

-
- and their aflatoxigenic potential. *Microbiol.* 54(12): 832-837, 2016.
 5. Pitt J.I. Toxigenic fungi: which are important // *Med. Mycol.*, 38 (Suppl 1), 2000, p.17-22.
 6. Russell R., Paterson M. Aflatoxins contamination in chilli samples from Pakistan // *Food Control.*, 18, 2007, p. 817–820.
 7. Sebnem O.B. A model for implementation of HACCP system for prevention and control of mycotoxins during the production of red dried chili pepper, *Food Science and Technology*, 2016
 8. Vrabcheva, T., Gareis, M., Bresch, H., Bedectel, C., Engel, G., Majerus, P., Rosner, H., Wolff J. Occurrence of ochratoxins A and B in spices and herbs // *Rev. Med Vet.*, 1998, p.533.

Биолог. журн. Армении, 1 (69), 2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ТРАВЯНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРЫ АРАГАЦ

Т.А. САРГСЯН, М.А. НАВАСАРДЯН, Б.Х. МЕЖУНЦ

Центр эколого-ноосферных исследований НАН Армении
tatevik.sargsyan@cens.am

В статье обобщены результаты исследований содержания хлорофиллов *a, b* и каротиноидов в листьях степных растений, как биологические факторы накопления органического вещества. Установлены средние значения и пределы колебаний пигментов в листьях доминирующих растений и основных луговых групп (злаки, бобовые, разнотравные) кормовых угодий. Показано, что высокие показатели суммы пигментов в листьях пырея и всех исследуемых растительных групп приходится на участок сухостепного пояса, с менее благоприятными условиями среды.

фотосинтетические пигменты – кормовые угодья – травяные растения – злаки – бобовые – разнотравье

Հողվածում ամփոփված են տափաստանային բույսերի տերևներում *a, b* բլորոֆիլների ու կարոտինոիդների պարունակության վերաբերյալ հետազոտությունների արդյունքները, որպես օրգանական կյուբերի կուտակման կենսաբանական գործոններ: Բացահայտվել են կերահանդակներում գերակշռող տեսակների և հիմնական մարգագետնային բուսախմբերի (*հացազգի, բակլազգի* և *տարախոտեր*) տերևներում պիգմենտների միջին արժեքները և տատանման սահմանները: Ցույց է տրվել, որ սեզի և բոլոր հետազոտված բուսախմբերի տերևներում պիգմենտների գումարային բարձրարժեքներ բաժին են ընկնում չոր տափաստանային գոտու փորձատեղամասին, որտեղ միջավայրի պայմանները նվազ բարենպաստ են:

Ֆոտոսինթետիկ պիգմենտներ – կերահանդակներ –խոտաբույսեր – հացազգի – բակլազգի – տարախոտ

In paper the results of study of chlorophylls *a, b* and carotenoids content in steppe plant leaves as important biological indices of organic matter accumulation are summarized. The mean values and range of variations of pigments in leaves of dominating plants and principle meadow groups (grass, legume, forbs) of grasslands are established. It is shown, that high values sum of pigments in leaves of quack grass and all studied meadow groups fall on the plot of dry steppe zone with less favorable environmental conditions.

photosynthetic pigments – grasslands – herbaceous plants – grass – legume – forbs

В Армении естественные кормовые угодья занимают более 40% всей территории, отличаются богатым видовым составом и представляют основную кормовую базу для животноводства. Исследования последних лет показали, что на большей части этих территорий, особенно на пастбищах степного пояса, значительно снизи-

лась продуктивность и доля высококачественных кормовых растений [5, 7]. Повышение биопродуктивности естественных пастбищ является актуальным вопросом, решение которого требует многостороннего изучения основных факторов роста и накопления биомассы растений. К числу важных биологических параметров относится концентрация фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) в листьях, которые характеризуются сложной химической структурой [2] и ответственны за поглощение энергии солнечных лучей в процессе фотосинтеза растений [8]. При этом, поглощенная хлорофиллами *a* и *b* энергия передается в центр фотохимических реакций непосредственно, а каротиноидами – через хлорофилл *a*. Помимо этого, каротиноиды выполняют также защитные функции, в частности, предотвращают деструктивное фотоокисление органических соединений протоплазмы на свету в присутствии свободного кислорода. Целью данных исследований являлось выявление характера изменений концентрации фотосинтетических пигментов, в связи с условиями мест обитаний и биологическими особенностями видов растений и луговых групп.

Материал и методика.

Исследования проводились в 2015-2016 гг. на кормовых угодьях сельской общины Неркин Саснашен, расположенных на юго-западном склоне г. Арагац. Предварительно были выделены три опытных участка: I участок находился в сухостепном, а II и III – нагорно-степном поясах, соответственно, на высоте 1250, 1500 и 1800 м н.у.м. Отметим, что опытные участки несколько различались по типам почв, растительности, количеству осадков и др. Объектом исследований служили: пырей ползучий (*Agropyron repens L.*), эспарцет лучистый (*Onobrychis radiata M.B.*), молочай Воронова (*Euphorbia Woronowii Grossh.*) и ассоциации с доминированием злаковых, бобовых и разнотравных групп луговых растений. Определение содержания пигментов проводилось по методике, разработанной в Экоцентре специально для полевых исследований [4]. При этом, в качестве растворителя был использован диметилсульфоксид [(CH₃)₂SO], который обеспечивает экстракцию пигментов пластид без предварительного размельчения, а также хранение экстрактов в течение 8 дней при различных температурных режимах. Определение содержания пигментов проводилось на спектрофотометре (СФ-16), показатели которого вносились в формулы Маккини-Арнона и Веттштейна для пересчета в мг/100г сырого образца [9].

Результаты и обсуждение.

На рисунках 1 и 2 представлены экспериментальные данные по содержанию фотосинтетических пигментов в листьях трех видов, которые на опытных участках являются наиболее распространенными представителями растительных ассоциаций. Кривые рисунка 1 показывают, что условия произрастания опытных участков оказыва-

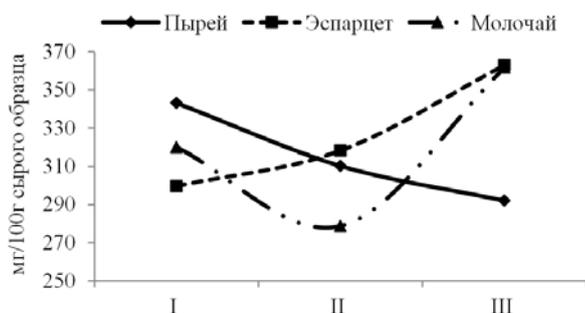


Рис. 1. Действие условий местообитаний на концентрацию фотосинтетических пигментов в листьях доминирующих растений (I, II и III – опытные участки)

ли определенное воздействие на суммарное содержание пигментов в листьях индивидуальных растений. Так, на первом участке содержание пигментов колебалось в пределах 300-340, втором – 280-320, а третьем – 290-360 мг/100г сырого образца. При этом, активный синтез пигментов происходил у растений пырея ползучего на сухостепном участке, а эспарцета лучистого и молочая Воронова – на третьем, который был расположен в условиях нагорно-степного пояса.

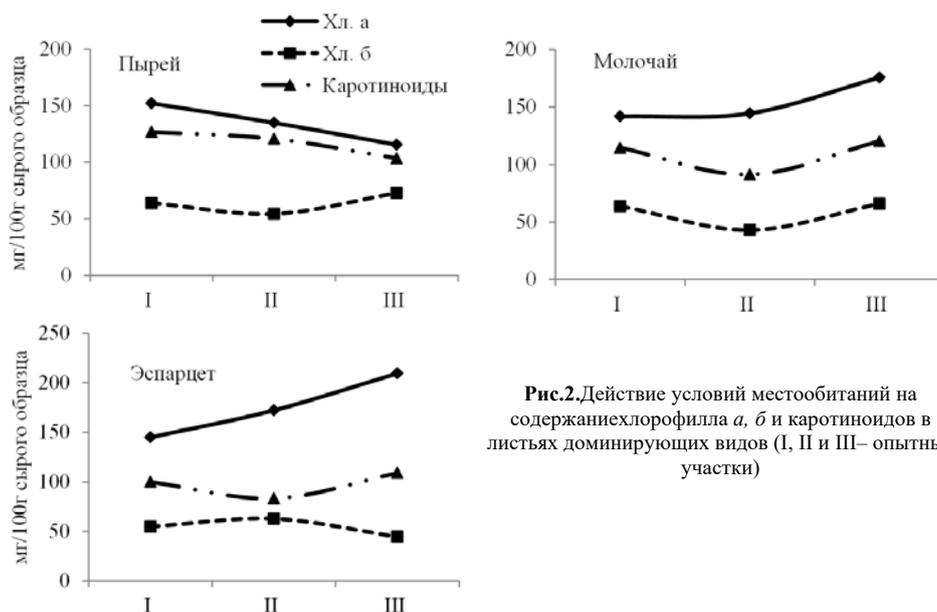


Рис.2. Действие условий местообитаний на содержание хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов в листьях доминирующих видов (I, II и III – опытные участки)

Из рисунка 2 видно, что в листьях пырея ползучего концентрация хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов на опытных участках колебалась, соответственно, 116-152, 55-73 и 104-127, эспарцета лучистого *a* – 145-209, 45-63 и 83-109, а молочая Воронова – 142-176, 43-66 и 91-120 мг/100г сырого образца. При этом, максимальное и минимальное содержание хлорофилла *a* обнаружено, соответственно, в листьях эспарцета и пырея, хлорофилла *b* – пырея и молочая, а каротиноидов – пырея и эспарцета. По средним значениям за три участка, содержание хлорофилла *a* в листьях пырея составило 134, эспарцета – 175, молочая – 154 мг/100г сырого образца, хлорофилла *b*, для тех же видов – соответственно: 64; 54; 58; каротиноидов – 117, 97, 109 мг/100г сырого образца. При этом, содержание хлорофилла *a* у пырея снизу вверх по опытным участкам снижается, а молочая эспарцета, наоборот, повышается. Максимальное и минимальное содержание хлорофилла *a* у пырея обнаружено соответственно на I и III, а у эспарцета и молочая, наоборот, на III и I участках. Некоторая закономерность обнаружена также в изменении содержания каротиноидов: максимальные и минимальные значения обнаружены в листьях пырея на первом и третьем, а эспарцета и молочая – на третьем и втором участках.

В таблице представлены средние данные и пределы колебаний исследуемых пигментов в листьях смешанных образцов злаковых, бобовых и разнотравных растений. Как видно, содержание хлорофилла *a* и *b* у всех растительных групп было выше на первом опытном участке в условиях сухостепного пояса. Минимальное содержание хлорофилла *a* в листьях растений бобовой группы обнаружено на втором, злаковой и разнотравной – третьем участках опыта, находящихся в нагорно-степном поясе. Отметим, что на втором участке было зарегистрировано также наименьшее

количество хлорофилла *b* в листьях всех растительных групп. Содержание каротиноидов в листьях бобовой и разнотравной групп растений было больше в сухостепном, а злаковой–нагорно-степном поясах. Помимо этого, содержание хлорофилла *a* и *b* в листьях разнотравных растений в целом уступало тем же показателям злаковых и бобовых. Обобщая можно сказать, что максимальный суммарный показатель исследуемых пигментов трех групп растений был обнаружен на опытном участке, расположенном в условиях сухостепного пояса. Отметим, что исследованию содержания фотосинтетических пигментов в листьях злаковых, бобовых и разнотравных растений обращено внимание многих ученых, в частности, освещены вопросы, связанные с их колебанием в ходе роста и развития растений, воздействием разных удобрений, водного дефицита, температуры среды и др. [1, 3, 6, 10, 11, 12, 13]. Приведенный литературный материал, в целом, сопоставим с данными, полученными нами в настоящем исследовании. Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что величина стандартной ошибки средних выборочных на первом и втором участках опыта почти всегда была ниже 10%, а на третьем участке она часто превышала указанную величину. Показано также, что содержание всех пигментов, независимо от исследуемых растений и условий их произрастания, варьировало в широком диапазоне: содержание хлорофилла *a*, *b* и суммы каротиноидов менялось в пределах 82-236, 24-130 и 56-173 мг/100г сырого образца. Несмотря на такой широкий диапазон вариаций, t-test анализ выявил наличие существенной разницы ($P < 0.05$) между некоторыми сравниваемыми показателями, которая более часто регистрировалась для содержания пигментов в листьях бобовых и разнотравных растений, произрастающих на разных участках опыта.

Таблица. Концентрация фотосинтетических пигментов в листьях растений разных луговых групп (мг/100г сырого образца)

Группа луговых растений	Хлорофилла		Хлорофилл <i>b</i>		Сумма каротиноидов	
	среднее	вариация	среднее	вариация	среднее	вариация
I участок (1200 м)						
Злаки	163±9	103-207	88±7	36-130	124±8	56-172
Бобовые	208±10	163-236	90±5	77-110	129±10	97-166
Разнотравье	161±17	113-191	73±7	54-74	142±17	102-173
II участок (1500 м)						
Злаки	158±12	124-204	69±5	48-82	136±7	104-151
Бобовые	145±9	136-154	55±2	53-57	100±6	94-106
Разнотравье	140±7	120-152	46±11	24-74	94±7	82-112
III участок (1700 м)						
Злаки	139±16	94-170	78±5	64-89	100±15	61-131
Бобовые	166±9	149-189	70±9	55-95	90±16	64-131
Разнотравье	115±13	82-176	49±4	35-66	88±8	71-120

Таким образом, двухлетнее исследование показало, что содержание фотосинтетических пигментов в листьях кормовых растений степного пояса г. Арагац имеет большую амплитуду колебаний. Установлено, что эти изменения связаны как с биологическими особенностями растений, так и, в особенности, с условиями их произрастания. В частности, максимальное содержание хлорофилла *a* и суммы пигментов в листьях эспарцета лучистого и молочая Воронова было обнаружено в пункте нагорно-степного, а пырея ползучего – сухостепного поясов, где почвенно-климатические условия были менее благоприятными. Более того, содержание хлорофиллов *a*, *b* и суммы каротиноидов (за одним исключением) у исследуемых растительных групп также достигло максимального значения на данном участке. Статистический анализ подтвердил наличие существенной разницы между некоторыми пигментами в листьях отдельных видов растений и растительных групп, произрастающих на разных участках опыта.

Литература

1. Антипина О.В., Дерябин А.Н., Попов В.Н. Изменение содержания фотосинтетических пигментов при адаптации холодостойких и теплолюбивых растений к низкой температуре. Международный научный журнал “Символ науки”, 1, с. 12-15, 2016.
2. Гюббенет Е.Р. Растение и хлорофилл. М.-Л., изд-во АН СССР, 247 с, 1951.
3. Маслова С.П., Табаленкова Г.Н., Куренкова С.В. Пигментный комплекс многолетних злаков *Bromopsis inermis* и *Phalaroides arundinacea*. Вестник Института Биологии КОМИ Научного центра Уральского отделения РАН, 12, 134, с.4-8, 2008.
4. Межуц Б.Х., Навасардян М.А. Метод определения содержания хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в экстрактах листьев растений. Патент на изобретение, № 2439А, Ереван, 2010 (на армянском языке).
5. Межуц Б.Х., Навасардян М.А., Саргсян Т.А. Состояние пастбищ сухостепной зоны Араратской котловины Армении и пути их оптимизации. Международный научный журнал “Устойчивое развитие горных территорий”, Владикавказ, 3, 5, с. 119-123, 2010.
6. Межуц Б.Х., Навасардян М.А. Количественная характеристика фотосинтетических пигментов травянистых растений в горных экосистемах Армении. Вестник Тюменского ГУ, 12, с. 220-226, 2012.
7. Межуц Б.Х., Сагателян А.К., Навасардян М.А. Исследование злаковой формации как важного кормового ресурса горных пастбищ и сенокосов Армении. Межотраслевой институт “Наука и образование”. Научный журнал, Екатеринбург, 3, с. 93-96, 2014.
8. Тарчевский И.А., Андрианова Ю.Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы. Физиология растений, 27, 2, с.341-347, 1980.
9. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. В кн. “Биохимические методы в физиологии растений”, М., Наука, с. 154-157, 1971.
10. Lobato A., Goncalves-Vidigal M., Filho V., Andrade C., Kvitschalb M., Bonato C. Relationships between leaf pigments and photosynthesis in common bean plants infected by anthracnose. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 38, 1, pp. 29-37, 2010.
11. Nursuaidah H., Motior M.R., Nazia A.M., Islam M.A. Growth and photosynthetic responses of long bean (*Vigna unguiculata*) and mung bean (*Vigna radiata*) response to fertilization. The Journal of Animal & Plant Sciences, 24, 2, pp. 573-578, 2014.
12. Ramak P., Khavarinezhad R.A., Heydari Sh.H., Rafiei M., Khademi K. The effect of water stress on dry weight and photosynthetic pigments in two sainfoin species. Iranian journal “Rangelands and forests plant breeding and genetic research”, 14, 24, pp. 80-91, 2006.
13. Rauzi F., Dobrenz A. Seasonal variation of chlorophyll in western wheatgrass and blue grama. Journal of Range Management, 23, 5, pp. 272-273, 1970.