

**Доклады Академии Наук СССР**  
1937. Том XV, № 1

**ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

**В. А. НОВИКОВ**

**НАРУШЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО ОБМЕНА В ЛИСТЬЯХ ЛЮЦЕРНЫ  
ПРИ ПОРАЖЕНИИ РЖАВЧИНОЙ *UROMYCES STRIATUS* SCHRÖT.**

*(Представлено академиком А. А. Рихтером 20 II 1937)*

Работа имела своей целью путем биохимического анализа определить нарушения обмена и на основании этого получить суждение о значении инфекции ржавчиной для люцерны.

Были исследованы листья люцерны сорт № 2578\*, собранные в два срока со здоровых и больных растений при естественном заражении. В первый срок сбора 9 IX 1935 г. листья больных растений были поражены на 50%. В момент второго сбора 22 IX листья больных растений были поражены уже на 100%. В готовых к анализу образцах были определены углеводы по Бертрану (моносахара, дисахара, декстрины, крахмал, гемицеллюлоза и клетчатка) в порядке схемы А. Р. Кизеля<sup>(9)</sup>, общий азот по Кьельдалю, белковый азот по Барнштейну и небелковый азот.

Таблица 1

Характер листьев, взятых для образцов	Дата сбора образцов	Содержание различных форм углеводов в % на сух. вещ.							
		Моносахара	Дисахара		Декстрины	Крахмал	Гемицеллюлоза	Клетчатка	Сумма учтенных углеводов
			Трост. сахар	Другие дисахара					
Непораженные . . . . .	9 IX	0.2363	0.9654	0	0.6594	0.5507	3.231	6.764	12.4068
Пораженные на 50% . . . . .	9 IX	0.2523	1.4180	0.7000	0.4353	0	5.014	4.749	12.5686
Непораженные . . . . .	22 IX	0.2614	3.7010	0	0.2353	0	3.552	6.822	14.5717
Пораженные на 100% . . . . .	22 IX	0.2640	1.0460	1.485	0.7979	0	4.041	4.160	11.7939

Углеводы (табл. 1) в сумме в образцах первого сбора не показывают различий между здоровыми и пораженными листьями несмотря на более силь-

\* № сектора люцерны Центральной селекционной станции СоюзНИИХ.

ный расход их пораженными листьями<sup>(6, 11, 14, 16)</sup>. Это объясняется тем, что паразит может привлечь, «мобилизовать», для своих нужд запасные углеводы из других органов растения туда, где они особенно интенсивно потребляются (в связи например со спороношением гриба). Кроме того отток ассимилятов из пораженного листа задерживается<sup>(11)</sup>. Но по отдельным формам углеводов имеются заметные различия. В пораженных листьях больше тростникового сахара, нет совершенно крахмала, тогда как у здоровых он имеется, гемицеллюлозы больше, чем у здоровых и, наоборот, меньше клетчатки. Кроме того в пораженных листьях появляется неизвестная форма сахара, которая отсутствует в здоровых листьях. Эта форма определяется после 3 час. гидролиза с 2% HCl и после 24 час. гидролиза с 1% HCl, но не может считаться за мальтозу, так как при прямом определении глюкозы (до гидролиза) она ни в какой части не определяется. Если бы это была мальтоза, то половина ее должна бы учитываться до гидролиза. Присутствие этого углевода не определяется только поражением; в анализах непораженной люцерны из вегетационных опытов он также выявлялся. Уменьшение клетчатки и увеличение гемицеллюлозы говорит об очень большой ферментативной активности ржавчины. Об этом же говорит способность ржавчинных грибов использовать и такие соединения, как каучук<sup>(15)</sup>.

Во второй срок сбора (22 IX) картина содержания углеводов в пораженных и здоровых листьях отлична от первого срока сбора (9 IX), хотя и имеет ряд общих черт. Содержание клетчатки от первого срока сбора ко второму в связи с возрастанием поражения уменьшается и составляет теперь только 61% от непораженных. Гемицеллюлозы по сравнению со здоровыми хотя и содержится больше, но меньше, чем в первом сборе. В здоровых же листьях ее содержание от первого сбора ко второму возросло. Содержание декстринов и тростникового сахара—обратное тому, что было в первом сборе. Неизвестная форма сахара опять присутствует только в пораженных листьях.

Изменение количества различных форм углеводов ко второму сроку привело к тому, что здоровые листья в сумме имеют больше углеводов, чем больные, несмотря на то, что в листья пораженного растения возможен приток и замедлен или отсутствует совершенно отток ассимилятов. Поэтому пониженное содержание углеводов нельзя объяснить иначе, как снижением общей продукции сухого вещества и усилением дыхательного процесса, на который очевидно может быть использована даже и клетчатка, так как содержание ее при поражении резко уменьшается. Использование грибом клетчатки, а не уменьшение ее отложения при инфекции, видно из сопоставления аналитических данных по первому и второму сборам. Вполне возможно, что ржавчина переводит клетчатку прежде всего в гемицеллюлозу; об этом можно заключить из того, что в начале поражения (сбор 9 IX) клетчатки в больных листьях уменьшилось почти настолько же, насколько прибавилось гемицеллюлозы.

Не меньший, а пожалуй, даже больший интерес представляют данные по содержанию азотистых веществ в пораженных и здоровых листьях люцерны (табл. 2). В пробе сбора 9 IX больные листья содержат как общего, так белкового и небелкового азота меньше, чем здоровые. Ко второму сбору (22 IX) в здоровых листьях увеличивается содержание азота, в пораженных же, наоборот, уменьшается как общего, так и белкового и особенно резко небелкового. Кокин и Тумаринсон<sup>(10)</sup> нашли, что при поражении уменьшается количество белкового азота, но одновременно с этим увеличивается количество аминного азота. На основании этого авторы заключили, что

с инфекцией в клетки хозяина привносится увеличенная активность протеолитических ферментов. К сожалению авторы не определили общего азота, что не дает возможности по их цифрам сделать суждение об азотистом балансе пораженных и здоровых листьев. В цифрах, приводимых в настоящей статье, данные Кокина и Тумаринсона в части уменьшения белков при поражении подтверждаются.

Таблица 2

Характер листьев, взятых для образцов	Дата сбора образцов	Азот в % на сухое вещество		
		Общий	Белковый	Небелковый
Непораженные . . . . .	9 IX	4.93	4.34	0.59
Пораженные на 50% . . . . .	9 IX	4.44	3.91	0.53
Уменьшение у пораженных на . . . . .	—	0.49	0.43	0.06
Непораженные . . . . .	22 IX	5.29	4.64	0.65
Пораженные на 100% . . . . .	22 IX	3.45	3.34	0.11
Уменьшение у пораженных на . . . . .	—	1.84	1.30	0.54

Но одновременно с уменьшением белков идет еще более резкое уменьшение и небелкового азота. Он не накапливается при поражении, как у Кокина и Тумаринсона, а исчезает. Уменьшение белкового и небелкового азота определяет и уменьшение общего азота. Сопоставление цифр форм азота по первому и второму срокам сбора выявляет интересную особенность пораженных листьев, заключающуюся в том, что в них не только идет расщепление азота, но и потеря его. Трудно предполагать, что из пораженного листа идет отток азотистых веществ в большей степени, чем из здоровых, так как исследования Купревича<sup>(11)</sup> показали, что из большого листа отток уменьшается и, наоборот, идет приток. Поэтому скорее можно говорить о более быстром поступлении в больные листья азотистых веществ, чем о выходе из листа. Но если даже принять, что отток и приток азотистых веществ в больных и здоровых листьях был одинаков, то и тогда потеря азота больным листом составляет за промежуток от 9 IX до 22 IX существенную величину. Она равняется разнице между содержанием азота в больных листьях 9 IX и 22 IX плюс разница в содержании азота в эти же сроки у здоровых листьев  $(4.44 - 3.45) + (5.29 - 4.93) = 1.35$ , т. е. одна треть азота, содержащегося в больных листьях 9 IX, расходуется за 13 дней. Трудно предполагать, чтобы азот из пораженных листьев отводился в другие органы растения, так как отток из больных листьев снижен и кроме того сам паразит очень нуждается для построения своего тела в связанном азоте и будет поэтому так же, как и углеводы, притягивать к себе азотистые вещества из других органов. Остается сделать предположение, что при поражении ржавчиной в пораженных органах создаются условия перевода связанного азота в газообразный, который и улетучивается из листа.

В пораженном листе вполне возможно создание условий, определяющих выделение азота. Гречушниковым<sup>(4)</sup> было найдено накопление в тканях растений, пораженных ржавчиной, мочевины и аммиака. При наличии амидов или аммиака и в присутствии солей  $\text{HNO}_2$  при нагревании происходит выделение молекулярного азота. Соли  $\text{HNO}_2$  всегда присутствуют в листьях, так как здесь идет восстановление азотной кислоты. Повышенная температура пораженных листьев неоднократно отмечалась<sup>(2, 3, 18)</sup>. Следовательно возможность выделения газообразного азота из пораженных ржавчиной листьев вполне реальна.

Итак, поражение высшего растения ржавчиной приводит не только к уменьшению общей продукции сухого вещества (<sup>1, 5, 7, 8, 12, 17, 19</sup>), но также и к обеднению урожая азотистыми соединениями. Поэтому питательная ценность пораженных ржавчиной растений резко снижается. Последнее имеет особо важное значение для люцерны, у которой при поражении ржавчиной снижается не только ее кормовое достоинство, но, поскольку уменьшается ее азотистость, то уменьшается и одно из основных свойств, определяющих ее место в севообороте,—именно уменьшение обогащения почвы азотом.

Итак, при нарушении физиологических процессов ржавчина *Uromyces striatus* Schröt представляет для люцерны серьезного вредителя и поэтому заслуживает большего внимания, чем обычно.

В виду близости эндотрофных паразитов по характеру нарушения физиологических процессов в тканях хозяина (<sup>11</sup>) можно ожидать, что выделение азота имеет место при поражении растений и другими эндотрофными паразитами.

Кафедра физиологии растений и  
сельскохозяйственной микробиологии.  
Ташкентский сельскохозяйственный  
институт.

Поступило  
20 II 1937.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> C. H. Coulden a. F. J. Greaney, Reprinted f. Scientific Agr., X, 6 (1930).  
<sup>2</sup> Max. Egli, Phytopatol. ZS., 5, 679—712 (1933). <sup>3</sup> J. B. and M. P. Evans, Nature, 110, 480—481. <sup>4</sup> А. И. Гречушников, ДАН, II, 8 (1936). <sup>5</sup> S. Reed, Howard a. J. S. Cooley, Agr. Exp. St. Ann. Rept., 32—90 (1911). <sup>6</sup> W. Iljin, Flora, 116, 379 (1923). <sup>7</sup> F. R. Immer a. F. J. Stevenson, Journ. Amer. Soc. Agr., XX, 10, 1108—1119 (1928). <sup>8</sup> В. П. Каракулин, Вестн. отд. фитопатол. Гл. бот. сада СССР, 1—2, 1—9 (1930). <sup>9</sup> А. Р. Кизель, Тр. лабор. по изуч. белка и белк. обмена в организмах, 1, 36—60 (1931). <sup>10</sup> А. Я. Кокин и Х. С. Тумаринсон, Тр. по защите раст., II серия, 6, 5—34 (1934). <sup>11</sup> В. Ф. Купревич, отд. от-тиски, изд. АН СССР (1934). <sup>12</sup> E. V. Mains, Journ. Agr. Res., 40, 5, 417—446 (1930). <sup>13</sup> M. Magesguelle, C. R., 187, 247—249 (1928). <sup>14</sup> G. Nicolas, C. R., 170, 750—752 (1928). <sup>15</sup> В. А. Новиков, Сов. каучук, 2 (1932). <sup>16</sup> А. А. Рихтер, Е. И. Дворецкая и А. И. Гречушников, Журн. опытно. агр. Ю.-В., VII, 2, 1—16 (1929). <sup>17</sup> А. Ф. Русаков, Бюл. VII всеюзн. съезда по защите растений, 6, 15—16 (1932). <sup>18</sup> E. Tobler, Naturwissenschaft, 19, 413—416 (1931). <sup>19</sup> Х. С. Тумаринсон, Тр. по защите растений, II серия, 6, 35—56 (1934).