

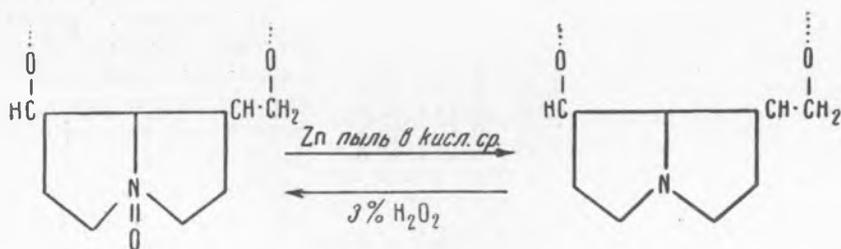
Л. Я. АРЕШКИНА

## N-ОКСИДЫ АЛКАЛОИДОВ РАСТЕНИЯ *SENECIO PLATYPHYLLUS*

(Представлено академиком А. И. Опариным 9 VI 1948)

Присутствие в растениях алкалоидов в N-оксидной форме стало известным за последние 30 лет. Первый N-оксид был выделен в 1915 г. (3). В последующие годы путем синтеза, были получены оксиды как некоторых гетероциклов (4), так и ряда алкалоидов (5). Результаты работ доказали возможность широкого существования в растениях алкалоидов в оксидной форме, что находит также подтверждение в работах Р. А. Коноваловой\*, Г. П. Меньшикова (2) и др. (6, 7). Особенно интересные результаты дали исследования советских химиков — Р. А. Коноваловой, Г. П. Меньшикова и их сотрудников, установивших в растениях семейств *Compositae* и *Borraginaceae* наличие алкалоидов в двух формах: окисленной (N-оксидной) и восстановленной (исходной).

N-оксиды алкалоидов, как природные, так и полученные путем синтеза, составляют группу своеобразных соединений, химические свойства которых резко отличаются от свойств исходной формы алкалоидов. Они почти нейтрального характера, прекрасно растворимы в воде и крайне неустойчивы по отношению к восстановителям. Взаимный переход окисленной формы в восстановленную и обратно осуществляется *in vitro* согласно нижеприведенной схеме:



В настоящей работе излагаются начальные исследования, имевшие своей целью проследить содержание двух форм алкалоидов в процессе роста и развития растения *Senecio platyphyllus*.

*Senecio platyphyllus* является одним из многочисленных видов рода *Senecio* (сем. *Compositae*). В 1935 г. из корневищ этого дикорастущего растения, представителя кавказской высокогорной флоры, А. П. Ореховым и Р. А. Коноваловой (1) были выделены два новых алкалоида, сенецифиллин и платифиллин. Последний применяется в медицине как препарат с мидриатическим и спазмолитическим действием. Алка-

\* Не опубликовано.

лонды *S. platyphyllus*, как и все известные до сего времени алкалоиды других видов *Senecio*, относятся к числу широко распространенных в растительном мире производных 1-метилпирроллизидина. В 1941 г. Коноваловой, наряду с основными алкалоидами *S. platyphyllus*, был выделен N-оксид платифиллина\*.

Материалом для наших исследований служили растения (стебли, листья, корневища), собранные в период вегетации в 1945 и 1946 гг. Сбор растений проводился с одного и того же участка с довольно чистыми зарослями *Senecio platyphyllus*. Участок расположен на отлогом склоне, 1900 м над уровнем моря. Средняя проба в каждом сборе отвечала 400—500 растениям. Сбор проводился в полуденные часы (12—14 час. дня).

Собранный материал охватил все фазы развития растения: кущения, бутонизации, цветения и созревания семян.

Сушка растительного материала проводилась в тени в проветриваемом помещении.

Определение алкалоидов проводилось следующим образом. Вся сумма алкалоидов извлекалась из растительного материала 2%  $H_2SO_4$ . Из водно-кислотной вытяжки отбирались две аликвотные части. Одна часть (I) шла на определение восстановленной формы алкалоидов, другая часть (II) после восстановления цинковой пылью в кислой среде шла на определение суммы алкалоидов. Содержание N-оксидов алкалоидов устанавливалось по разности между определениями II и I. Экстракция алкалоидов велась серным эфиром, который при полном извлечении восстановленной формы алкалоидов не затрагивает N-оксидной части.

Таблица 1

Содержание алкалоидов в листьях *Senecio platyphyllus* сбора 1945 г.

Фазы развития	Алкалоиды в % на сухое вещество		
	в N-оксидной форме	в восстановленной форме	N-оксиды в % от общей суммы алкалоидов
Кущение . . . . .	2,94	0,22	93,0
Бутонизация . . . . .	2,47	0,21	92,2
Цветение (начало) . . . . .	1,69	0,19	90,0
Цветение (разгар) . . . . .	1,09	0,11	90,8
Созревание семян . . . . .	0,39	0,10	80,0

Из результатов анализа (табл. 1, 2, 3) следует, что на всем протяжении вегетационного периода во всех органах растения алкалоиды представлены окисленной и восстановленной формами. Содержание их в отдельных органах растения сильно колеблется в зависимости от времени сбора (табл. 4).

В листьях, равно и в других органах надземной части растений алкалоиды в период вегетации представлены в основном N-оксидной формой. Наибольшее содержание окисленной формы отмечается в период интен-

сивного роста растения — кущение и бутонизация. Но по мере того, как развитие растения приближается к периоду созревания семян, к периоду отмирания надземной части, содержание N-оксидов постепенно падает от 2,94% первоначального содержания до 0,39%. Что же касается восстановленной формы алкалоидов, то количество ее в органах надземной части растения незначительно.

В корневищах, так же как и в надземной части растения, в период вегетации восстановленная форма алкалоидов составляет незначительную часть и существенным колебаниям не подвергается. Основной и изменяемой частью является N-оксидная форма алкалоидов. Ее содержание в корневищах по мере развития растения постепенно

\* Первый N-оксид, выделенный из отечественного сырья.

нарастает и к концу вегетации достигает 3,80% против 1,89% в фазе кушения.

Таким образом, в период вегетации для растения в целом характерны два противоположно направленных процесса: с одной стороны, постепенное уменьшение количества алкалоидов в надземной части, и с другой, — постепенное накопление их в корневищах. В том и другом случае содержание алкалоидов изменяется главным образом за счет количественных изменений N-оксидной формы.

В корневищах в покое находящегося растения (табл. 3) в период глубокой осени алкалоиды представлены только восстановленной частью. N-оксиды алкалоидов вновь обнаруживаются в корневищах при их последующем прорастании.

Таблица 2

Содержание алкалоидов в корневищах *Senecio platyphyllus* сбора 1945 г.

Фазы развития	Алкалоиды в % на сухое вещество		
	в N-оксидной форме	в восстановленной форме	N-оксиды в % от общей суммы алкалоидов
Кушение . . . . .	1,89	0,32	85,5
Бутонизация . . . . .	2,50	0,25	90,9
Цветение (начало) . . . . .	2,70	0,25	91,5
Цветение (разгар) . . . . .	3,34	0,22	93,8
Созревание семян . . . . .	3,80	0,26	93,6

Таблица 3

Содержание алкалоидов в листьях и корневищах *Senecio platyphyllus* сбора 1946 г.

Фазы развития	Органы растения	Алкалоиды в % на сухое вещество		N-оксиды в % от общей суммы алкалоидов
		в N-оксидной форме	в восстановленной форме	
Созревание семян	Листья . . . . .	0,31	0,15	67,4
	Корневища . . . . .	2,95	0,15	95,16
Период покоя	Корневища . . . . .	0	2,74	0

Результаты проведенной работы позволяют высказать предположение об участии алкалоидов в метаболизме растения. Это предположение становится теперь тем более вероятным, поскольку, помимо известных фактов об одновременном присутствии в растениях алкалоидов вместе с их N-оксидами, нами установлено, что содержание той или иной формы алкалоида тесно связано с жизнедеятельностью

Таблица 4

Содержание алкалоидов в органах растения *Senecio platyphyllus* сбора 1945 г. в процентах на сухое вещество

Фазы развития	Органы растения					
	корневища	листья	стебли	бутоны	цветы	семена
Кушение . . . . .	2,21	3,16	1,18	—	—	—
Бутонизация . . . . .	2,75	2,68	0,76	5,36	—	—
Цветение . . . . .	2,95	1,88	—	—	3,35	—
Созревание семян . . . . .	4,06	0,49	0,18	—	—	46,2

растения. В период роста и развития растения алкалоиды представлены N-оксидами (до 94%), тогда как в период покоя в корневищах они не обнаружены.

Работы по выяснению возможной роли N-оксидных соединений в общем обмене растения *Senecio platyphyllus* нами продолжаются.

Выражаю благодарность проф. Р. А. Коноваловой и проф. А. М. Кузину за постоянный интерес к работе.

Институт биохимии  
им. А. Н. Баха  
Академии Наук СССР

Поступило  
24 V 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Р. А. Коновалова и А. П. Орехов, ЖОХ, 8, 273 (1938). <sup>2</sup> Г. П. Меньшиков, ЖОХ, 15, 225 (1945). <sup>3</sup> М. Polonovski, Bull. Soc. Chim., 17, 252 (1915). <sup>4</sup> J. Meisenheimer, Ber., 59, 1848 (1926). <sup>5</sup> M. et M. Polonovski, Bull. Soc. Chim., 39, 1147 (1926). <sup>6</sup> J. F. Couch, J. Am. Chem. Soc., 58, 1296 (1936). <sup>7</sup> E. Ochiai, Ber., 71, 938 (1938).