40 до 0,5 соответственно.

При анализе корреляционной зависимости на восприимчивом контроле Найджел высокий коэффициент по отношению к осадкам 0,79 по *Alternaria* и *Fusarium* и 0,90 по естественному фону 0,60. Слабая корреляция по отношению к влажности воздуха – 0,13; 0,14 и 0,12 соответственно. По отношению к температурным показателям также низкие значения по *Alternaria* – 0,24, по *Fusarium* – 0,22.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при повышенных осадках и высокой влажности почвы возбудители болезней и рр. *Fusarium* и *Alternaria* очень хорошо развиваются, поражают корневую систему, корнеплоды и листовую пластину и приводят к полной гибели растения.

**Библиографический список**

1. Левитин М.М. Изменения климата и его последствия для болезней растений, экологической и продовольственной безопасности России // Современная микология в России: матер. Междунар. микологического форума (г. Москва, 14-15 апреля 2015 г.). – М.: Нац. Акад. микол., 2015. – Т. 4. – Вып. 2 «Биоразнообразие и экология грибов». – С. 223-224.
2. Ахатов А.К. Джалилов Ф.С., Белошапкина О.О. Защита овощных культур и картофеля от болезней. – М., 2006. – 352 с.
3. Соколова Л.М. Выделение и агрессивность возбудителей болезней родов *FUSARIUM* И

*ALTERNARIA* на моркови столовой // Картофель и овощи. – 2018. – № 3. – С. 21-24.

4. Гаккаева Т.Ю., Левитин М.М., Санин С.С., Назарова Л.Н. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004-2006годах // Агро XXI. – 2009. – 4-6:3-5.

5. Martens J.W., McKenzie R.H., Green G.J. (1967). Thermal stability of stem rust resistance in oat seedlings. *Can J. Bot.* 45 (4): 451-58.

6. Соколова Л.М. Создание исходного материала столовой моркови для селекции на устойчивость к *Alternaria radicina* M. Dr. et E и *Fusarium avenaceum* Link. ex Er: дис. ... канд. с.-х. наук / Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства. – Верей, 2010.

7. Иванова М.И. Научное обоснование селекции и первичного семеноводства сельдерея и петрушки: дис... докт. с.-х. наук. – М., 2012. – 320 с.

**References**

1. Levitin M.M. Izmeneniya klimata i ego posledstviya dlya bolezney rasteniy, ekologicheskoy i prodovolstvennoy bezopasnosti Rossii // Sovremennaya mikologiya v Rossii / Mat-ly mezhdunar. mikologicheskogo foruma. Moskva, 14-15 aprelya 2015 g. – M.: Nats. Akad. mikol., 2015. – T. 4. – Vyp. 2 «Bio-raznoobrazie i ekologiya gribov». – S. 223-224.
2. Akhatov A.K., Dzhaililov F.S., Beloshapkina O.O. Zashchita ovoshchnykh kultur i kartofelya ot bolezney. – M., 2006. – 352 s.
3. Sokolova L.M. Vydelenie i agressivnost vzbuditeley bolezney rodov *Fusarium* i *Alternaria* na morkovi stolovoy // Kartofel i ovoshchi. – 2018. – No. 3. – S. 21-24.
4. Gakkaeva T.Yu., Levitin M.M., Sanin S.S., Nazarova L.N. Zarazhennost zerna i vidovoy sostav gribov roda *Fusarium* na territorii RF v 2004-2006 godakh // Agro XXI. – 2009. 4-6: 3-5.
5. Martens J.W., McKenzie R.H., Green G.J. (1967). Thermal stability of stem rust resistance in oat seedlings. *Can J. Bot.* 45 (4): 451-58.
6. Sokolova L.M. Sozdanie iskhodnogo materiala stolovoy morkovi dlya seleksii na ustoychivost k *Alternaria radicina* M. Dr. et E i *Fusarium avenaceum* Link. ex Er: diss. ... kand. s.-kh. nauk / Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut ovoshchevodstva. – Vereya, 2010.
7. Ivanova M.I. Nauchnoe obosnovanie seleksii i pervichnogo semenovodstva seldereya i petrushki: diss. ... dokt. s.-kh. nauk. – M., 2012. – 320 s.

