

УДК 582: 539.1.047

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ, КАРОТИНОИДОВ И АНТОЦИАНОВ *ALHAGI* *PSEUDALHAGI* (ВИБ.) В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ

Э.С. ДЖАФАРОВ¹, Г.А. ГОДЖАЕВА¹, Г.Г. БАБАЕВ², ДЖ.П. ОРУДЖЕВА¹

¹Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана
Азербайджан, AZ 1143, г. Баку, ул. Б. Вагабзаде, 9

²Институт Ботаники НАН Азербайджана
Азербайджан, AZ 1143, г. Баку, ул. Б. Вагабзаде, 9
e-mail: e_dzhafarov@rambler.ru

Цель. Целью данной работы было исследовать как динамику сезонного накопления, так и радиационно-зависимое изменение содержания флавоноидов, антоцианов и каротиноидов в листьях и цветках *Alhagi pseudalhagi* (Vieb.), произрастающего на загрязненном разными радионуклидами участке. **Методы.** Были использованы радиодозиметрические, γ -спектрометрические и спектрофотометрические методы исследования. **Результаты.** Показано, что накопление этих пигментов в разных органах растения является динамическим процессом и их содержание меняется как в процессе онтогенеза, так и при действии различных факторов окружающей среды. **Выводы.** Стимулирующий эффект малых доз ионизирующей радиации может проявляться в разные фазы развития. При этом возможна также адаптация растений к хроническому воздействию облучения.

Ключевые слова: *Alhagi pseudalhagi*, повышенный радиационный фон, пигменты, сезонное и доза-зависимое накопление.

Введение. В связи с возрастающим радиоактивным загрязнением окружающей среды чрезвычайно важное значение приобретает изучение воздействия ионизирующей радиации в малых дозах на живые организмы, которые эволюционно не были приспособлены к подобному роду стрессовых нагрузок среды.

Известно, что метаболизм разных растений отличается своей пластичностью, которая связана с достаточной легкостью для растений их химической модификации в ходе метаболизма. В этом плане влияние внешних условий на накопление растениями тех или иных растительных компонентов не является исключением. Разные внешние факторы, являясь предпосылкой для структурных приспособительных реакций, приводят к количественному и качественно-му изменению структурных компонентов растений.

Учитывая, что накопление разных пигментов является динамическим процессом и их содержание может меняться как в процессе онтогенеза, так и при действии различных факторов окружающей среды, мы попытались выяснить

© Э.С. ДЖАФАРОВ, Г.А. ГОДЖАЕВА, Г.Г. БАБАЕВ, ДЖ.П. ОРУДЖЕВА, 2012

роль ионизирующей радиации в процессе накопления этих веществ в *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.).

Выбор объекта связан также с тем, что это растение является наиболее распространенным в локально загрязненном разными радионуклидами участке. Кроме того, исследуемое растение в своем составе имеет разные биологически активные вещества. Есть данные, подтверждающие, что извлечения из надземной части этого растения обладают антимикробным действием. Причем выраженное бактерицидное действие они оказывают на стрептококки, стафилококки, дизентерийную палочку [1]. Отвары успешно применяют в виде полосканий горла при острых ангинах. Порой отвар *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) в народной медицине применяют для лечения геморооя, для наружного лечения экзем, гнойничков, нагноившихся ран и язв [1].

В представленной работе исследована как динамика сезонного накопления, так и доза-зависимое изменение содержания флавоноидов, антоцианов и каротиноидов в *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.), произрастающего на загрязненном разными радионуклидами участке.

Отметим, что образование загрязненного радионуклидами участка связано с добычей и переработкой нефти [2].

Материалы и методы

Для решения поставленной задачи был выбран один контрольный (мощность экспозиционной дозы 10 мкР/час) и 7 опытных (50, 100, 150, 200, 250, 300 и 350 мкР/час) участков. Выбранный в качестве контрольного участок обладал почти идентичными почвенно-климатическими характеристиками и имел мощность дозы, равную природному радиационному фону, характерному для данной местности.

Мощность дозы γ -излучения определяли при помощи дозиметра типа СРП-88 (Россия).

γ -спектрометрические измерения проб почв проводили на установке ПРОГРЕСС (Россия) с детектором NaJ размерами 6.3 x 6.3 см. Обработку γ -спектров проводили при помощи программ, составляющих пакет программ ПРОГРЕСС. Измерения показали, что основными загрязнителями почвы являются природные радионуклиды, такие как ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th .

Общее количество антоцианов (их концентрация в мкмол/мл) было определено спектрофотометрически при длинах волн $\lambda=537, 647$ и 663 нм по формуле:

$$K_A = 0.08173 \cdot A_{537} - 0.00697 \cdot A_{647} - 0.002228 \cdot A_{663} \quad [3].$$

Для определения общего количества флавоноидов в пробах растения был использован способ, разработанный С.С. Ламбаевой [4]. При этом с применением дифференциальной спектрофотометрии при длине волны $\lambda=414$ нм суммарное содержание флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в процентах была определена по формуле:

$$K_F = \frac{D \cdot K^V}{m} \cdot \frac{m_s}{D_s \cdot K_s^V} \cdot \frac{100}{100 - W} \cdot 100,$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора, D_s – оптическая плотность раствора ГСО рутин, m – масса исходного материала в граммах, m_s – масса ГСО рутин в граммах, K^V – коэффициент разбавления исследуемого раствора (1250), K_s^V – коэффициент разбавления раствора ГСО рутин (2500), W – потеря в массе при высушивании исходного материала в процентах.

Концентрация каротиноидов определена по формуле:

$$K_K = \frac{\left\{ A_{470} - \left[17.1 \times (K_{Xl.a} + K_{Xl.b}) - 9.479 \times K_A \right] \right\}}{119.26} \quad [3],$$

где K_A – концентрация антоцианов в мкмол/мл, $K_{Xl.a}$ и $K_{Xl.b}$ – концентрации хлорофиллов а и в в мкмол/мл, соответственно.

Результаты и обсуждение

Исследование сезонно-зависимого изменения содержания антоцианов.

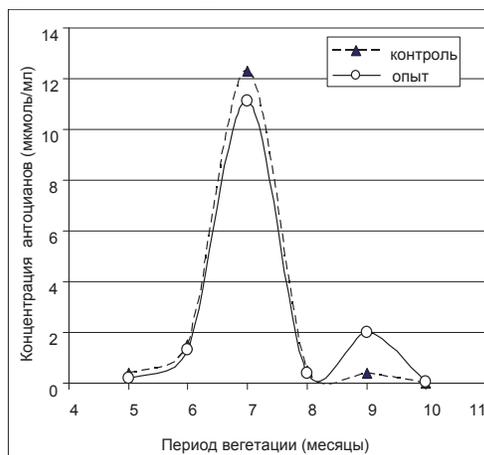
Известно, что абиотические факторы являются предпосылкой для структурных и физиолого-биохимических приспособительных реакций растений. Другими словами, под действием различных абиотических факторов вырабатывается ряд приспособительных признаков, и растение своеобразно сопротивляется такому воздействию. При этом адаптивные процессы сопровождаются структурными изменениями, приводящими к образованию некоторых биологически активных веществ. Одними из таких веществ являются антоцианы, которые являются эффективными фенольными антиоксидантами, обладающими структурой, способствующей обезвреживанию свободных радикалов [5].

Антоцианы как важные пигменты растений накапливаются, в основном, в антоцианопластах и окрашивают лепестки цветков, плоды, иногда листья в голубой, синий, розовый, красный, фиолетовый цвета [5].

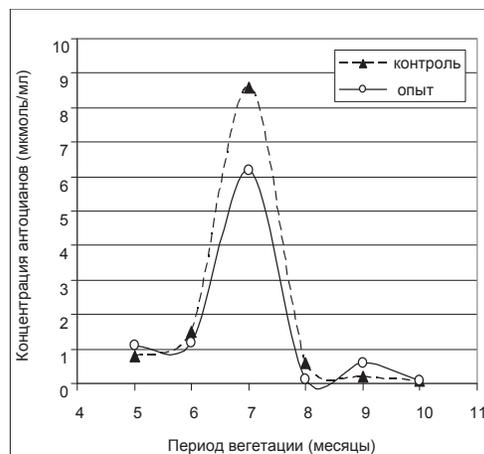
Имеются данные, подтверждающие, что одной из причин усиленного синтеза антоцианов является повышенный фон УФ-радиации [5]. Увеличение содержания антоцианов в листьях имеет место также при произрастании растений в низкотемпературной среде [5]. Предполагается, что эти пигменты, проявляющиеся в листьях и стеблях в условиях низких температур в ранневесенний и осенний периоды, служат своего рода «ловушкой» солнечных лучей. Другими словами, антоцианы в этот период, превращая энергию света в тепловую энергию, оберегают растения от холода.

Следует отметить, из-за отсутствия достаточной информации сегодня нет единого мнения о роли ионизирующей радиации в процессе накопления антоцианов.

Полученные нами данные по содержанию антоцианов в двух органах (в листьях и цветках) для исследуемого растения представлены на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Сезонно-зависимое изменение количества антоцианов в листьях (а) и в цветках (б) *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.) (мощность экспозиционной дозы на опытном участке составляла ~ 350 мкР/час, а на контрольном – 10 мкР/час)

Как видно из этого рисунка, разные фазы развития растения по количеству этих пигментов отличаются. Ярким выражением является то, что сезонно-зависимая кривая имеет максимум в июле меся-

це. В следующих месяцах их количество резко уменьшается и, если не учесть незначительное увеличение содержания антоцианов в опытном образце, остается постоянным до конца вегетационного периода.

Интерес вызывает тот факт, что идентичный характер изменения содержания антоцианов наблюдается как в листьях, так и в цветках этого растения. Другим интересным фактом является то, что количество антоцианов в листьях больше, чем в цветках.

Следует отметить, что по содержанию антоцианов разные органы растений проявляют неоднородную зависимость от вегетационного периода. В некоторых случаях эти зависимости даже противоречивы. Скорее всего, это связано с тем, что биологическая роль антоцианов еще до конца не выяснена.

По мнению некоторых авторов, разрушение зеленых пигментов (хлорофиллов) определяет осенний оттенок листьев [6]. Другими словами, в период осенней вегетации фон зеленого цвета хлорофиллов скрывает оттенки желтого, оранжевого, красного цветов, которые образуются соответственно каротиноидами, ксантофиллами и антоцианами. А осенью, когда для большинства растений вегетационный период подходит к концу и деградация хлорофиллов превосходит их биосинтез, зеленый оттенок переходит в задний план и появляются другие цвета.

Автор работы [7] поддерживают другое мнение, согласно которому антоцианы синтезируются тогда, когда начинается разрушение хлорофиллов.

Есть другие факты, подтверждающие, что активный синтез антоцианов происходит именно в период осенней вегетации. Предполагают, что причиной этого является понижение температуры, вследствие которого подавляется синтез питательных веществ (в том числе сахаров) [8].

Обнаружение острого максимума в сезонно-зависимой кривой как в контрольном, так и в образце растения, произрастающего в условиях хронического облучения ионизирующего излучения, а также присутствие этого максимума в обоих его органах, позволяет предположить, что радиоактивное излучение играет незначительную роль в процессе образования антоцианов. Считаем, что обнаруженный интенсивный синтез антоцианов в июле месяце связан, в первую очередь, с другими факторами окружающей среды (например, с высокой температурой и высокой освещенностью), характерными для данного периода развития растения.

Из представленного рисунка видно, что содержание антоцианов в опытном образце растения в весенний и летний периоды меньше, чем в контрольном. Кроме того, сезонно-зависимая кривая имеет еще один неярко выраженный (по сравнению с первым) максимум в сентябре месяце.

В принципе, этот максимум можно принять как эффект радиации, так как он имеет место только для опытного образца. Можно предположить, что в этот период, когда окружающая среда характеризуется низким уровнем температуры и освещенности местности, ионизирующее излучение играло роль стимулятора и тем самым ускоряло синтез антоцианов. Другими словами, растение в этих условиях для синтеза антоцианов могло использовать энергию ионизирующего излучения.

В заключение, говоря о роли повышенного радиационного фона в процессе накопления антоцианов, следует заметить, что если ионизирующее излучение в весенний и летний периоды активной вегетации слегка подавляло, то в осенний период оно слегка усиливало синтез этих пигментов.

Исследование сезонно-зависимого изменения содержания флавоноидов. Известно, что флавоноиды играют значи-

мую роль в адаптации растений к различным родам стрессовых нагрузок. Имеются достаточные данные, подтверждающие то, что образование и накопление флавоноидов являются процессом, меняющимся под действием различных внешних факторов. В частности, условие произрастания растения и цвет может играть существенную роль в биосинтезе флавоноидов [9, 10].

Полученные нами данные по содержанию флавоноидов в двух органах *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) в разных фазах вегетационного периода представлены на рис. 2.

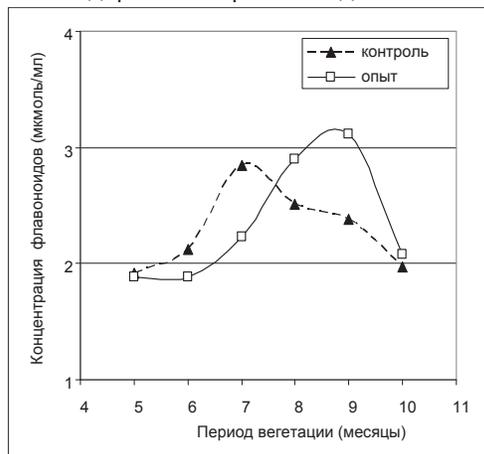
Как видно из этого рисунка, в количестве флавоноидов во всех периодах активной вегетации имеются определенные различия. Точнее, в контрольном образце растения в период бутонизации наблюдается наибольшее количество флавоноидов. Далее их содержание уменьшается и становится минимальным в осенней вегетации.

Для растения, произрастающего в зоне хронического облучения ионизирующего излучения, наблюдается иной характер накопления флавоноидов, так как для опытного растения способность накопления по фенофазам становится интенсивным в июле, т.е. в фазе плодоношения.

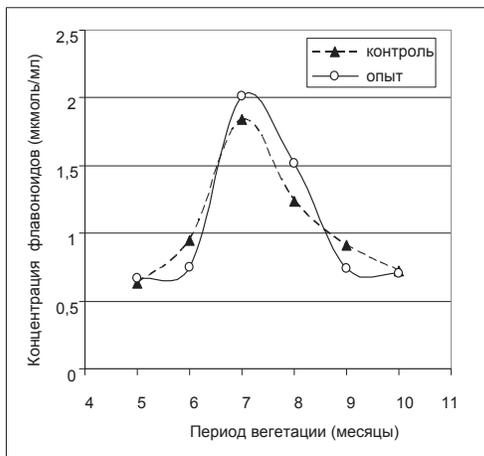
Из представленных данных можно заметить, что хроническое облучение слегка усиливало синтез этих пигментов как в листьях, так и в цветках исследуемого растения. При этом в листьях под действием ионизирующего излучения, кроме того, произошло смещение пика максимального накопления флавоноидов в сторону осенней вегетации.

Из данных по накоплению флавоноидов в разных органах (в листьях и цветках) *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) видно, что оба органа этого растения имеют определенное количество флавоноидов и количество этих пигментов в листьях больше, чем в

цветках. Интерес вызывает тот факт, что листья как опытного, так и контрольного образца растения характеризуются большим содержанием флавоноидов.



а



б

Рис. 2. Сезонно-зависимое изменение количества флавоноидов в листьях (а) и в цветках (б) *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.) (мощность экспозиционной дозы на опытном участке составляла ~ 350 мкР/час, а на контрольном – 10 мкР/час)

Следует отметить, что экспериментальные данные по динамике накопления флавоноидов в период вегетации, полученные разными авторами, отличаются. Причиной этого являются то, что в

экспериментах были исследованы разные растения, вегетационные периоды и условия произрастания для разных растений были разными. По этой причине в одном случае эти пигменты максимально накопились в фазе цветения, а в другом – в фазе плодоношения.

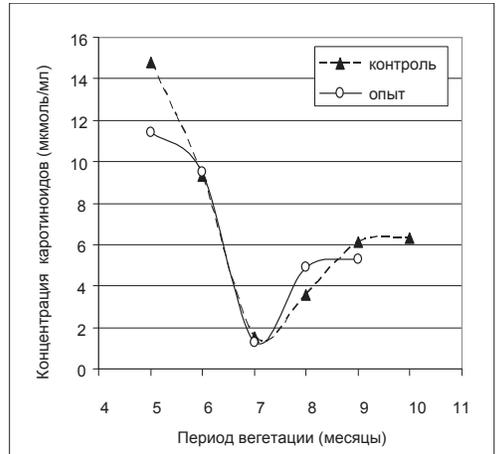
Исследование сезонно-зависимого изменения содержания каротиноидов.

Известно, что каротиноиды образуются в начале развития растений и интенсивно накапливаются в период их активного произрастания [11, 12]. Показано, что количество этих пигментов резко уменьшается в условиях засухи [13]. По мнению авторов работы [14], разрушение хлорофиллов определяет осенний оттенок растений. Авторы утверждают, что этот период характерен не только разрушением зеленых пигментов. При этом желтые пигменты – каротиноиды также претерпевают структурное разрушение.

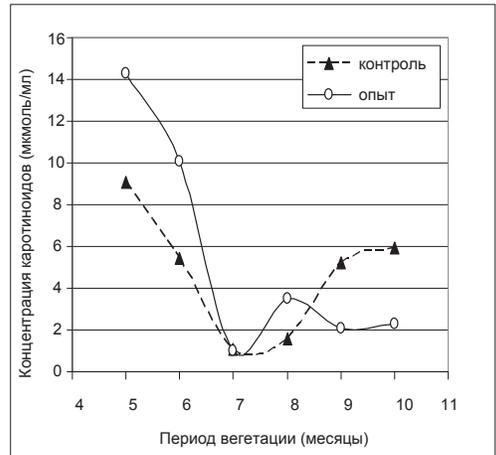
Есть факты, согласно которым желтые пигменты выполняют функцию светонакопителя и тем самым оберегают растения от губительного действия света [15]. А некоторые авторы предполагают, что каротиноиды являются пигментами, обеспечивающими толерантность растений в условиях разного рода загрязнителей окружающей среды [16].

Полученные нами данные по содержанию каротиноидов в листьях и цветках *Alhagi pseudalhagi* (*Bieb.*) представлены на рис. 3.

Как видно из результатов, содержание каротиноидов в обоих органах растения в ранневесенней вегетации (в период активного произрастания растения) существенно выше. А в период летней вегетации количество желтых пигментов значительно уменьшается. Что касается изменения содержания желтых пигментов в осенний период вегетации, то следует заметить, что при этом как в контрольном, так и в опытном образцах замечается не-



а



б

Рис. 3. Сезонно-зависимое изменение количества каротиноидов в листьях (а) и в цветках (б) *Alhagi Pseudalhagi* (*Bieb.*) (мощность экспозиционной дозы на опытном участке составляла ~ 350 мкР/час, а на контрольном – 10 мкР/час)

большое увеличение количества каротиноидов.

Предполагаем, что эти изменения с большой вероятностью связаны с увеличением защитной функции пигментов. Так как в этот период для многих растений, в том числе и для *Alhagi pseudalhagi* (*Bieb.*), останавливается накопление биомассы и экстремальные факторы окружающей

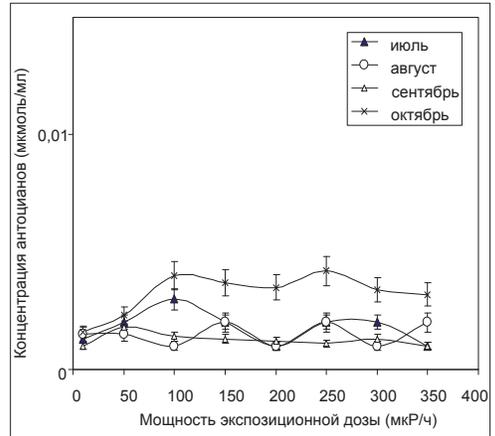
среды выражаются еще ярче. Тем самым растения, защищаясь от негативных факторов, стараются мобилизовать свой внутренний потенциал, что, в свою очередь, отражается в увеличении содержания каротиноидов.

Выражать довольно определенное мнение о роли ионизирующей радиации в этом процессе трудно. Так как, если в ранневесенней вегетации в листьях излучение слегка подавляет синтез каротиноидов, то в цветках в условиях хронического облучения усиливается их синтез. А в период осенней вегетации под действием ионизирующего излучения как в листьях, так в цветках подавляется синтез этих пигментов.

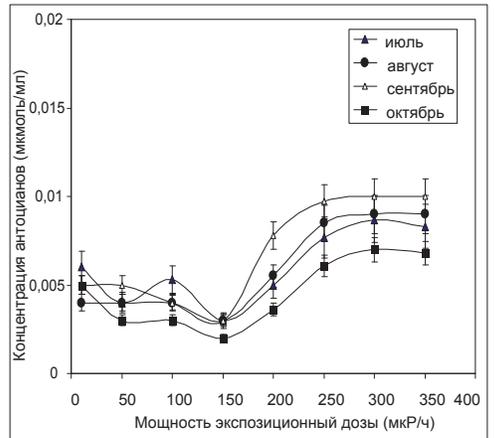
Следующим этапом наших исследований являлось изучение радиационно-зависимого изменения содержания исследуемых пигментов в *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.). Исследовали образцы растения, произрастающие в разных загрязненных участках. Эти участки имели радиационный фон по мощности экспозиционной дозы 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 мкР/час.

Исследование радиационно-зависимого изменения содержания антоцианов. На рис. 4 представлены данные по содержанию антоцианов в двух различных органах *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.) при различных значениях мощности экспозиционной дозы.

Из рисунка видно, что для листьев исследуемого растения в радиационно-зависимой кривой не существует заметного различия в содержании антоцианов. Исключение составляет осенняя вегетация, для которой количество антоцианов слегка увеличивается при мощности дозы от 100 до 350 мкР/час. А небольшие изменения в других фазах развития растений находятся в пределах ошибки эксперимента.



а



б

Рис. 4. Радиационно-зависимое изменение содержания антоцианов в листьях (а) и в цветках (б) *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.)

Иная картина характерна для содержания антоцианов в цветках этого растения. При этом содержание антоцианов в цветках растения при мощности дозы от 10 до 150 мкР/час практически не меняется. А при мощности от 150 до 350 мкР/час их содержание во всех фазах развития растения заметно увеличивается. Можно предположить, что большие дозы хронического облучения для этого растения являются неблагоприятным условием.

Поэтому растение, своеобразно сопротивляясь такому стрессовому воздействию, увеличивает синтез антоцианов как один из антиоксидантов защитной системы.

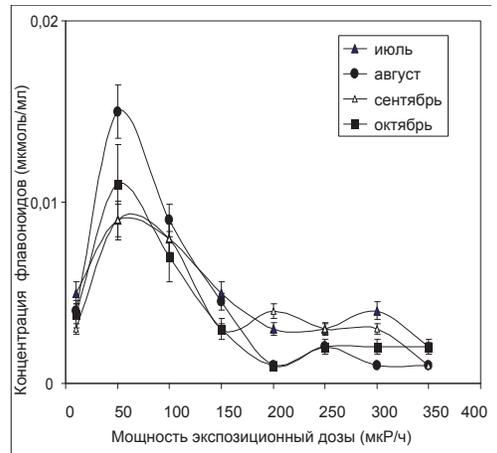
Исследование радиационно-зависимого изменения содержания флавоноидов. Понятно, что одним из факторов окружающей среды, вызывающих изменение содержания флавоноидов, может быть радиационное воздействие. В работе Е.П. Храмовой [17] рассмотрены особенности накопления флавоноидов в условиях радиоактивного загрязнения растениями пятилистника кустарникового. Показано, что в надземных органах растения в ответ на радиационное воздействие синтезируются повышенное содержание флавоноидов.

Результаты экспериментов по радиационно-зависимому изменению содержания флавоноидов, полученных нами, представлены на рис. 5.

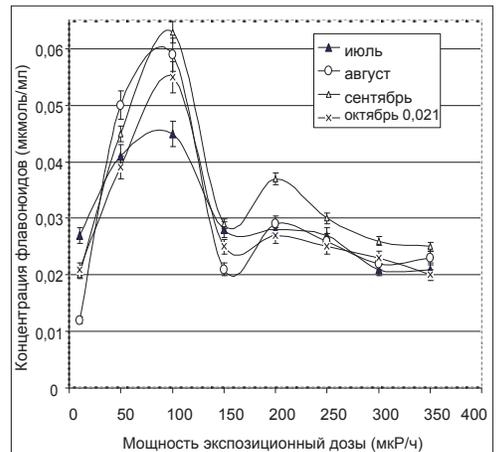
Как видно из этого рисунка, для флавоноидов характерно ярко выраженное радиационно-зависимое изменение. При малых дозах облучения (от 10 до 150 мкР/час) ионизирующее излучение играет роль стимулятора для синтеза пигмента как в листьях, так и в цветках растения. Другими словами, если ионизирующее излучение при малых значениях мощности экспозиционной дозы в условиях хронического облучения способствует процессам образования этих пигментов, то при больших дозах оно подавляет синтез этого вещества. Другими словами, общее количество флавоноидов в обоих органах этого растения имеет тенденцию к снижению от низких доз к дозам высоким.

При этом имеет место также незначительное увеличение количества пигментов в цветках растения в области доз от 150 до 250 мкР/час.

Исследование радиационно-зависимого изменения содержания каротиноидов. Результаты экспери-



а

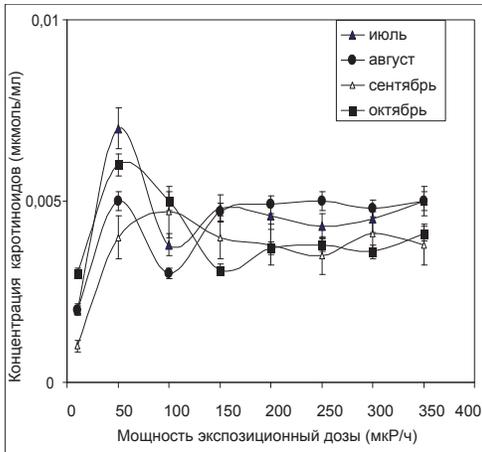


б

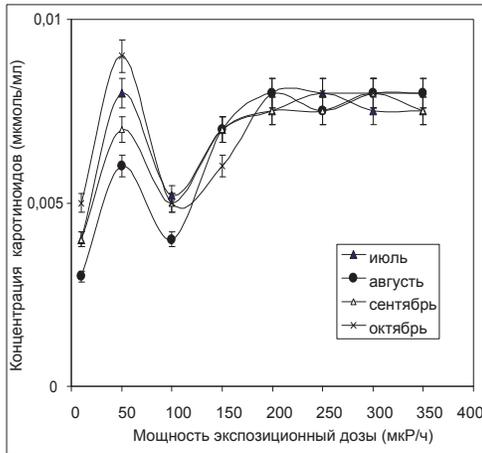
Рис. 5. Радиационно-зависимое изменение количества флавоноидов в листьях (а) и в цветках (б) *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.)

ментов по содержанию каротиноидов в двух различных органах *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) при разных значениях мощности экспозиционной дозы представлены на рис. 6.

Поведение каротиноидов при хроническом облучении растения похоже на поведение флавоноидов. При этом в малых дозах, как и в случае флавоноидов, в их со-



а



б

Рис. 6. Радиационно-зависимое изменение количества каротиноидов в листьях (а) и в цветках (б) *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.)

держании наблюдается максимум. Другими словами, под действием ионизирующего излучения синтез каротиноидов заметно увеличивается при малых дозах. А при больших дозах, в отличие от флавоноидов, большое количество этих пигментов сохраняется до 350 мкР/час.

Выводы

Обобщая эти результаты, трудно высказать определенное мнение о меха-

низме действия инкорпорированных радионуклидов на синтез пигментов. Однако можно сделать вывод о том, что стимулирующий эффект малых доз ионизирующей радиации может проявляться в разных фазах развития. При этом возможна также адаптация растений к хроническому воздействию облучения.

Список литературы

1. Ghosal S., Srivastava R. S. Chemical investigation of *Alhagi pseudalhagi* desv.: β - phenethylamine and tetrahydroisoquinoline alkaloids. // Journal of Pharmaceutical Sciences. – 1973. – № 62. – Issue 9. – P.1555 – 1556.
2. Jafarov E. S. The radioecological problems created in the Absheron peninsula by the oil extraction and production. In: Radiation safety problems in the Caspian region. – Baku, 2003. – P. 50.
3. Sims D. A. and Gamon J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. // Remote Sensing of Environment. – 2002. – № 81. – P. 337–354.
4. Ломбаева С.С., Танжева Л.М., Оленников Д.Н. Методика количественного определения суммарного содержания флавоноидов в наземной части Ортилии однобокой (*Orthilia sekunda* L. House) // Химия растительного сырья. – 2008. – № 2. – P. 65–68.
5. Чуб В. Для чего нужны антоцианы. // Цветоводство. – 2008. – № 6. – С. 22–25.
6. Харбори Дж., Симмондс Н.У. Распространение фенольных агликонов в природе. Биохимия фенольных соединений. – М.: Наука, 1968. – 112 с.
7. Запроматов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. – М.: Наука, 1974. – 123 с.
8. Дейнека В. И., Григорьев А. М., Староверов В.М., Сиротин А.А. // Химия природных соединений. – 2003. – № 4. – С. 324–325.
9. Харбори Дж. Введение в экологическую биохимию. – М.: Наука, 1985. – 311 с.
10. Grisebach H. Biosynthetic patterns on microorganisms and higher plants // Journal of basic microbiology. – 1968. № 8. – Issue 5. – P.479–480.
11. Beck W.A., Redman R. Seasonal variations in the production of plant pigments. // Plant Physiol. – 1940. – № 15. – P. 81 – 94.
12. Sprague H.B., Curtis N. Chlorophyll Content as an index of the productive capacity of selfed lines of Corn and their hybrids. // J. Amer. Soc. Agronom. – 1933. – № 25, – P.709–724.

13. Virtanen A.I., Hausen S.V., Saastamoinen S. Untersuchungen über die vitaminbildung in pflanzen. // J. Biochem. Zeitschr. – 1933. – № 267. – P. 179–191.
14. Euler H., Demole V., Weinhagen A., Karrer P. Weitere Beobachtungen über die beziehungen des wachstumsfaktors zum Carotin. Helv. // Chim. Acta. – 1981. – №14. – Issuse 4. – P.831–833.
15. Гапоненко В. И., Шамаль Н. В. Физиолого-биохимические особенности растений ячменя и люпина при действии ионизирующей радиации и засухи // Тезисы докладов межд. конф. «Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды». – Сыктывкар, 2006. – С. 152.
16. Мокронос А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука. –1981. – 196 с.
17. Храмова Е. П. Особенности накопления флавоноидов у растений в условиях радиоактивного загрязнения // Вопросы радиационной безопасности. – 2006. – № 4. – С. 13–21.

Представлена В.А. Кунахом
Поступила 15.11.2012

ЗМІНА ВМІСТУ ФЛАВОНОЇДІВ,
КАРОТИНОЇДІВ І АНТОЦΙΑНІВ
ALHAGI PSEUDALHAGI (БІБ.)
В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ
ПРИРОДНИМИ РАДІОНУКЛІДАМИ

Е.С. Джафаров¹, Г.А. Годжаєва¹, Г.Г. Бабаєв²,
Дж.Р. Оруджева¹

¹ Інститут Радіаційних Проблем НАН
Азербайджану
Азербайджан, AZ 1143, м. Баку, вул. Б. Вагаб-
заде, 9

² Інститут Ботаніки НАН Азербайджану
Азербайджан, AZ 1143, м. Баку, вул. Б. Вагаб-
заде, 9
e-mail: e_dzhafarov@rambler.ru

Мета. Метою даної роботи було дослідити як динаміку сезонного накопичення, так і радіаційно-залежну зміну змісту флавоноїдів, антоціанів та каротиноїдів у листках і квітках *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.), що зростає на забрудненій різними радіонуклідами ділянці. **Методи.** Були використані радіодозиметричні, γ -спектрометричні та спектрофотометричні методи дослідження. **Результати.** Показано, що накопичення цих пігментів у різних органах рослини є динамічним процесом і їх зміст змі-

нюється як в процесі онтогенезу, так і при дії різних факторів навколишнього середовища. **Висновки.** Стимулюючий ефект низьких доз іонізуючої радіації може виявлятися в різних фазах розвитку. При цьому можлива також адаптація рослин до хронічного впливу опромінення.

Ключові слова: *Alhagi pseudalhagi*, підвищений радіаційний фон, пігменти, сезонне і доза-залежне накопичення.

CHANGES IN THE CONTENT OF FLAVONOIDS, CAROTENOIDS AND ANTHOCIANINS OF *ALHAGI PSEUDALHAGI* (BIEB.) IN CONDITIONS OF CHRONIC IRRADIATION BY NATURAL RADIONUCLIDES.

E. S. Dzhafarov¹, G. A. Gojajeva¹, G. G. Babayev², J. R. Orujova¹

¹ Institute of Radiation Problems of NAS Azerbaijan
Azerbaijan, AZ 1143, Baku, B. Vagabzade st., 9

² Institute of Botany of NAS Azerbaijan
Azerbaijan, AZ 1143, Baku, B. Vagabzade st., 9
e-mail: e_dzhafarov@rambler.ru

Aim. Aim of this work was both to study the dynamics of seasonal accumulation and radiation-dependent changes in the content of flavonoids, anthocianins and carotenoids in the leaves and flowers of *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.), vegetating on the area contaminated by various radionuclides. **Methods.** There were used radiodozimetric, γ -spectrometric and spectrophotometric methods. **Results.** It was demonstrated that these pigments accumulation in various plant organs appears to be the dynamic process with their content being varied both during ontogenesis and upon effect of various environment stimuli. **Conclusions.** Stimulating effect of low doses of ionizing radiation can occur in different phases of development. In this case, it is also possible adaptation of plants to chronic exposure to radiation.

Key words: *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.), high radiation background, pigments, seasonal and dose-dependent accumulation.