

Ж.А.Рупасова, доктор биологических наук, профессор

В.А.Игнатенко, кандидат биологических наук

Р.Н.Рудаковская, научный сотрудник

Л.В.Кухарева, кандидат биологических наук

Центральный ботанический сад НАНБ

Л.В.Пленина, кандидат биологических наук

С.В.Хлюстов, кандидат медицинских наук

УП "Диалек"

УДК 581.132:582.949.27(476)

Формирование комплекса фотосинтезирующих пигментов в растениях многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa* (Fisch et Mey) в условиях Беларуси

Определены параметры накопления и основные тенденции в сезонной динамике хлорофиллов, каротиноидов и соотношений отдельных групп зеленых и желтых пигментов пластид в надземных органах и фитомассе растений многоколосника морщинистого при интродукции в почвенно-климатических условиях Беларуси. Установлено, что наибольшее накопление фотосинтезирующих пигментов в сухой массе растений наблюдается в фазу вегетации, при последующем снижении их уровня к концу сезона. В дневной динамике на стадии массового цветения максимальное содержание хлорофиллов и β -каротина в надземной фитомассе отмечено в 12⁰⁰ час., ксантофиллов — в 15⁰⁰ час.

*Accumulation parameters and main tendencies have been determined in seasonal dynamics of chlorophylls, carotenoids and relationship of some groups of green and yellow pigments of plastids in overground organs and phytomass of (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey) when introduced in soil and climatic conditions of Belarus. It has been established that the highest accumulation of photosynthesizing pigments in hay mass of the plant is marked at the phase of vegetation with further lowering of their level by the end of the season. Maximum content of chlorophylls and β -carotene in overground phytomass is marked at 12⁰⁰ and xanthophyll — at 15⁰⁰.*

В ходе многолетних интродукционных исследований ЦБС НАН Беларуси было показано, что весьма перспективным объектом для углубленного изучения в качестве потенциального источника лекарственного сырья для разработки на его основе новых лекарственных форм является многоколосник морщинистый (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey), относящийся к роду *Agastache* Clayt. ex Gronow (многоколосников) из сем. *Lamiaceae* Lindl. (*Labiatae* Juss) — яснотковых.

Общеизвестно, что фотосинтетическая продуктивность растений в значительной степени определяется уровнем накопления в ассимилирующих частях пластидных пигментов [1]. По современным представлениям фотосинтетические процессы в хлоропластах осуществляются при участии двух пигментных систем — ФС I и ФС II, включающих различные формы хлорофилла а, хлорофилла b и каротиноиды. При этом скорости биосинтеза и распада, соотношением которых регулируется концентрация пигментов в каждый конкретный момент времени, определяются видовыми генетическими программами [2].

Наш интерес к этой группе соединений обусловлен не только отсутствием в литературе информации об уровне их накопления в ассимилирующих органах многоколосника морщинистого, но и тем, что они обладают определенной биологической активностью, и прежде всего — β -каротин, относящийся к группе желтых пластидных пигментов и являющийся провитамином А [3].

Исследования проводились на растениях многоколосника морщинистого 3-го года развития, выращенных на участке систематики растений ЦБС НАН Б на хорошо окультуренной дерново-подзолистой почве. Отбор растений осуществлялся в основные фазы их сезонного развития — вегетации, массовой бутонизации, массового цветения и плодоношения (созревания семян). В оптимальный срок заготовки лекарственного сырья в фазу массового цветения пробы отбирались в 9⁰⁰, 12⁰⁰ и 15⁰⁰ час.

Количественные определения содержания фотосинтезирующих пигментов производились по общепринятым методам получения аналитической информации [4,5] в 3-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности. Данные обработаны с помощью методов вариационной статистики [6,7]. При этом средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1-2%.

Полученные экспериментальные данные показали, что наиболее высокое содержание и хлорофиллов, и каротиноидов в надземной фитомассе растений, достигавшее 514 и 46 мг% сухого вещества соответственно, отмечалось на вегетативной стадии их развития (табл.). Несмотря на постепенную активизацию биосинтеза желтых пигментов, подтверждаемую повышением на протяжении вегетации их содержания в основных фотосинтезирующих частях — листьях, в результате снижения доли последних в структуре фитомассы к концу сезона, происходило заметное обеднение каротиноидами ко времени плодоношения.

В отличие от желтых пластидных пигментов, для зеленых было характерно непрерывное снижение уровня накопления во всех компонентах фитомассы в течение вегетации, в результате чего их содержание в

ней снизилось в 9,4 раза. Для каротиноидов размер этого снижения оказался ниже и составил 2,4 раза.

Колебания уровня пигментов в надземной фитомассе в суточной динамике в фазу массового цветения оказались маловыразительными, особенно у каротиноидов. Для хлорофиллов же максимальный уровень был отмечен в 12⁰⁰ час. дня, причем его возрастание относительно 9-часового срока составило примерно 12%. К 15-ти часам произошло его некоторое снижение.

Различные темпы падения содержания зеленых и желтых фотосинтезирующих пигментов в укосной массе многоколосника в течение вегетации (более высокие — у первых и более низкие — у вторых) обусловили выраженное снижение их соотношения в сезонном ходе развития растений (от 11,1 в вегетативную фазу до 2,8 — в фазу созревания семян) (табл.).

Вместе с тем на протяжении большей части вегетационного периода состав хлорофилльного комплекса отличался заметной стабильностью, на что указывала весьма незначительная варибельность соотношения его компонентов а и b в интервале значений 0,97-1,19 (для зеленой массы). Однако на стадии созревания семян наблюдалось существенное увеличение данного показателя во всех органах растений (в 1,7-4,3 раза), а следовательно, и в надземной массе в целом, что свидетельствует о преимущественной деградации хлорофилла b, хотя в литературе встречаются указания на более высокую его устойчивость в процессе осеннего разрушения пигментов [8].

В суточной динамике соотношения хлорофиллов а и b в фазу массового цветения прослеживалась слабо выраженная тенденция к его увеличению с 9⁰⁰ до 15⁰⁰ час., свидетельствующая о более активном биосинтезе в этот промежуток времени хлорофилла а.

Состав каротиноидного комплекса ассимилирующих органов многоколосника морщинистого на протяжении вегетационного периода отличался более выраженной, чем у хлорофилльного, лабильностью, на что указывает более динамичный характер соотношения β -каротина и ксантофиллов (табл.). Наиболее высоким участием β -каротина в построении комплекса желтых пигментов характеризовались листья растений, в которых превышение его уровня относительно ксантофиллов варьировалось на протяжении большей части сезона от 1,14 до 2,18 раза. В остальных же органах растений, напротив, ксантофиллы резко доминировали над β -каротином, что заметно нивелировало результирующие показатели по надземной фитомассе в целом.

При этом прослеживалась достаточно отчетливая тенденция к постепенному снижению в ней при прохождении растениями первых трех фенофаз соотношения β -каротина и ксантофиллов, что может быть объяснено не только изменениями структуры самой фитомассы, но и наличием сдвигов в окислительно-восстановительных процессах по мере развития растений, свидетельствующих об активном участии каротиноидов в обмене веществ [9]. Однако наиболее выраженные изменения в соотношении этих двух форм желтых пигментов были установлены в конце вегетации в фазу созревания семян, когда во всех органах многоколосника, особенно в листьях,

Таблица. Содержание пластидных пигментов в надземных органах многоколосника морщинистого на разных этапах сезонного развития, в мг/% сухой массы

Дата отбора проб	Фаза развития	Части растений	Сухое вещество, %	Хлорофиллы				Каротиноиды			β-каротин: ксантофиллы	Хлорофиллы: каротиноиды
				a	b	a+b	a/b	сумма	β-каротин	ксантофиллы		
23.05	Вегетация	Лист	17,84	343,22	311,94	655,16	1,10	39,57	24,72	14,85	1,66	16,56
		Стебель	8,00	96,62	56,25	152,87	1,72	63,75	14,62	49,13	0,30	2,40
		Надз. масса	15,08	274,17	240,35	514,52	1,14	46,34	21,89	24,45	0,90	11,10
8.07	Массовая бутонизация	Лист	24,19	232,78	272,76	505,54	0,85	33,24	22,78	10,46	2,18	15,21
		Стебель	19,73	65,89	46,63	112,52	1,41	19,26	2,53	16,73	0,15	5,84
		Бутоны	22,81	73,52	55,11	128,63	1,33	23,02	5,35	17,67	0,30	5,59
17.07	9 ⁰⁰	Надз. масса	21,60	131,62	135,61	267,23	0,97	24,89	10,58	14,31	0,74	10,74
		Лист	23,40	229,79	255,94	485,73	0,90	45,04	24,02	21,02	1,14	10,78
		Стебель	28,98	36,58	27,19	63,77	1,34	15,36	2,59	12,77	0,20	4,15
	12 ⁰⁰	Соцветия	20,75	33,64	26,41	60,05	1,27	20,72	3,37	17,35	0,19	2,90
		Надз. масса	26,85	90,28	90,96	181,24	0,99	24,01	8,62	15,39	0,56	7,55
		Лист	21,54	242,11	255,62	497,73	0,95	45,64	30,36	15,28	1,99	10,91
	15 ⁰⁰	Стебель	24,78	54,28	35,71	89,99	1,52	19,29	3,95	15,34	0,26	4,66
		Соцветия	21,26	43,98	31,04	75,02	1,42	20,60	4,84	15,76	0,31	3,64
		Надз. масса	23,64	105,97	96,74	202,71	1,10	26,73	11,38	15,35	0,74	7,58
2.09	15 ⁰⁰	Лист	20,99	238,11	223,82	461,93	1,06	45,64	25,92	19,72	1,31	10,12
		Стебель	24,65	52,45	35,62	88,07	1,47	20,28	4,30	15,98	0,27	4,34
		Соцветия	19,99	41,17	20,41	61,58	2,02	25,26	4,15	21,11	0,20	2,44
	Созревание семян	Надз. масса	23,31	103,47	87,08	190,55	1,19	27,69	10,32	17,37	0,59	6,88
		Лист	27,72	182,72	40,30	223,02	4,53	63,24	11,58	51,66	0,22	3,53
		Стебель	38,47	20,92	6,63	27,55	3,16	10,61	1,53	9,08	0,17	2,60
Соцветия	35,10	36,89	11,05	47,94	3,34	21,42	2,39	19,03	0,13	2,24		
Надз. масса	36,39	43,10	11,53	54,63	3,74	19,30	2,87	16,43	0,17	2,83		

произошло выраженное его снижение (табл.). Учитывая, что β-каротин является восстановленной, а ксантофиллы — окисленной формами желтых пигментов, можно сделать заключение о значительной активизации в это время окислительных процессов в пигментном комплексе растений.

Заметим, что в суточном ходе соотношения β-каротина и ксантофиллов в фазу массового цветения наиболее высокие его значения отмечены в 12⁰⁰ час. дня.

Таким образом, изучение особенностей формирования комплекса фотосинтезирующих пигментов в растениях многоколосника морщинистого показало, что наиболее высокое содержание в их надземной фитомассе хлорофиллов и каротиноидов наблюдается на вегетативной стадии развития. При этом для зеленых пигментов и β-каротина установлено преимущественное постепенное снижение их уровня в течение вегетационного периода.

В суточной динамике пигментов пластид в фазу массового цветения наибольший уровень накопления в укосной массе хлорофиллов и β-каротина отмечен в 12⁰⁰ час., ксантофиллов — 15⁰⁰ час.

Литература

1. Аэров И.М., Лихолат Д.А. Изменения оптических свойств листьев растений в зависимости от содержания

пигментов хлоропластов // Физиология и биохимия культурных растений. — 1970. — Т.2, №3. — С. 318-323.

2. Красичкова Г.В., Асоева Л.М., Гиллер Ю.Е., Сангинов Б.С. Содержание пластидных пигментов в листьях хлопчатника в связи с продукционным процессом // Докл. АН Тадж. ССР. — 1985. — Т. 28, № 6. — С. 363-365.

3. Кинтя П.К., Фадеев Ю.М., Акимов Ю.А. Терпеноиды растений. — Кишинев: Штиинца, 1990. — 152 с.

4. Годнев Т.Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. — Минск: Изд-во АН БССР, 1952. — 163 с.

5. Гавриленко В.Ф., Ладьягина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. — Москва: Высш. шк., 1975. — 392 с.

6. Лакин Г.Ф. Биометрия. — Москва: Высш. шк., 1980. — 293 с.

7. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. — Ленинград: Из-во Ленингр. ун-та, 1984. — 288 с.

8. Wolf F.T. Changes in chlorophylls a and b in autumn leaves // Amer. J. of Bot. — 1956. — Vol. 43, № 9. — P. 714-718.

9. Радзевенчук И.Ф. К вопросу о содержании каротина и ксантофилла у многолетней ржи // Зап. Ленингр. с.-х. ин-та. — Москва-Ленинград, — 1956. — Вып. 11. — С. 240-244.