



Отпечаток почвы: нематода, конидии и мицелий грибов *Fusarium* sp.

*solani* и *F. oxysporum* (рисунок). Предположительно роль фитонематод в развитии фузариоза корневой системы сахарной свеклы заключается в том, что фитонематоды могут прокалывать небольшие корешки и корневые волоски для питания, в открытые раны следом проникает мицелий грибов, в основном *Fusarium*. Это объясняет высокую распространенность фузариозных гнилей.

В наших исследованиях в 2012–2014 гг. установлен еще один фактор сопряженного развития болезней сахарной свеклы: влияние контаминантной и ассоциированной микробиоты внутрискелетных вредителей – свекловичного долгоносика-стеблееда (*Lixus subtilis*) и свекловичной минирующей моли (*Gnorimoschema ocelatella*). При повреждении черешка происходит переход грибов (*Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*) и бактерий с покровных тканей вредителей в ткани растения, что вызывает увядание черешков, а впоследствии – и всего растения. Комплексы доминирующих патогенов: в обоих ценозах – бактерии, которые попадают с покровных тканей личинок и гусениц, из экскрементов в ткани черешков сахарной свеклы; в ценозе «поврежденные ткани черешка – личинка долгоносика-стеблееда» частые ассоциированные с вредителем виды грибов *A. alternata*, *F. oxysporum*, попадая в ткани растения, становятся доминирующими. В ценозе «поврежденные ткани корнеплода и черешка – гусеница свекловичной минирующей моли» таковыми являются *F. oxysporum* и *F. oxysporum* v. *ortoceras*, которые способны системно поражать растения, а токсины, выделяемые ими, – транспортироваться по сосудам растения и вызывать общее

увядание не только надземной части, но и корневой системы. Комплекс бактерий и токсинообразующих грибов, вызывающих поражение сосудов, дает эффект скоростной гибели растений сахарной свеклы при засушливых и жарких погодных условиях [6, 7].

#### Литература

1. Деккер, Х. Нематоды растений и борьба с ними / Х. Деккер. – М.: «Колос», 1972. – 444 с.
2. Дунин, М. С. Иммуногенез и его практическое использование / М. С. Дунин. – Рига: Латгосиздат, 1946. – 144 с.
3. Попкова, К. В. Общая фитопатология / К. В. Попкова. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.
4. Попова, И. В. Болезни сахарной свеклы / И. В. Попова; худ. В. С. Знаменский. – М.: Россельхозиздат, 1968. – 80 с.
5. Стогниенко, О. И. Болезни сахарной свеклы, их возбудители. Иллюстрированный справочник / О. И. Стогниенко, Г. А. Селиванова. – Воронеж: Антарес, 2008. – 112 с.
6. Стогниенко, О. И. Внутрискелетные вредители сахарной свеклы – агенты взаимодействия между царствами растений и грибов / О. И. Стогниенко, Е. С. Стогниенко / Материалы VII Всерос. микологической школы-конф. с межд. участием «Биотические связи грибов: мосты между царствами». – М.: МГУ, 2015 (6). – С. 225–226.
7. Стогниенко, О. И. Роль абиотических и биотических факторов в патологическом процессе и формировании комплекса возбудителей увяданий сахарной свеклы / О. И. Стогниенко, А. И. Воронцова, Е. С. Стогниенко // Защита и карантин растений. – 2017. – № 4. – С. 42–44.
8. Стогниенко, О. И. Патокомплексы микробиоты сахарной свеклы и методы снижения их вредоносности в ЦЧР России: дисс. ... доктора биол. наук: 06.01.07 / О. И. Стогниенко. – Москва, 2018. – 475 с.

УДК 632.931.1:632.4.01/08

## Относительное обилие видов *Fusarium* sp. в почвах свекловичных агроценозов ЦЧР в зависимости от способов основной обработки и фона удобрённости

А. А. Шамин, О. И. Стогниенко

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Преимущественной средой обитания почвенных микроскопических грибов рода *Fusarium* являются растительные остатки, отмершие корни и ризосфера расте-

ний, где они интенсивно размножаются [1]. *Fusarium* sp. являются факультативными паразитами высших растений. Проникая в корневую систему через трещины, по-

вреждения обрабатываемыми орудиями и нематодами, обрывы мелких боковых корешков, что часто случается во время засухи, они поражают растение. Ослабленные неблагоприятными погодными условиями растения менее устойчивы к проникновению грибов в ткани корнеплодов [2, 4]. В Центральном Черноземье наиболее распространены корневые фузариозной этиологии и фузариозная гниль корнеплодов [3, 5]. Поэтому анализ количественных показателей видовой структуры грибов рода *Fusarium* может служить индикатором фитосанитарного состояния агроценоза и критерием оценки качества приемов агротехники. Одним из таких показателей может служить относительное обилие вида.

Относительное обилие видов (ОВ) – число особей вида (группы видов) относительно других видов или их групп в том же сообществе, т. е. характеризует роль вида в агроценозе [6].

Исследования проводили в паровом звене (пар, озимая пшеница, сахарная свекла, яровые зерновые) 9-польного стационарного севооборота. В 2-факторном полевом опыте изучено 3 типа обработки почвы: глубокая зяблевая вспашка, плоскорезная обработка почвы и комбинированная обработка (глубокая зяблевая вспашка под свеклу и плоскорезная в остальных полях севооборота); 3 фона удобрений: 1) без удобрений, 2) средний фон удобрений ( $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  т навоза на 1 га севооборотной площади), 3) высокий фон удобрений ( $N_{62}P_{62}K_{62} + 11$  т навоза на 1 га севооборотной площади).

В 2010 г. в начале вегетации обилие видов *Fusarium* sp. при плоскорезном способе обработки было наибольшим (55–75 %). На высоком фоне удобрений одного только *F. oxysporum* ОВ составило 50 %. Это связано главным образом с большим количеством растительных остатков в верхнем слое почвы, служащих питательной базой для *Fusarium* sp. (рисунок 1).

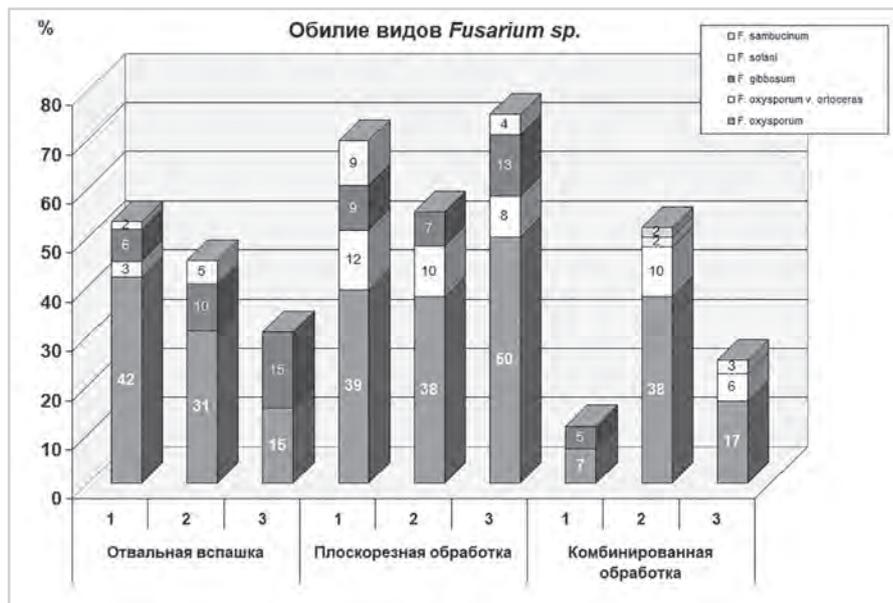
При отвальной вспашке обилие видов снижалось от фона без удобрений к фону  $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$  т навоза на 1 га севооборотной площади. На высоком фоне удобрений обилие *Fusarium* sp. было наименьшим (30 %), а на фоне без удобрений наибольшим (53 %). Это отразилось и на динамике распространения корневых фузариозов при отвальной вспашке, которая изменялась таким же образом.

При комбинированной обработке обилие видов *Fusarium* sp. было минимальным (11,6–52 %), что, по всей видимости, связано с более бедной питательной средой, чем при плоскорезной обработке, и меньшей рыхлостью почвы, чем при отвальной вспашке. На среднем фоне удобрений наблюдался пик обилия вида *F. oxysporum* (38 %).

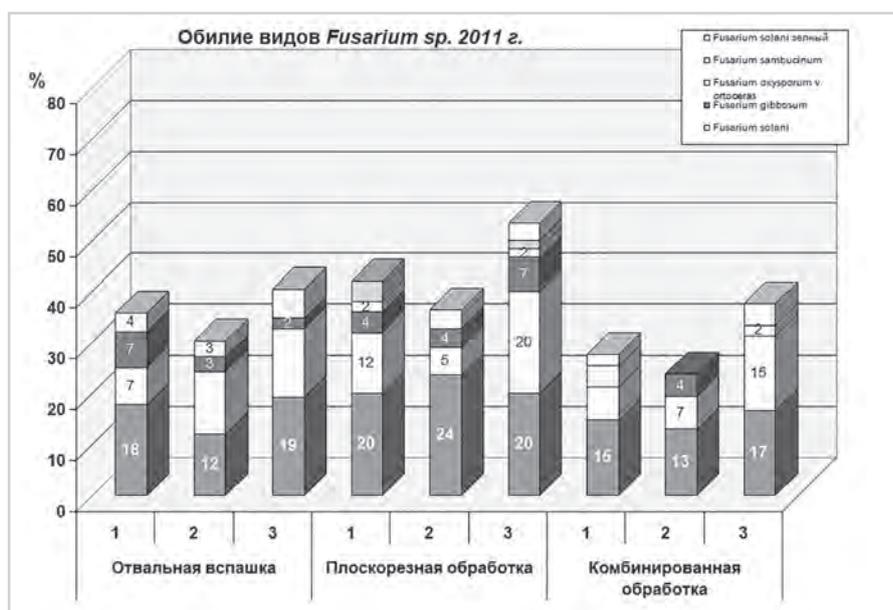
Начало вегетации 2011 г. было менее благоприятным по гидротермическим условиям (ГТК – 0,8), поэтому величина обилия видов *Fusarium* sp. изменилась (рисунок 2).

Изменилась динамика ОВ *Fusarium* sp. на высоких фонах удобренности, оно стало наибольшим при всех способах обработки, а в варианте с плоскорезной обработкой и высоким фоном удобренности отмечено максимальное его значение – 56,3 %. Обилие видов *Fusarium* sp. сравнивалось между вариантами (25,9–56 %). На средних фонах удобренности ОВ *Fusarium* sp. стало минимальным, особенно в варианте с комбинированной обработкой (25,9 %). ОВ наиболее вредоносного вида *F. oxysporum* было наименьшим при отвальной вспашке на среднем фоне удобренности (12 %).

Период развития корневых фузариозов в 2012 г. сопровождался неблагоприятными погодными условиями (ГТК – 0,2), отразившимися на обилии видов *Fusarium* sp., которое



**Рисунок 1 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2010 г.**  
(1 – без удобрений, 2 –  $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 –  $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$  т навоза на 1 га севооборотной площади)



**Рисунок 2 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2011 г.**  
(1 – без удобрений, 2 –  $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 –  $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$  т навоза на 1 га севооборотной площади)

снизилось в некоторых вариантах практически вдвое по сравнению с предыдущими годами (22,4–28 %) (рисунок 3). Такие изменения отразились на снижении распространенности и развитии корневая.

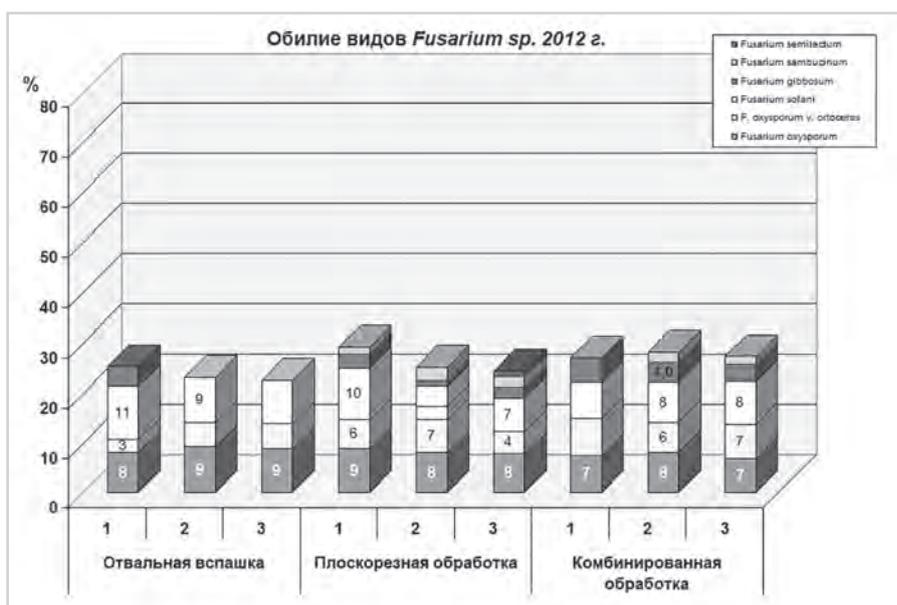
Характерной чертой начала сезона 2012 г. стала выравненность значений относительного обилия видов *Fusarium* sp.: у *F. oxysporum* оно изменялось в пределах 7–9 %. Их доля в структуре возбудителей корневая стала значительно меньше (в 2010 г. ОВ достигало 50 %). В 2010–2011 гг. среди представителей рода их ОВ было наибольшим, а в 2012 г. наибольшее значение ОВ было отмечено у *F. solani* (6,6–10,5 %). В структуре возбудителей появился *F. semitectum* (ОВ – 1,1 %) в варианте с плоскорезной обработкой и высоким фоном удобренности. В предыдущие годы *F. sambucinum* был скорее случайным видом, в 2012 г. он присутствовал во всех вариантах плоскорезной обработки и фонах с удобрениями комбинированной обработки (ОВ – 1,4–2,6 %).

В мае 2013 г. гидротермические условия были более благоприятны для микобиоты (ГТК – 1,8), что привело к незначительному увеличению общего обилия видов *Fusarium* sp. (19,7–33,8 %) в некоторых вариантах.

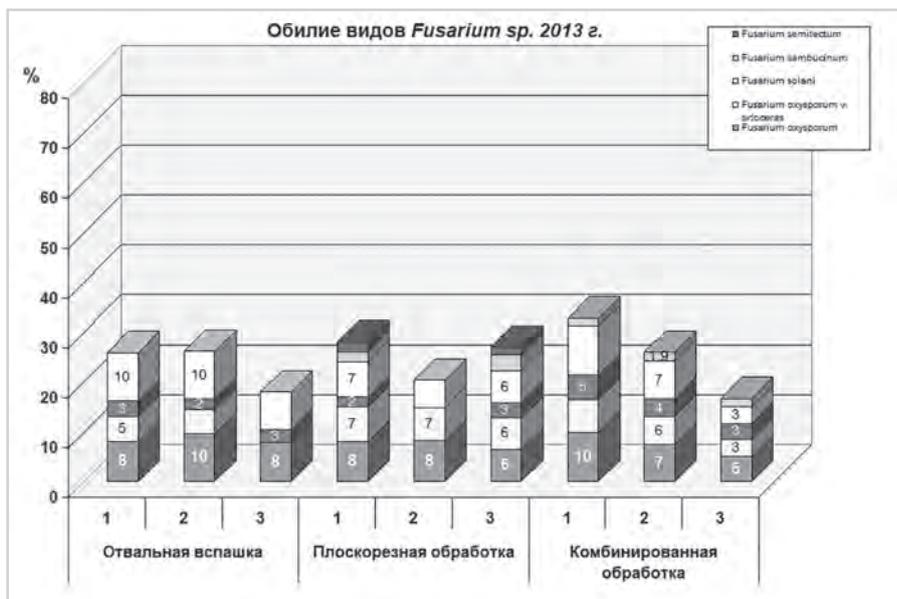
Наблюдалась тенденция снижения ОВ *Fusarium* sp. с увеличением фона удобренности, наиболее выраженная при комбинированной обработке. ОВ *F. oxysporum* практически не изменилось в сравнении с предыдущим годом и варьировало в пределах 5–10 %. ОВ *F. solani* изменялось в пределах 3,3–10 % и в общем не превышало ОВ *F. oxysporum*. ОВ *F. semitectum* возросло (1,6–2 %), и вид был выделен уже в двух вариантах: с плоскорезной обработкой и высоким фоном удобренности и с фоном без удобрений.

В течение всего периода исследований можно отметить тенденцию постепенного снижения ОВ *Fusarium* sp. (2010 г. – 11,6–75 %; 2013 г. – 20–34 %), что отражалось и на снижении распространенности и развития корневая. Этот показатель снизился главным образом за счет уменьшения доли *F. oxysporum* в структуре возбудителей (ОВ 2010 г. – 7–50 %; 2013 г. – 5–10 %). ОВ *F. gibbosum* также значительно уменьшилось с годами (ОВ 2010 г. – 4,7–15,4 %; 2013 г. – 2,4–4,9 %). В последние два года был выделен *F. semitectum* (ОВ – 1–2 %), ОВ *F. sambucinum* незначительно варьировало (1,6–4 %) (рисунок 4).

Таким образом, выявлено, что влияние основной обработки почвы на структуру возбудителей проявлялось в наибольшем обилии видов *Fusarium* sp. при плоскорезной обработке (2010 г. – 55–75 %; 2012 г. – 24–29 %), в минимальном – при отвальной вспашке в 2012 г. (22–25 %).



**Рисунок 3 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2012 г.**  
(1 – без удобрений, 2 –  $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 –  $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$  т навоза на 1 га севооборотной площади)



**Рисунок 4 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2013 г.**  
(1 – без удобрений, 2 –  $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$  т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 –  $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$  т навоза на 1 га севооборотной площади)

Фон удобренности влиял таким образом, что в благоприятных гидротермических условиях (ГТК >1,0) (май 2010 г., 2013 г.) наблюдалась тенденция постепенного снижения относительного обилия видов *Fusarium* sp. с увеличением фона удобренности при отвальной вспашке и комбинированной обработке. При плоскорезной обработке показатель был сходным на всех фонах удобренности. В засушливые периоды (ГТК <0,5) (май 2012 г.) динамика относительного обилия видов *Fusarium* sp. была слабо выражена.

**Литература**

1. Билай, В. И. Фузарии / В. И. Билай // Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.
2. Селиванова, Г. А. Роль грибов рода *Fusarium* в патогенезе корневой системы сахарной свеклы / Г. А. Селиванова // Со-

- временная микология в России. Раздел 7. Материалы 2-го съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2008. – С. 203–204.
- Селиванова, Г. А. Видовой состав возбудителей корневых гнилей сахарной свеклы / Селиванова Г. А., Стогниенко О. И. // Сахарная свекла. – 2007. – № 1. – С. 24–27.
  - Стогниенко, О. И. Частота встречаемости и численность почвенных грибов – возбудителей болезней сахарной свеклы /

- О. И. Стогниенко // Вестник защиты растений. – 2006. – № 2. – С. 53–58.
- Стогниенко, О. И. Болезни сахарной свеклы, их возбудители / О. И. Стогниенко, Г. А. Селиванова: иллюстрированный справочник. – Воронеж: ООО «Антарес», 2008. – 112 с.
- Снакин, В. В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник / В. В. Снакин; под ред. акад. А. Л. Яншина. – М.: Academia, 2000. – 384 с.

УДК 633.63:631.531.1

## Лазерная активация семян сахарной свеклы

О. А. Подвигина, О. М. Нечаева

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Живой организм представляет собой сложную управляемую систему, в которой постоянно происходит взаимодействие многих переменных внешней и внутренней среды. Ф. Гродинз (1966) позиционирует такую систему как «совокупность элементов, определенным образом связанных и взаимодействующих между собой» [1]. Зависимость выходных переменных от входных определяется законом поведения системы, т. е. возмущающее действие внешнего фактора приводит к определенной ответной реакции биологического объекта, зависящей от свойств самого объекта.

При воздействии низкоинтенсивного когерентного излучения (НИКИ) на растительные органы и ткани в качестве первичного действующего фактора выступают локальные термодинамические нарушения, вызывающие цепь изменений кальцийзависимых физиологических реакций организма. Однако направленность этих реакций может быть различной, так как это определяется дозой, локализацией лазерного воздействия и исходным состоянием самого растительного организма [3]. Известно, что физиологическое состояние растительного организма тесно связано с сезонностью. Поэтому чувствительность тканей к воздействию лазерного излучения также меняется сезонно. Так, ряд ученых [2] установили,

что наибольшей чувствительностью обладали семена древесных культур в весенние месяцы (март – апрель) в сравнении с зимними (февраль).

В связи с этим целью наших исследований было изучение влияния лазерной обработки семян сахарной свеклы на их посевные качества в течение сезона хранения.

Исследования проводились на базе отдела семеноводства и семеноведения Всероссийского НИИ сахарной свеклы и сахара. В качестве материала для исследований использовали семена гибрида Рамоза (МС-компонент) фракции 3,5–4,5 мм. Источником НИКИ служила установка ЛОС-25А с плотностью мощности 1.886 Вт. Экспозиция лазерной обработки составляла 1 и 2 мин. Контроль – семена без обработки. Посевные качества семян определялись в 3-кратной повторности согласно ГОСТ 22617.2–94. Высев семян в лабораторных условиях проводили на 3 день после облучения. Обработку семян одной партии лазерным облучением осуществляли в ноябре, феврале и апреле.

Лабораторный анализ посевных качеств семян показал увеличение энергии прорастания до 92,5 % и всхожести до 94,0 % (87,8 и 90,0 % соответственно в контрольном варианте) при проведении исследований в ноябре (таблица).

### Влияние сезонности на посевные качества семян при лазерной активации

Экспозиция, мин.	Энергия прорастания		Всхожесть		Длина проростков		Масса 100 проростков	
	%	% от контроля	%	% от контроля	см	% от контроля	г	% от контроля
<b>Ноябрь</b>								
Контроль	87,8	100	90,0	100	3,15	100	2,50	100
1	92,0	104,8	92,3	102,6	3,28	104,1	3,08	123,2
2	92,5	105,4	94,0	104,4	3,10	98,4	2,85	114,0
<b>Февраль</b>								
Контроль	87,3	100	88,7	100	3,47	100	2,83	100
1	88,0	100,8	90,3	101,8	3,23	93,1	3,40	120,1
2	89,7	102,7	89,7	101,1	3,17	91,4	2,73	96,5
<b>Апрель</b>								
Контроль	85,5	100	88,5	100	2,90	100	3,10	100
1	84,0	97,7	86,5	97,7	3,50	120,7	3,35	108,1