

Сравнение показывает, что разница между экспериментальными и теоретическими значениями тяговых сопротивлений в основном не превышает 10 % (т. е. находится в пределах ошибки полевого опыта). Поэтому точность расчета по предложенным нами формулам можно считать достаточной для практических целей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виноградов В. И. Сопротивление рабочих органов плуга и методы снижения энергоемкости пахоты: Дис. . . . докт. техн. наук. — Челябинск, 1969. — 438 с. [2]. Горячкин В. П. Об устойчивости пахотных орудий. — Собр. соч. Т. 2. М.: Колос, 1968, с. 415—422. [3]. Горячкин В. П. Теория клина. — Собр. соч. Т. 1. М.: Колос, 1965, с. 382—389. [4]. Горячкин В. П. Теория плуга. Основания для систематического расчета плугов. — Собр. соч. Т. 2. М.: Колос, 1968, с. 104—313. [5]. Колесников Ю. И. Исследование процесса плужной подготовки лесных почв и обоснование методики расчета усилий, действующих на рабочие органы лесохозяйственных плугов: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук. — Воронеж, 1979. — 18 с. [6]. Колесников Ю. И., Ларин Г. И. Расчет сил сопротивления подрезанию почвенного пласта затупленным лезвием лемеха лесного плуга. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 4, с. 26—29. [7]. Синеоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. — М.: Машиностроение. — 328 с.

Поступила 20 февраля 1984 г.

УДК 632.151

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ФТОРИСТЫМ ВОДОРОДОМ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Ю. Г. ПРИСЕДСКИЙ

Донецкий государственный университет

Загрязнение воздуха промышленными отходами (SO_2 , Cl_2 , O_3 , NO_2) вызывает значительное разрушение пигментов в листьях различных растений [4]. Вместе с тем, влияние фтористого водорода на пигментный состав листа изучено еще недостаточно. Установлено, что фториды нарушают ультраструктуру хлоропластов, вызывая их дегенерацию [7], и ингибируют включение σ -аминомасляной кислоты в порфириновую фракцию, нарушая синтез хлорофилла [8]. Хвоя растений в районах с повышенным содержанием фтористых соединений в воздухе характеризовалась увеличенным содержанием феофитина, более высоким отношением феофитина к хлорофиллу, чем хвоя из незагрязненных районов [9].

Показано также, что степень устойчивости пигментов к воздействию экстремальных факторов (свет, температура, кислоты) зависит от формы связи их с белково-липидным комплексом в пластидах — в мономерной активной форме хлорофилл менее устойчив к их действию, чем в агрегированной [3].

Цель наших исследований — изучить изменение пигментного комплекса листьев древесных растений при экспериментальном воздействии фтористого водорода.

Методика исследований заключалась в следующем. Срезанные ветви 10 видов древесных растений помещали в колбы с водой и подвергали фумигации фтористым водородом в концентрации 10 мг/м^3 в течение 8 ч в проточной фумигационной камере [5]. Содержание пигментов определяли через 1 и 24 ч после окончания фумигации. Контролем служили ветви растений, не подвергавшиеся действию газа. Опыты проводили в 6-кратной повторности. Количество хлорофилла и прочность связи его с липопротеид-

Изменение содержания пигментов в листьях древесных растений при экспериментальном воздействии фтористого водорода

Порода	Вре- мя после- дейст- вия, ч	Повреж- даемость листьев, %	Содержание пигментов, % от контроля						Отно- шение каротина к ксанто- филлу, % к конт- ролю		
			Хлорофилл а		Хлорофилл b		Сумма зеленых пигмен- тов	Каро- тин		Вно- ло- ксан- тин	Люте- ол
			Содер- жание с белком	Прок- ность связан с белком	Содер- жание с белком	Прок- ность связан с белком					
			94	91	109	90	100	121		132	95
Вяз перистоветвистый	1 24	0 0	101 125	92 103	101 159	89 98	101 136	169 131	177 64	150 132	106 151
Гледичия трехколочко- вая	24	10	82	102	84	100	83	141	54	88	217
Клен серебристый	1 24	0 0	110 134	92 88	124 135	94 93	115 134	198 305	101 108	131 173	164 205
Конский каштан обык- новенный	1 24	0 6	103 81	98 94	94 83	96 98	100 82	111 111	92 95	81 80	125 127
Тополь канадский	1 24	0 0	111 96	96 97	128 96	102 100	117 96	108 107	90 90	44 76	161 130
Береза бородавчатая	1 24	30 60	74 59	66 64	80 64	89 77	76 61	80 60	89 75	103 108	84 67
Ива белая	1 24	40 95	90 28	81 76	103 33	71 69	94 24	97 25	106 35	84 26	101 81
Чубушник венечный	1 24	25 48	87 54	99 76	83 48	89 82	85 51	60 50	66 69	82 58	84 78
Ясень зеленый	1 24	60 70	93 68	83 67	109 58	80 69	97 61	93 61	95 69	120 89	86 71
Ясень обыкновенный	1 24	45 57	88 78	90 77	97 77	89 79	91 78	83 56	91 79	97 82	87 69

ным комплексом определяли по методике И. М. Аэрова и Д. А. Лихолата [1], каротиноидов — хроматографическим методом [2].

Анализ материала, приведенного в таблице, свидетельствует о наличии определенной зависимости между устойчивостью растений к HF и изменением содержания пигментов в листьях древесных растений.

Для устойчивых к воздействию HF видов (вяз перистоветвистый, гледичия трехколочковая, клен серебристый, конский каштан обыкновенный, тополь канадский) непосредственно после окончания фумигации характерно увеличение содержания хлорофилла b и каротина. Ко-

личество хлорофилла а и суммы зеленых пигментов увеличивалось в листьях гледичии трехколючковой (на 25 и 37 % соответственно) и клена серебристого (на 10 и 15 %). У вяза перистоветвистого, конского каштана обыкновенного и тополя канадского изменение содержания хлорофилла а и суммы хлорофиллов практически не происходит. Через 24 ч после прекращения воздействия HF у клена серебристого содержание зеленых пигментов остается повышенным (хлорофилла а и суммы зеленых пигментов на 34 %, хлорофилла b — на 35 %). У конского каштана обыкновенного и гледичии трехколючковой количество хлорофиллов в листьях падает на 17—19 %, что совпадает во времени с появлением видимых повреждений (6 и 10 % соответственно). У вяза перистоветвистого и тополя канадского содержание зеленых пигментов остается на уровне контроля. У всех устойчивых видов содержание каротина повышается в 1,1—3,0 раза, отношение каротина к ксантофиллу увеличивается на 6—64 %. Изменение содержания ксантофиллов (лютеол, виолоксантин) практически не зависит от устойчивости растений к фтористому водороду. Увеличение содержания каротина и отношения каротина к ксантофиллам у устойчивых видов, очевидно, является защитной реакцией растительного организма на воздействие фитотоксиканта. На защитные функции каротина при воздействии на растения неблагоприятных факторов окружающей среды указывает в своих исследованиях В. С. Сааков [6].

У неустойчивых видов (береза бородавчатая, ива белая, чубушник вечнозеленый, ясени зеленый и обыкновенный) наблюдается значительное (на 10—25 %) разрушение хлорофилла а через 1 ч после фумигации. Содержание хлорофилла b снижается на 3—20 %, а суммы зеленых пигментов — на 3—24 %. Через 24 ч происходит дальнейшее разрушение хлорофилла а (на 7—71 %), хлорофилла b (на 23—67 %) и их суммы. Отмечается уменьшение содержания каротина (на 39—75 %) и снижение отношения каротина к ксантофиллам, что свидетельствует о более высокой чувствительности этого пигмента к фтористому водороду, чем у ксантофиллов.

Прочность связи хлорофилла с липопротеидным комплексом у гледичии трехколючковой и тополя канадского не изменяется, а у остальных устойчивых видов снижается на 2—9 %. У неустойчивых видов снижение прочности связи хлорофилла с белком составляет 17—31 %.

Таким образом, устойчивые к воздействию фтористого водорода древесные растения характеризуются более устойчивой связью хлорофилла с липопротеидным комплексом, чем, вероятно, можно объяснить меньшую чувствительность хлорофилла этих видов к HF. Снижение содержания хлорофилла в листьях наблюдается при появлении видимых повреждений и зависит от их степени. В неповрежденных листьях количество зеленых пигментов либо повышается, либо остается неизменным. Для устойчивых видов характерно усиление каротогенеза, что, очевидно, является защитной реакцией на воздействие фитотоксиканта. Составление пигментного комплекса листьев можно использовать для диагностики чувствительности растений к загрязнению воздуха фтористыми соединениями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аеров И. М., Лихолат Д. А. Однозначное визначення вмісту пігментів хлоропластів та міцності зв'язку їх з білково-ліпідним комплексом в листках рослини. — Доп. АН УРСР, 1966, 12, с. 1599—1601. [2]. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез и дыхание. — М.: Высш. школа, 1975. — 392 с. [3]. Красновский А. А. Фотохимический путь участия пигментов в реакциях фотосинтеза. — В кн.: Проблемы

фотосинтеза. М., 1959, с. 53—59. [4]. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. — Новосибирск: Наука, 1979. — 277 с. [5]. Попов В. А., Негруцька Г. М. Метод штучної фумігації рослин шкідливими газами в тощі повітря. — В кн.: Інтродукція та експериментальна екологія рослин. Київ: Наук. думка, 1974, вип. 3, с. 83—86. [6]. Сааков В. С. Окислительный метаболизм каротина и его физиологическая роль в листе. — Докл. АН СССР, 1968, 180, № 1, с. 241—244. [7]. Chang W., Tompson C. R. Subcellular distribution of fluoride in nevel orange leaves. — Int. J. Air Water Pollution, 1956, 9, p. 685—691. [8]. Fluoride effects on chlorophyll biosynthesis in *Nicotiana tabacum* W. J., Wallis, G. W. Miller, M. Psenak, J. Shieh. — Fluoride, 1974, 7, N 2, p. 69—77. [9]. Mc Nutty I. B., Newman D. W. Mechanism (s) of fluoride induced chlorosis. — Plant Physiol., 1964, 36, № 4, p. 385—388.

Поступила 1 февраля 1984 г.