

УДК 631/632.65

<https://doi.org/10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.538-543>

ПРОЦЕСС ЭВОЛЮЦИИ ЭПИФИТОСИСТЕМ АНГВИНОЗОВ (*ANGUINA* SPP.) ЗЛАКОВ

Шестеперов А. А.¹,

доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории фитопаразитологии,
aleks.6perov@yandex.ru

Аннотация

Эволюция цветковых, в том числе семейство Gramineae, связана с птицами и млекопитающими, играющие большую роль в распространении семян. Появление в процессе эволюции галлов, которые образуются в результате жизнедеятельности ангвин в разных органах растений злаков, напоминает процесс конвергенции с семенами цветковых растений. Как и семена, галлы – это прежде всего покоящаяся структура, оборудованная так, что внутри прочной оболочки ангвины могут в безопасности переждать неблагоприятные условия. Галлы, как и семена, имеют в своем распоряжении все те же способы распространения, которые были выработаны в процессе эволюции: с помощью ветра, воды, млекопитающих и птиц. Ангвины формируют галлы внешне похожие на семена злаков. В семени – зародыш растения, а в галлах – много нематод. Вместе с сопряженной эволюцией эпифитосистемы (растение + фитопаразит + травоядное животное) происходит в биогеоценозе замена одного вида травоядного животного на другой вид, который в конкурентной борьбе вытеснил его. Однако в силу своих особенностей, он плохо распространял семена и галлы. К каждому виду эпифитосистемы приспособляются те или иные микроорганизмы, в том числе и «полезные» для эпифитосистемы. В галлах поселились бактерии *Rathayibacter tritici*, *R. toxicus*, которые вызывали падения травоядных млекопитающих. Эти животные перестали есть семена злаков и галлы, которые стали поедать зерноядные птицы, которые стали «сеять» семена и галлы в типичные и другие биогеоценозы. В результате сопряженной эволюции эпифитосистема с включением токсичных микроорганизмов поднялась в своем развитии на более высокий уровень. Сам набор эпифитосистем ангвинозов в конкретном биогеоценозе

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (117218, Россия, г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 28)

определяется исторически сложившимися межвидовыми соотношениями и особенностями коалиции растений-хозяев, ангвин, «полезных» бактерий и травоядных млекопитающих, птиц.

Ключевые слова: ангиноз, злаки, травоядные млекопитающие, птицы, бактерии

THE EVOLUTION PROCESS OF EPIPHYTOSYSTEMS OF ANGUINOSIS (*ANGUINA* SPP.) OF CEREALS

Shesteperov A. A. ¹,

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Chief Researcher of the Laboratory of Phytoparasitology,
aleks.6perov@yandex.ru

Abstract

The evolution of flowering plants including the Gramineae family is associated with birds and mammals that play a large role in distribution of seeds. The appearance of galls in the evolution which are formed as a result of the vital activity of *Anguina* in various organs of cereal plants resembles the convergence process with flowering plant seeds. Like seeds, galls firstly appear to be the resting structures having a strong envelope which helps *Anguina* to survive unfavorable conditions. Like seeds, galls possess the same distribution ways that have been developed in the evolution, namely by wind, water, mammals and birds. *Anguina* form galls that look like seeds of cereals, namely plant embryo in a seed and many nematodes in galls. Together with coevolution of the epiphytosome (plant + phytoparasite + herbivore), one herbivore species in biogeocenosis is changed for another species that ousts it in the competitive struggle. However due to its peculiarities such species spread seeds and galls poorly. Different microorganisms adapt to each species of the epiphytosome including those "useful" for the epiphytosome. Bacteria *Rathayibacter tritici* and *R. toxicus* colonized galls and caused death of herbivorous mammals. Those animals stopped to consume cereal seeds and galls which granivorous birds began to consume and "sow" seeds and galls into typical and other biogeocenoses. As a result of the coevolution, the epiphytosome with included toxic microorganisms developed to a higher level. The very set of anguinosis epiphytosomes in a particular biogeocenosis is determined by historically established interspecific relationships and characteristics of coalition of host plants, *Anguina*, "useful" bacteria, herbivores and birds.

Keywords: anguinosis, cereals, herbivores, birds, bacteria

¹ All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia)

Введение. В биоценозах и агроценозах существуют паразитосистемы, которые вызывают массовые нематодные болезни растений-хозяев или эпифитотии фитогельминтозов, которые, с точки зрения эпифитотиологии, рассматриваются как эпифитосистемы, которые воспроизводятся во времени и пространстве. Для существования в природе любому фитопаразиту необходимо последовательное перемещение от одного организма (источника инвазии) к другому (восприимчивому) организму. Это перемещение реализуется в пространстве и времени посредством механизма сохранения и передачи возбудителя фитогельминтозов. Для многих фитогельминтозов (дитиленхозы, ангинозы) одним из основных механизмов сохранения и передачи возбудителя является трансмиссивный, то есть с помощью животных. Поэтому последние, как компоненты механизма сохранения и передачи инвазии, входят в эпифитосистему как подсистема [1, 4].

Материалы и методы. В работе обобщены ранее опубликованные данные по заявленной теме [1–5].

Результаты исследований. Эпифитосистему можно представить в виде схемы «ФГ=РХ=ТЖ». Под ФГ принимается популяция фитогельминта, которая связана паразитически, эпифитотиологически, экологически, жизненным циклом с популяциями растения-хозяина (РХ). Под ТЖ понимаются популяции травоядных млекопитающих и птиц, которые питаются органами растений и могут поедать фитогельминтов вместе с растительной тканью.

Эволюция цветковых, в том числе семейство Gramineae, связана с птицами и млекопитающими, играющими большую роль в распространении семян [2, 4]. Появление в процессе эволюции галлов, которые образуются в результате жизнедеятельности ангвин в разных органах различных видов растений, напоминает процесс конвергенции с семенами цветковых растений. Это означает, что, в результате взаимодействия фитопаразитов и растений, возникла структура со сходными признаками с семенами растений. Как у цветковых растений, так и галлообразующих нематод (*Anguina*), это было достигнуто путем превращения семян и, соответственно, галлов в агентов расселения [4]. Галлообразователи (*A. tritici*, *A. poophila*, *A. hyparrheniae*) формируют галлы, внешне похожие на семена злаков. В семени зародыш растения, а в галлах – много нематод. Как и семена, галлы – это, прежде всего, покоящаяся структура, оборудованная так, что внутри прочной оболочки ангвины могут в безопасности переждать, пока не кончится зима или сухой сезон, и условия снова станут благоприятными для выхода из галл инвазионных личинок.

Галлы, как и семена, имеют в своем распоряжении все те же способы распространения, которые были выработаны в процессе эволюции: с помощью ветра, воды, млекопитающих и птиц [2]. Для ангвин характерен биологический прогресс [1, 4], который означает возрастание приспособленности их популяции к окружающей среде, что ведет к увеличению численности и более широкому распространению видов в пространстве.

Эволюция кооперации (коалиции) «РХ=ФГ=ТЖ=ПТ» приводит к противостоянию травоядным млекопитающим, которые, выедая цветы, колосья, семена и, соответственно, галлы ангвин, приводят к деградации эпифитосистем. В процессе группового отбора развиваются черты «предусмотрительности» удерживающих компонентов, членов эпифитосистемы от чрезвычайной эксплуатации. Чтобы ограничить поедаемость травы, семян и галлов травоядными животными, эпифитосистема вошла в коалицию с микроорганизмами *Rathayibacter toxicus*, которые вырабатывают токсины и вызывают необратимые изменения в центральной нервной системе у травоядных млекопитающих [5]. Зараженное галлами *A. agrostis* сено токсично для крупного и мелкого рогатого скота, кроликов. Семенные галлы содержат бактерии рода *Rathayibacter* (*R. tritici*), которые вырабатывают токсины и могут привести к массовому падежу животных [3]. Вместе с сопряженной эволюцией эпифитосистемы «РХ+ФГ+ТЖ» в биогеоценозе происходит замена привычного вида травоядного животного на другой вид, который в конкурентной борьбе вытеснил его. Эти животные перестали есть семена злаков и галлы, которые стали поедать травоядные птицы, которые стали «сеять» семена и галлы в типичные и другие биогеоценозы. В результате сопряженной эволюции эпифитосистема с включением токсичных микроорганизмов поднялась в своем развитии на более высокий уровень. Чтобы уменьшить давление травоядных на семена и галлы, добавилось четвертое звено – бактерии *R. toxicus*, которые вырабатывают токсины в галлах и вызывают падеж у травоядных млекопитающих (рис). Для птиц, которые расселяют семена и галлы в пространстве, токсины не опасны. Описанные взаимодействия (злаки = ангвины = токсические бактерии (ТБ) = птицы) – это симбиоз, который позволяет этому сообществу широко распространяться на территории Земли.

Заключение. Свойства возбудителя фитогельминтоза формируются по законам естественного отбора в соответствии с особенностями биогеоценоза. Сопряженная эволюция фитопаразита протекает совместно с эволюцией РХ и травоядных млекопитающих, птиц, жизнь

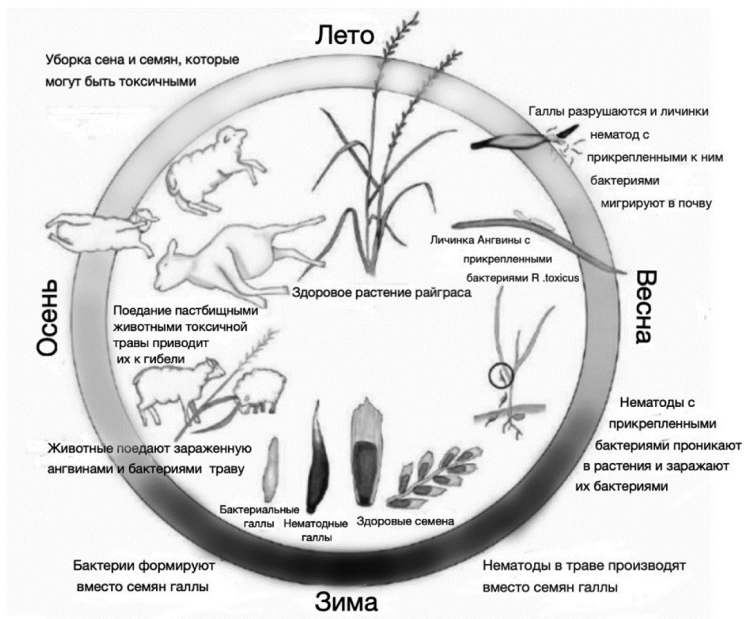


Рис. Схема годового жизненного цикла ангвин и бактерий *Rathayibacter toxicus*, которые вызывают отравление у травоядных животных [5]

которых зависит часто от наличия растений, их фенологии, состояния внешней среды, изменений, механизма сохранения возбудителя фитогельминтоза, возникающими в связи с переменами в системе «РХ=ТБ=ФГ=ТЖ». Сам набор фитогельминтозов, растений-хозяев, травоядных млекопитающих, птиц, в конкретном биогеоценозе определяется исторически сложившимися межвидовыми соотношениями и особенностями коалиции РХ, ФГ и травоядных млекопитающих, птиц.

Финансирование: номер государственного задания ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на 2022–2024 гг., которое выполняется в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.): FGUG-2022-0012.

Список источников

1. Беклемишев В. Н. Биоценотические основы сравнительной паразитологии. М.: Наука, 1970. 499 с.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. Т. 1, 2. 477 с., 667 с.
3. Дорофеева Л. В. Новые актиномицеты семейства Microbacteriaceae, ассоциированные с нематодами подсемейства Anguininae: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пушино, 2002. 20 с.
4. Шестеперов А. А. Эпифитотииология нематодных болезней растений. Москва: Издательский Дом «Наука», 2021. 446 с. DOI: 10.31016/978-5-6046256-6-8.2021.446
5. Agarkova I., Alderman S., Bulluck R., et al. Recovery plan for *Rathayibacter* poisoning caused by *Rathayibacter toxicus* [syn. *Clavibacter toxicus*]. The National Plant Disease Recovery System, USDA-ARS, 2010. [Electronic resource] // URL: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/00000000/opmp/RathayibacterPoisoningFeb2010.pdf>. (Retrieved 24/02/2023).

References

1. Beklemishev V. N. Biocenotic foundations of comparative parasitology. Moscow, Nauka, 1970. 499 p. (In Russ.)
2. Bigon M., Harper J., Townsend K. Ecology. Individuals, populations and communities. Moscow, Mir, 1989. Vol. 1, 2. 477 p., 667 p. (In Russ.)
3. Dorofeeva L. V. New actinomycetes of the family Microbacteriaceae associated with nematodes of the subfamily Anguininae: Extended abstract of Candidate's thesis. Pushchino, 2002. 20 p. (In Russ.)
4. Shesteperv A. A. Epiphytology of nematode diseases of plants. Moscow, Publishing House "Nauka", 2021. 446 p. (In Russ.). DOI: 10.31016/978-5-6046256-6-8.2021.446
5. Agarkova I., Alderman S., Bulluck R., et al. Recovery plan for *Rathayibacter* poisoning caused by *Rathayibacter toxicus* [syn. *Clavibacter toxicus*]. The National Plant Disease Recovery System, USDA-ARS, 2010. [Electronic resource]. URL: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/00000000/opmp/RathayibacterPoisoningFeb2010.pdf>. (Retrieved 24/02/2023).