

МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФИТОЦЕНОЗОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

Рябова А.А., Торопова Е.Ю.

ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет» Министерства сельского хозяйства РФ, Новосибирск, Россия (630039 г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160), e-mail: helento@ngs.ru

В агроценозах смородины черной было выявлено сообщество из 12 видов и групп организмов, среди которых наиболее распространенными в годы исследований были *Septoria ribis*, *Gloeosporium ribis*, *Cecidophyes ribis*, *Cryptomyzus ribis*, сапротрофные микроорганизмы филлопланы и ризосферы. В сообществе были выявлены следующие формы межпопуляционных взаимоотношений: паразитизм между смородиной и фитопатогенами (*S. ribis*, *G. ribis*), смородиной и фитофагами (*C. ribis*, *Cr. ribis*), конкуренция между фитопатогенами, антагонизм между фитопатогенными микромицетами и микроорганизмами *Ps. fluorescens* и *Streptomyces* spp., нейтрализм между смородинным почковым клещом (*C. ribis*) и фитопатогенными микромицетами, антагонистами и фитофагами; протокооперация проявилась между листовой галловой тлей (*Cr. ribis*) и эпифитной микрофлорой, неспецифическое угнетение между смородиной черной и эпифитными организмами. Нанесение суспензии штаммов *Ps. fluorescens* на листовую опад ограничивало выживание *S. ribis*, вызывала повреждение пикнид и пикноспор, ускорило разложение растительных остатков, уменьшало размер экологической ниши фитопатогена, особенно по группам слабо- и среднеустойчивых сортов. Двойное нанесение суспензии *Ps. fluorescens* на опавшие и вегетирующие листья ограничило интенсивность размножения *S. ribis* и размер его экологической ниши, особенно по группам слабо- и среднеустойчивых сортов.

Ключевые слова: межпопуляционные отношения, эпифиты, фитопатогены, антагонизм, паразитическая активность, размер экологической ниши.

INTERPOPULATION ANALYSIS OF BLACK CURRANT PHYTOCENOSES IN NORTHERN FOREST OB REGION

Ryabova A.A., Toropova E.Y.

Novosibirsk State Agrarian University, Agriculture Ministry of the Russian Federation, Novosibirsk, Russia (630039 Novosibirsk, ul. Dobrolyubova 160), e-mail: helento@ngs.ru

The community of 12 species and groups of organisms was found in black currant agroecosystems, among which the most common during the studies were *Septoria ribis*, *Gloeosporium ribis*, *Cecidophyes ribis*, *Cryptomyzus ribis*, filloplana and rhizosphere saprotrophic microorganisms. The following interpopulation relationships forms were identified in the community: parasitism between black currants and plant pathogens (*S. ribis*, *G. ribis*), black currants and pests (*C. ribis*, *Cr. ribis*), competition between plant pathogens, the antagonism between plant pathogens and *Ps. fluorescens*, *Streptomyces* spp., neutralism between currant bud mite (*C. ribis*) and plant pathogens, antagonists and pests; protooperation emerged between the leaf gall aphid (*Cr. ribis*) and epiphytic microflora, nonspecific inhibition between black currants and epiphytic organisms. Application of *Ps. fluorescens* slurry strains on leaf litter limited *S. ribis* survival, causes damage and picnidia and picnospores, accelerated decomposition of crop residues, reduced the *S. ribis* ecological niche size, especially for groups of resistant and weakly resistant varieties. Double *Ps. fluorescens* suspension coating on fallen and vegetative leaves limited *S. ribis* reproduction intensity and its ecological niche size, especially for groups of low and weakly resistant varieties.

Keywords: interpopulation relationships, epiphytes, phytopathogens, antagonistic, parasitic activity, the size of the ecological niche.

В северной лесостепи Приобья фитоценозы смородины черной характеризуются сложной структурой, куда ежегодно помимо фитопатогенов (*Septoria ribis* Desm., *Gloeosporium ribis* Mont. et Desm.), входят фитофаги (*Cecidophyes ribis* Westw., *Cryptomyzus ribis* L.), эпифитные и ризосферные микроорганизмы. Указанные представители биоты взаимодействуют как с растением – эдификатором фитоценоза, так и между собой, имея

частично перекрывающиеся экологические ниши. Так, патогенные микромицеты взаимодействуют с сортами смородины черной и между собой, а также с антагонистическими бактериями и грибами.

Цель исследований состояла в выявлении многообразия межпопуляционных взаимоотношений видов в агроценозах смородины черной и изучении влияния антагониста *Pseudomonas fluorescens* на параметры паразитической активности и размер экологической ниши *S. ribis*.

Методика исследований

Исследования проводили в 2006-2013 гг. на Новосибирской ЗПЯОС им. Мичурина и частном селекционно-технологическом питомнике Соловьевой А.Е., расположенных в северной лесостепной зоне Новосибирской области. Годы исследований характеризовались различными погодными условиями. Из восьми лет исследований 4 года (2006, 2007, 2009, 2013) были влажными (ГТК>1) и 3 (2010, 2011, 2012) - засушливыми (ГТК<1), условия 2008 года были близки к средним многолетним показателям (ГТК=1,01). Учеты количественных параметров паразитической активности *S. ribis* и *G. ribis* проводили каждые 5-7 дней [1]. Степень реализации экологической ниши оценивали по шкале-трафарету [3]. Межпопуляционные взаимоотношения оценивали, используя коэффициент общности (Жаккара), который является показателем количества общих признаков в сравниваемых фитоценозах и других таксонах. Численность эпифитов определяли методом смыва на КАА, МПА, ЧА. Изучение антагонистической активности *Ps. fluorescens* против *S. ribis* проводили путем нанесения бактериальной суспензии смеси штаммов с концентрацией $2,5 \times 10^{10}$ кл./мл на опавшие и вегетирующие листья смородины в норме 50 г/га. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ SNEDECOR [2].

Результаты исследований и их обсуждение

Таксономический состав биоценоза был представлен 12 видами и 2 группами организмов, среди которых к деструктивной биоте относились 10 видов. Наибольшую распространенность в годы исследований имели специализированные фитопатогены (*Septoria ribis*, *Gloeosporium ribis*), фитофаги (*Cecidophyes ribis*, *Cryptomyzus ribis*) и сапротрофные микроорганизмы филлопланы и ризосферы.

Указанные организмы вступали между собой в следующие формы межпопуляционных отношений: паразитизм, конкуренция, антагонизм, нейтрализм, протокооперация и неспецифическое угнетение (рис. 1).

В агроценозах смородины конкурентная форма взаимоотношений выявлена между фитопатогенами и эпифитными микроорганизмами (грибы, бактерии, актиномицеты) на

листьях смородины. Наиболее сильное перекрытие экологических ниш отмечено у грибов *S. ribis* и *G. ribis* и эпифитами, коэффициент общности Жаккара составил 0,5-1,0.

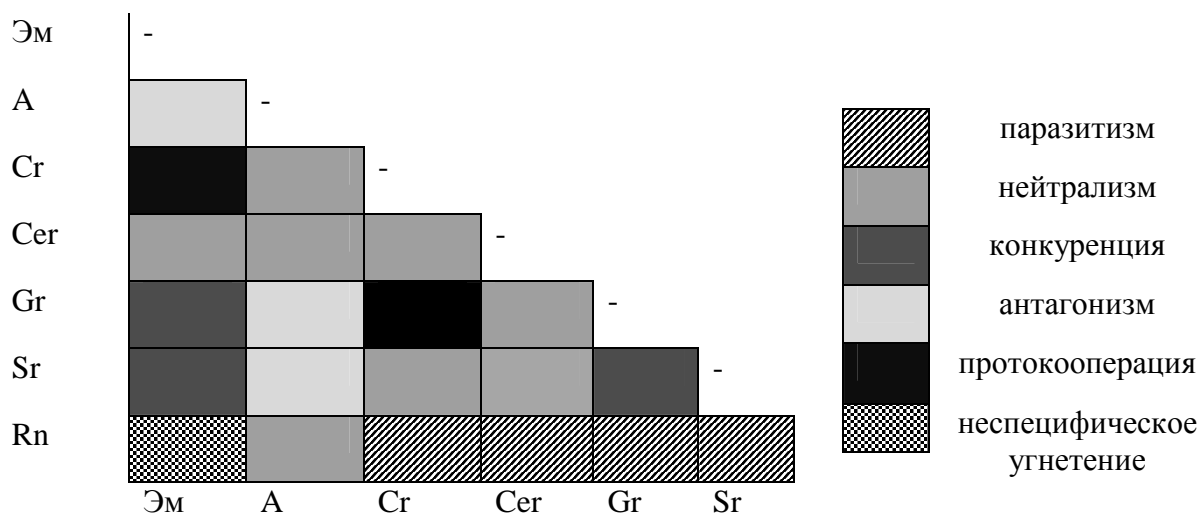


Рис. 1. Формы межпопуляционных отношений в агроценозах черной смородины

Примечание: Rn - *Ribes nigrum*; Sr – *Septoria ribis*; Gr - *Gloeosporium ribis*; Cer - *Cecidophyes ribis*; Cr- *Cryptomyzus ribis*; А - антагонисты; Эм – эпифитная микрофлора

Паразитическая форма взаимоотношений выявлена между смородиной и фитопатогенами (*S. ribis*, *G. ribis*), смородиной и фитофагами (*Cecidophyes ribis*, *Cryptomyzus ribis*). Антагонистические взаимоотношения имели место между фитопатогенными микромицетами и сапротрофными микроорганизмами ризосферы (*Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces* spp.).

Нейтральная форма взаимоотношений часто формируется между видами, занимающими разные экологические ниши: смородинный почковый клещ (*Cecidophyes ribis*) и фитопатогенные микромицеты, антагонисты и фитофаги. Коэффициент общности составил 0-0,5. При нейтрализме наблюдается полное несовпадение или незначительное перекрытие экологических ниш.

Взаимоотношения по типу протокооперация в агроценозах смородины формировалось между листовой галловой тлей (*Cryptomyzus ribis* L.) и эпифитной микрофлорой, *Cr. ribis* и *G. ribis*. Перекрытие экологических ниш *Cr. ribis*, эпифитов и *G. ribis* составляло от 80 до 100%.

Между смородиной черной и эпифитными организмами (грибы, бактерии, актиномицеты) на листьях формировались отношения по типу неспецифического угнетения, особенно на устойчивых сортах (табл. 1).

Таблица 1

Численность микрофлоры на листьях смородины, $10^3/\text{см}^2$ листа

Сорт	Грибы	Бактерии	Актиномицеты	Всего
Памяти Потапенко	50,8	11,2	2,4	64,4
Плотнокистная	12,4	5,6	0,8	18,8

Дикорастущая смородина	6,2	2,2	0,4	8,8
НСР ₀₅	0,45	0,37	0,36	0,45

Данные таблицы свидетельствуют о том, что одним из факторов неспецифической устойчивости сортов смородины черной к фитопатогенам являются фитонцидные выделения листьев [4]. Восприимчивый сорт Памяти Потапенко имел на листьях в 3,4 раза большую численность микроорганизмов по сравнению с высокоустойчивым сортом Плотнокистная и в 7,3 раза по сравнению с дикорастущей смородиной. Дикорастущая смородина имела самую низкую численность всех групп эпифитных микроорганизмов на листьях, что косвенно свидетельствует о максимальной силе ее природных защитных барьеров, по сравнению с измененными селекциями сортовыми генотипами. Высокоустойчивый сорт Плотнокистная снижал численность грибов в 4 раза, бактерий - в 2 раза, актиномицетов – в 3 раза по сравнению с восприимчивым сортом Памяти Потапенко [5]. При добавлении в питательные среды (КАА, МПА, ЧА) отвара из листьев устойчивых сортов наблюдалось снижение скорости роста эпифитной микрофлоры, в частности бактерий и грибов.

Наблюдения за развитием комплекса фитопатогенов на сортах смородины черной позволили сделать вывод, что смородина проявляла неспецифическую комплексную устойчивость к болезням, а патогенные микромицеты имели биотические отношения конкурентного типа. Наиболее сильное перекрытие экологических ниш *G. ribis* и *S. ribis* наблюдалось во влажные годы (коэффициент Жаккара - 1,0). В связи с неблагоприятными условиями для реализации тактики выживания микромицетов, в засушливые года перекрытие экологических ниш *G. ribis* и *S. ribis* было на уровне 50 %.

Данные наблюдений за возбудителями септориоза и антракноза смородины черной представлены в таблице 2.

Таблица 2

Роль сорта в реализации экологической ниши *S. ribis* и *G. ribis* на смородине черной, среднее за 2006-2013гг.

Сорт	Размер экологической ниши <i>S. ribis</i> , %		Размер экологической ниши <i>G. ribis</i> , %	
	лимиты	среднее	лимиты	среднее
Плотнокистная	0,8÷14	7,6	0,2÷1,0	0,2
Черный жемчуг	2,5÷25	12,5	0,6÷1,6	1,0
Любава	12,5÷50	22,5	2,8÷6,2	4,1
Памяти Потапенко	14÷75	45,8	1,0÷8,2	6,2
НСР ₀₅		0,39		0,34

Данные таблицы свидетельствуют, что на высокоустойчивом сорте Плотнокистная размеры экологических ниш *S. ribis* и *G. ribis* были в 6 и 31 раз меньше по сравнению с восприимчивым сортом Памяти Потапенко соответственно, и в 2,9 и 20,5 раз по сравнению

со слабоустойчивым сортом Любава. Была выявлена достоверная корреляционная связь между развитием септориоза и антракноза по сортам ($r = 0,95$) и годам ($r = 0,89$). Размер экологической ниши *S. ribis* в засушливых условиях при снижении конкуренции и наличии большого числа свободных топических ниш был в 14 раз больше, чем у *G. ribis*, тогда как во влажные годы, характеризующиеся благоприятными для расселения и размножения обоих видов условиями, конкуренция существенно обострялась, и соотношение размеров реализованных ниш сдвигалось в пользу *G. ribis* в 1,6 раза.

На восприимчивых и слабоустойчивых сортах наблюдалось повреждение листьев и почек фитофагами, входящими в сообщество деструктивной биоты агроценозов смородины черной. При повреждении листьев тлей увеличивалась степень реализации экологической ниши *G. ribis*. Коэффициент корреляции размера экологической ниши *G. ribis* и *Cr. ribis* составил для восприимчивых сортов 0,64. Между *G. ribis* и *Cr. ribis* формировались взаимоотношения по типу протокооперации. *Cr. ribis* не оказывала воздействие на реализацию тактик Р (размножение), В (выживание), Т (трофические связи) *S. ribis*, проявляя нейтральные отношения ($r = 0,18$) с этим микромицетом. Клещ смородинный почковый (*Cecidophyes ribis*) повреждал почки смородины. Между фитопатогенами и *C. ribis* имели место нейтральные взаимоотношения из-за несовпадения экологических ниш. Антагонистические микроорганизмы, в частности ризосферные штаммы *Ps. fluorescens*, взаимодействовали с фитопатогенами по типу антагонизма.

При нанесении суспензии антагонистов на опавшие листья наблюдалось ограничение выживания *S. ribis*, повреждение пикнид и пикноспор, шло активное разложение растительных остатков. В результате уменьшалось число заражений листьев смородины черной *S. ribis*, снижалась скорость расширения экологической ниши микромицета (табл. 3).

Таблица 3

Влияние антагонистов при однократной обработке на паразитическую активность *S. ribis* на сортах смородины черной, среднее за 2008-2009, 2013 гг.

Группы сортов	Вариант	Размер экологической ниши, %		Число некротических пятен / 1см ²	
		lim	среднее	lim	среднее
Восприимчивые	контроль	46÷58	52,0	3,2÷6,2	5,4
	антагонисты	22÷34	28,2	2,2÷3,4	2,9
Слабоустойчивые	контроль	22÷42	36,0	2,4÷3,8	3,4
	антагонисты	8÷20	12,0	0,8÷1,8	1,0
Среднеустойчивые	контроль	14÷20	17,0	1,6÷2,6	2,2
	антагонисты	4÷12	8,0	0,6÷1,6	1,3
Высокоустойчивые	контроль	6÷12	8,1	0,7÷1,2	0,8
	антагонисты	1,2÷4	2,0	0,2÷0,5	0,3
НСР ₀₅			2,54		0,3

Степень влияния экологических факторов, % (по Снедекору):				
Сорт		57,97		55,8
Антагонисты		30,51		30,9

При нанесении суспензии антагонистов на листовую опад смородины черной число заражений или некротических пятен на вегетирующих листьях было в 2,4 раза ниже в среднем по группам сортов по сравнению с контролем. Особенно сильное подавление споруляции *S.ribis* и снижение числа заражений (в 3,4 раза) было отмечено в группе слабоустойчивых сортов. Однако дисперсионный анализ показал, что влияние антагонистов на число заражений оказалось в 1,8 раза ниже, по сравнению с влиянием сорта. На восприимчивых сортах антагонистам не удалось нормализовать ситуацию и размер экологической ниши *S.ribis* в конце вегетации был выше эпидемического порога, что отрицательно сказалось на продуктивности растений.

Для усиления воздействия *Ps. fluorescens* на ограничение паразитической активности *S.ribis* было проведено повторное нанесение суспензии антагонистов на вегетирующие листья при первых признаках паразитической активности микромицета. Выделяемые антагонистами биологически активные вещества обеспечивают снижение интенсивности размножения *S. ribis* на листьях разных по устойчивости сортов смородины черной (табл. 4).

Таблица 4

Влияние антагонистов при двойной обработке на интенсивность размножения *S. ribis* на сортах черной смородины, среднее за 2008-2009, 2013 гг.

Группы сортов	Вариант	Число пикнид / 1 некротическое пятно		Число пикноспор / 1 пикниду		Размер экологической ниши, %
		lim	среднее	lim	среднее	
Восприимчивые	контроль	11÷18	12,0	142÷324	228	52,0
	антагонисты	6÷12	8,0	94÷242	138	28,0
Слабоустойчивые	контроль	6÷16	7,0	74÷312	195	36,0
	антагонисты	2÷4	2,2	38÷146	104	10,0
Среднеустойчивые	контроль	4÷16	6,5	48÷210	136	17,0
	антагонисты	0÷6	2,8	18÷94	76	8,0
Высокоустойчивые	контроль	2÷8	3,5	34÷102	58	8,1
	антагонисты	0÷4	1,5	10÷72	38	2,1
НСР ₀₅			1,65		3,05	2,58
Степень влияния экологических факторов, % (по Снедекору):						
Сорт			57,6		55,87	55,34
Обработка			37,0		34,95	31,90

На группах слабоустойчивых и восприимчивых сортов размер экологической ниши в контроле соответствовал уровню умеренной эпифитотии. В группе восприимчивых сортов двойное воздействие антагонистов на популяцию *S. ribis* в период функционирования на

опавших и вегетирующих листьях ограничило размер экологической ниши фитопатогена в 1,9 раза, однако не обеспечило радикального оздоровления растений. При нанесении суспензии *Ps. fluorescens* на листовую опад и вегетирующие листья число пикнид на пятно и число пикноспор на пикниду уменьшалось в 2 и 1,7 раз соответственно в среднем по группам сортов по сравнению с контролем. Сильнее всего подавление интенсивности размножения *S. ribis* антагонистами было выявлено в группе слабовосприимчивых сортов, где указанные параметры были в 3,2 и 1,9 раза ниже контрольных соответственно.

Выводы

1. В агроценозах смородины черной было выявлено сообщество из 12 видов и групп организмов, среди которых наиболее распространенными в годы исследований были *Septoria ribis*, *Gloeosporium ribis*, *Cecidophyes ribis*, *Cryptomyzus ribis*, сапротрофные микроорганизмы филлопланы и ризосферы.
2. В сообществе были выявлены следующие формы межпопуляционных взаимоотношений: паразитизм между смородиной и фитопатогенами (*S. ribis*, *G. ribis*), смородиной и фитофагами (*C. ribis*, *Cr. ribis*), конкуренция между фитопатогенами, антагонизм между фитопатогенными микромицетами и микроорганизмами *Ps. fluorescens* и *Streptomyces* spp., нейтрализм между смородинным почковым клещом (*C. ribis*) и фитопатогенными микромицетами, антагонистами и фитофагами; протокооперация проявилась между листовой галловой тлей (*Cr. ribis*) и эпифитной микрофлорой, неспецифическое угнетение между смородиной черной и эпифитными организмами.
3. Конкурентные отношения *G. ribis* и *S. ribis* привели к ограничению размера экологической ниши *G. ribis* в 38 раз на устойчивом сорте Плотнокистная и в 7,4 раза - на восприимчивом сорте Памяти Потапенко по сравнению с *S. ribis*, что связано с более поздним инфицированием листьев смородины *G. ribis*. Была выявлена достоверная корреляционная связь между развитием септориоза и антракноза по сортам ($r = 0,95$) и годам ($r = 0,89$). Установлена более высокая конкурентная способность *S. ribis* по сравнению с *G. ribis*.
4. Нанесение суспензии штаммов *Ps. fluorescens* на листовую опад ограничивало выживание *S. ribis*, вызвало повреждение пикнид и пикноспор, ускорило разложение растительных остатков, уменьшило размер экологической ниши фитопатогена, особенно по группам слабо- и среднеустойчивых сортов.
5. Двойное нанесение суспензии *Ps. fluorescens* на опавшие и вегетирующие листья ограничило интенсивность размножения *S. ribis* и размер его экологической ниши, особенно по группам слабо- и среднеустойчивых сортов.

Список литературы

1. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1972. – 498с.
2. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – Краснообск, ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222с.
3. Сорокопудов, В.Н. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции / В.Н. Сорокопудов, Е.А. Мелькумова. – Новосибирск, 2003. – 296с.
4. Торопова, Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири / Е.Ю. Торопова. – Новосибирск, 2005. – 370с.
5. Торопова Е.Ю. Межпопуляционные отношения фитопатогенов и эпифитов с сортами черной смородины / Е.Ю. Торопова, А.А. Рябова // Ботаника и природное многообразие растительного мира: мат-лы Всероссийской научн. Интернет-конференции с междунар. участием (Казань, 17 декабря 2013 г.). – Казань: ИП Синяев Д.Н., 2014. – С. 212-216.

Рецензенты:

Воробьева И.Г., д.б.н., доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В.Плеханова», Новосибирский филиал, Министерство образования и науки Российской Федерации, г.Новосибирск;

Соловьева А.Е., д.с.-х.н., консультант по научным исследованиям и разработкам в области естественных наук, ООО «Северный стиль», г. Новосибирск.