

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
RADİASİYA PROBLEMLƏRİ İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

GÜNEL ƏMİRASLAN qızı QOCAYEVA

**RADİONUKLİDLƏRLƏ YÜKSƏK DƏRƏCƏDƏ
ÇİRKƏNMIŞ ƏRAZİDƏ BİTƏN *ALHAGİ PSEUDALHAGİ*
BİTKİSİNDƏ ANTIOKSİDANT MADDƏLƏRİN DƏYİŞMƏ
DİNAMİKASI**

2418.01 – Radiobiologiya

**Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

B A K I - 2018

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbərlər:

biologiya elmləri doktoru
biologiya elmləri namizədi

E.S.Cəfərov
H.Q.Babayev

Rəsmi opponentlər:

AMEA–nın müxbir üzvü, fizika-riyaziyyat
elmləri doktoru, professor
Biologiya üzrə elmlər doktoru, dosent

O.K.Qasımov
S.Q.Güləhmədov

Aparıcı təşkilat:

AMEA Botanika İnstitutunun “Bitkilərin fizioloji ekologiyası”
laboratoriyası

Dissertasiyanın müdafiəsi “___” _____ 2018 – ci il tarixində saat
“___” - da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri
İnstitutunun nəzdində D.01.221 İxtisaslaşdırılmış Dissertasiya Şurasının
iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1143, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə - 9

Dissertasiya işi ilə AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutunun
kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “___” _____ 2018 –ci ildə göndərilmişdir.

D.01.221 İxtisaslaşdırılmış Şuranın elmi katibi,
kimya üzrə elmlər doktoru, professor

T.N. Ağayev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Ayrı-ayrı illərdə aparılmış tədqiqat işlərinin nəticələri radionuklidlərlə bu və ya digər dərəcədə çirkənlənmiş ərazilərin yaratdığı kiçik dozalı ionlaşdırıcı şüalanmanın bioloji təsirinin kifayət qədər mürəkkəb xarakterli olmasını söyləməyə əsas verir. Bəzi tədqiqatçıların fikrincə, radiasiyanın təsiri (əsasən də xroniki təsiri) bitkilərdə müəyyən uyğunlaşma əlamətləri formalaşdırır və bitkilər yüksək radiasiya davamlılığı nümayiş etdirməklə, belə təsiri özünəməxsus formada azaltmağa çalışır [*Серебряный, 303, 2001*]. Radiasiyanın təsirinə uyğunlaşma əlamətlərini hüceyrə zədələnmələrini bərpa etmək qabiliyyətinə malik DNT reparasiyasının induksiyalı sistemlərinin fəallaşması ilə də əlaqələndirirlər [*Куликов и др., 1991*]. Fərz edilir ki, bu zaman bölünməyən hüceyrələrin norma üzrə mitotik tsiklə daxil olması da mümkündür ki, nəticədə zədələnmiş hüceyrələr qısa bir zamanda zədələnməmişlərə əvəz oluna bilər [*Серебряный, 303, 2001*].

Qeyd edək ki, ionlaşdırıcı şüalanmanın bitkilərə təsirinə dair məlumatların bəzi hallarda bir-biri ilə ziddiyyət təşkil etməsinə baxmayaraq, kiçik dozalı radiasiyanın konkret şəraitlərdə bitkilərin boyatma və inkişafını stimullaşdırma bilməsi faktının aşkar olunması da bu sahədə əldə edilən nailiyyətlərdəndir [*Кущин, 1995*]. Bu qəbildən olan tədqiqatların müəllifləri hesab edirlər ki, boyatma və inkişafın sürətlənməsi, ilk növbədə, fotosintez, transpirasiya, zülal sintezi və s. də daxil olmaqla, müxtəlif fizioloji və biokimyəvi proseslərin stimullaşması ilə əlaqədardır [*Wang et al., 2004*]. Bu proseslərdə bitkilərin antioksidant müdafiə sisteminin antioksidant fermentlərinin *de novo* sintezi reaksiyasının və yaxud da onların aktivliklərinin dəyişməsinə səbəb olan reaksiyaların işə düşmə bilməsini məqbul hesab edənlər də vardır [*Taylor, 1982*].

Bütün bu deyilənlərə baxmayaraq, bitkilərin radiasiyanın təsirinə davamlılığı və bəzi fizioloji və biokimyəvi proseslərin radiasiyanın təsiri ilə stimullaşması mexanizmi hələ də dəqiqliyi ilə öyrənilməmişdir. Bu prosesdə antioksidant müdafiə sisteminin (AMOS –un) antosianlar, flavonoidlər və karotinoidlər kimi kiçik molekullu komponentlərinin roluna dair elmi nəticələr isə, demək olar ki, yoxdur. Bu səbəbdən də, adı çəkilən problem hələ də həm fundamental, həm də tətbiqi tədqiqatlar üçün aktual olaraq qalmaqdadır.

Dissertasiya işində, deyilənlər nəzərə alınaraq, yüksək radioaktivlikli lokal çirklənmə zonalarından birinin ərazisində - Ramana Yod zavodunun istehsalat sahəsində yabanı formada yetişən və adı çəkilən ərazidə geniş yayılaraq radiasiyanın xroniki təsiri şəraitində “rahat” inkişaf edən dəvətikanı (və ya yağlıtikan) kimi tanınan *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.) bitkisinin radiorezistentlik xüsusiyyətləri bu bitkinin antioksidant müdafiə sisteminin kiçik molekuldu qeyri-fermentativ antioksidantlarının miqdar dəyişmələri əsasında tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi və qarşıya qoyulan məsələlər. Dissertasiya işinin əsas məqsədi yüksək radiasiya fonunun xroniki təsiri şəraitində yabanı formada yetişən *Alhagi Pseudalhagi* (Bieb.) bitkisinin radiorezistentlik xüsusiyyətinin bitkinin antioksidant müdafiə sisteminin karotinoidlər, flavonoidlər və antosianlar kimi kiçikmolekuldu elementlərinin miqdar dəyişmələri əsasında öyrənilməsi olmuşdur. Məqsədin reallaşması üçün aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

1. Dəvətikanı bitkisinin ayrı - ayrı orqanlarında karotinoidlərin, flavonoidlərin və antosianların toplanma dinamikasının tədqiqi və bu prosesdə radiasiya amilinin rolu;

2. Dəvətikanı bitkisinin ayrı - ayrı inkişaf mərhələlərində karotinoidlərin, flavonoidlərin və antosianların toplanma dinamikasının tədqiqi və bu prosesdə radiasiya amilinin rolu;

3. Dəvətikanı bitkisinin yarpaq və çiçəklərində karotinoidlərin, flavonoidlərin və antosianların fəsildənəsilə toplanma dinamikasının tədqiqi və bu prosesdə radiasiya amilinin rolu;

4. Dəvətikanı bitkisinin yarpaq və çiçəklərində karotinoidlərin, flavonoidlərin və antosianların ərazidə radioaktiv şüalanmanın ekspozisiya dozasının gücündən asılı toplanma dinamikasının tədqiqi.

İşin elmi yeniliyi. Dissertasiya işində, ilk dəfə olaraq, radiasiyanın xroniki təsiri şəraitində yetişən dəvətikanı bitkisinin antioksidant müdafiə sisteminin oksidantların zərərsizləşdirilməsi prosesində fəaliyyəti öyrənilmişdir. Antioksidant müdafiə sisteminin fəaliyyəti onun kiçikmolekuldu komponentlərinin dəyişmə dinamikası əsasında tədqiq edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, dəvətikanı bitkisi ionlaşdırıcı şüalanmanın təsirinə özünəməxsus şəkildə rezistentlik göstərir ki, nəticədə bitkidə bir sıra adaptiv - uyğunlaşma əlamətləri formalaşır. Adaptiv - uyğunlaşma əlamətləri karotinoidlər, flavonoidlər və antosianlar kimi bioloji aktiv

maddələrin əmələ gəlməsinə səbəb olan struktur dəyişmələri ilə müşayiət olunur. Müəyyən edilmişdir ki, flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin əmələ gəlməsi və bitkinin müxtəlif orqanlarında toplanması bitkinin ontogenezində və radiasiya amilinin təsiri şəraitində dəyişən prosesdir.

Aydın olmuşdur ki, ionlaşdırıcı şüalanma aktiv vegetasiyanın bir mərhələsində pıqmentlərin sintezinə inqibirləşdirici təsir göstərdiyi halda, digər mərhələsində bu prosesi sürətləndirməklə, ona stimullaşdırıcı təsir göstərə bilər. Həm ingibirləşdirici, həm də stimullaşdırıcı təsir radioaktiv şüalanmanın udulma dozəsindən asılı olur.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Ətraf mühitin abiotik təsirlərinin ayrılıqda və ya onların bir neçəsinin birləşmə təsiri mədəni bitkilər üçün böyük iqtisadi itkilərlə müşayiət olunan məhsuldarlığın aşağı düşməsinə, yabani bitkilər üçün isə biomüxtəlifliyinin azalmasına səbəb olur. Bu səbəbdən də, bitkilərin abiotik amillərin zədələyici təsirinə adaptasiya mexanizmlərinin tədqiq edilməsi mühüm praktiki və elmi əhəmiyyət kəsb edir. Konkret olaraq, işdə alınmış nəticələrin praktiki əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, bu nəticələrin əsasında bioloji aktiv maddələrin maksimal toplanma periodunu, bitkinin bu maddələrlə daha çox zəngin olan morfoloji orqanını müəyyənləşdirmək və həmin orqanda ətraf mühit amillərinin bu maddələrin toplanmasına təsir xüsusiyyətlərini araşdırmaq mümkün olacaqdır.

Bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri, əlavə olaraq, AOMS -un kiçik molekullu komponentlərinin miqdar göstəriciləri əsasında radiasiyaya davamlı bitki növlərini müəyyənləşdirməyə imkan verməklə yanaşı, həm də ətraf mühit amillərinin təsiri ilə bioloji aktiv maddələrin toplanması prosesinin reqlulyasiya edilməsi yolunda geniş perspektivlər açacaqdır.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

- bitkinin radioaktiv şüalanmanın kiçik dozalarda təsirinə yüksək dayanıqlılığı fenollu birləşmələrin ümumi miqdarı ilə korrelyasiya edilir;
- flavonoid, antosian və karotinoid sintezi və onların ayrı-ayrı orqanlarda toplanması bitkinin ontogenezində və radiasiyanın təsiri şəraitində dəyişən prosesdir;
- bu bitkinin radiasiyanın xroniki təsirinə adaptasiyasını təmin edən kiçikmolekullu antioksidant potensialı stress amilinin təsiri ilə dəyişə bilən dinamik prosesdir;
- kimyəvi təbiətinə, biosintez yolunun müxtəlifliyinə və hüceyrə-daxili lokalizə olunmasına görə əsaslı surətdə fərqlənən, lakin *in vivo*

oxşar spektral xüsusiyyətlərə malik olan flavonoidlər, antosianlar və karotinoidlər radiasiya stressi şəraitində bitkinin uzunmüddətli adaptasiyasının təmin olunmasında oxşar rola malik olurlar;

- radioaktiv şüalanma aktiv vegetasiyanın bir mərhələsində bu piqmentlərin sintezinə inqibirləşdirici təsir göstərdiyi halda, digər mərhələsində bu prosesi sürətləndirməklə, ona stimullaşdırıcı təsir göstərə bilər. Həm ingibirləşdirici, həm də stimullaşdırıcı təsir radioaktiv şüalanmanın udulma dozasından asılı olur.

İşin aprobeasiyası. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı respublika və beynəlxalq konfranslarda dinlənilmiş və onların materiallarında dərc olunmuşdur:

- "Radiasiya və ətraf mühüt" Respublika konfransı, Bakı, 2010; "Radiasiya tədqiqatları və onların praktiki aspektləri" VIII Respublika konfransı, Bakı, 2013; "Nüvə enerjisinin gələcəyin enerji təminatında rolu" Beynəlxalq konfrans, Bakı, 2008; "Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi perspektivləri" Beynəlxalq konfrans, Bakı, 2009, 2010, 2011, 2012; VII International Eurasian Conference "Nuclear science and its application", Bakı, 2014;

- "IV Всероссийская Баховская Конференция по радиационной химии", Москва, 2005; "Актуальные проблемы токсикологии и радиобиологии", Санкт - Петербург, 2011; X Международная научная конференция студентов и молодых ученых "Шевченковская весна - 2012, Биологические науки", Киев, 2012; Международная Конференция "Медико-биологические проблемы действия радиации", Москва, 2012; International Conference "Nuclear science and its application", Samarkand, 2012; Международная Конференция "Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды", Сыктывкар, 2014; "VII съезд по радиационным исследованиям", Москва, 2014.

Nəşrlər. Tədqiqat materiaları əsasında dissertasiyanın əsas müddəalarını özündə əks etdirən 25 elmi əsər (8 məqalə, 17 tezis) dərc olunmuşdur.

Dissertasiyanın həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi "İxtisarlarnı siyahısı", 3 Fəsil və 319 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiyanın ümumi həcmi, 23 şəkil və 19 cədvəl də daxil olmaqla, 198 çap səhifəsini əhatə edir.

DİSSERTASIYA İŞİNİN QISA MƏZMUNU

Giriş hissədə dissertasiya mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və qarşıya qoyulan məsələlər müəyyən edilmiş, işin elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar şərh edilmişdir.

I Fəsil -də mövzuya aid ədəbiyyat materiallarının xülasəsi verilmiş, ionlaşdırıcı şüalanmanın bioloji təsir mexanizminə, bitkilərin radiasiyanın təsirinə davamlılığına və onlarda belə təsirə qarşı adaptiv cavabın formalaşmasına dair mövcud fikirlər təhlil edilmişdir. Bu fəsildə həm də stress şəraitlərdə oksigenin aktiv formalarının yaranma səbəblərinə və radiasiyanın xroniki təsiri şəraitində hüceyrə “zədələnmələrini” reparasiya edən antioksidant müdafiə sisteminin fəaliyyətinə dair məlumatlar verilmişdir.

Dissertasiya işinin təcrübi hissəsinə həsr olunmuş **II Fəsil** - də təcrübə sahəsinin və tədqiqat obyektinin seçilməsi əsaslandırılmış, istifadə olunan cihaz və tədqiqat metodlarının şərh verilmişdir.

Təcrübələr üçqat bioloji və beşqat analitik təkrarlanma yolu ilə aparılmışdır. Nəticələr variasiya statistikasının standart metodları ilə statistik işlənmişdir. Kontrol və təcrübə sahələrinə dair alınmış nəticələrin fərqi *Styudentin t* - meyarı əsasında qiymətləndirilmişdir [*Лажкин, 1990*]. Dürüstlük $|t| > 2$ ($p < 0.05$) şərtini ödəmişdir.

III Fəsil alınmış nəticələrə və onların izahına həsr olunmuşdur.

III.1. Flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin dövətikanı bitkisinin ayrı - ayrı inkişaf mərhələlərində toplanma dinamikasına radioaktiv şüalanmanın təsirinin tədqiqi

III.1.1. Flavonoidlər. Qeyd edək ki, bitkilərdə bioloji aktiv maddələrin, o cümlədən də flavonoidlərin sintezi və onların ayrı-ayrı bitki orqanlarında toplanma xüsusiyyətləri ontogenez müddətində dəyişən və həm bitkinin növündən, həm də çoxlu sayda ətraf mühit amillərindən asılı olan dinamik prosesdir. Dövətikanının inkişafının ayrı-ayrı fazalarında flavonoidlərin toplanma və radiasiyanın təsiri ilə dəyişmə xüsusiyyətlərinə dair aldığımız nəticələr bu bitkinin həm kontrol, həm də təcrübə nümunələrində vegetasiya periodu ərzində flavonoidlərin miqdarında aşkar mövsümi dəyişmə dinamikasının olmasını göstərir (şəkil 3.1). Belə ki, bitkinin kontrol nümunəsində flavonoidlərin miqdarı cücərmə fazasından

qönçələnmə fazasına keçid zamanı 2.12 % -dən artaraq maksimal 2.84 % həddə çatır, sonra çiçəkləmə fazasında 2.51 % -ə qədər azalır, meyvəmələgətirmə fazasında daha da azalır (2.38 %), meyvəmələgətirmənin sonunda isə minimal həddə (1,97 %) olur.

Dəvətikanın radiasiyanın xroniki təsirinə məruz qalmış nümunəsinin isə inkişaf fazaları üzrə flavonoid toplama qabiliyyəti meyvə əmələgətirmə fazasında daha qabarıq şəkildə özünü biruzə verir. Bu zaman bitkidə intensiv flavonoid toplanması baş verir. Maraqlı kəsb edən faktlardan biri də təcrübə bitkisinin maksimal flavonoid toplanmasının vegetasiya periodunun sonuna tərəf sürüşməsidir. Belə ki, kontrol bitki nümunəsində maksimal flavonoid toplanması qönçələnmə fazasına düşdüyü halda, təcrübə bitkisinin o, meyvəmələgətirmə fazasına düşür. Digər maraqlı faktlardan biri də cücərmə və qönçələnmə fazalarında radiasiyanın flavonoid sintezinə ingibirləçdirici təsir göstərməsi, çiçəklənmə və meyvəmələgətirmə fazalarında isə, əksinə, stimullaşdırıcı təsir göstərməklə flavonoid sintezini sürətləndirməsidir.

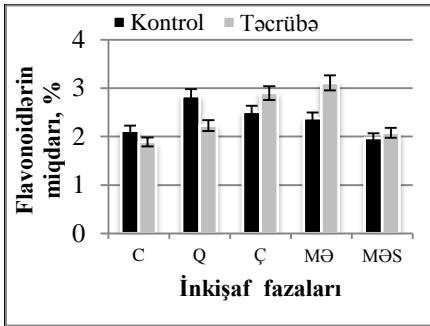
III.1.2. Antosianlar. Qeyd edək ki, müxtəlif sisteməlik qruplara aid olan bitkilərin stress təsirlərdən mühafizəsində piqmentlərin rolunun aydınlaşdırılması radiobiologiyanın aktual məsələlərindəndir və onların toplanma və stressdənəsilə dəyişmə dinamikasının öyrənilməsi bu sahədə prioritet olan istiqamətlərdəndir.

Antosianların dəvətikani bitkisinin ayrı - ayrı inkişaf mərhələlərində toplanma dinamikasına radioaktiv şüalanmanın təsirinin tədqiqinə dair aldığımız nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, bu bitkinin yerüstü hissəsində antosianların toplanmasında həm mövsümi, həm də radiasiya stressi əmilindən aydın əsirlilik mövcuddur. Bu əsirlilik özünü daha çox inkişaf fazalarında göstərir. Belə ki, inkişafın ilkin mərhələsindən başlayaraq antosianların miqdarı artır və çiçəklənmə fazasında maksimal həddə çatır. Bu fazada bitkinin kontrol nümunəsində antosianların miqdarı əvvəlki cücərmə və qönçələnmə fazaları ilə müqayisədə, uyğun olaraq, 7.6 və 3.3 dəfə çox olur. İnkişafın sonrakı meyvəmələgətirmə və meyvəmələgəlmənin sonu fazalarında isə antosianların miqdarında müntəzəm azalmalar müşühidə edilir (şəkil 3.2).

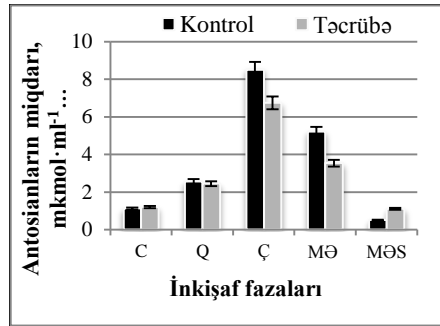
Radiasiyanın xroniki təsir şəraitində formalaşan dəvətikanda da antosianların miqdarı təxminən eyni formada mövsümi dəyişməyə məruz qalır. Aşkar olunmuş digər faktlardan biri isə radioaktiv şüalanmanın bitkinin həm ilkin cücərmə və qönçələnmə fazalarında, həm də

meyvəmələgəlmənin sonu fazasında antosianların miqdarına təsir göstərə bilməməsidir. Çiçəkləmə və meyvəmələgətirmə fazalarında isə bitkinin təcrübə nümunəsində antosianların miqdarı kontrolla müqayisədə az olur.

Hesab edirik ki, kiçik dozalı radioaktiv şüalanmanın xroniki təsirinə cavab olaraq, kiçik molekullu antioksidantların toplanması faktı həm bitkilərin bu təsərə davamlılığının artması, həm də onun dərman bitkisi kimi daha qiymətli olması kimi qəbul olunmalıdır.



Şəkil 3.1. Dəvətikanı bitkisinin yerüstü hissəsində flavonoidlərin fenofazalar üzrə toplanma dinamikası



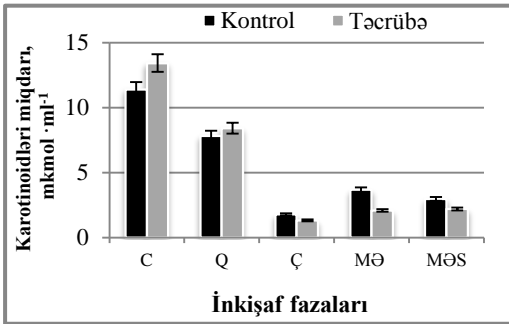
Şəkil 3.2. Dəvətikanı bitkisinin yerüstü hissəsində antosianların fenofazalar üzrə toplanma dinamikası

Qeyd: Bu şəkillərdə və bundan sonrakı şəkillərdə bitkinin təcrübə nümunələrinə uyğun ərazilərdə şüalanmanın ekspozisiya dozasının gücü 350 mkR/saat olmuşdur və C, Q, Ç, MƏ, MƏS ilə, uyğun olaraq, bitkinin inkişafının cücərmə, qöncələmə, çiçəkləmə, meyvəmələgətirmə və meyvəmələşətmənin sonu fazaları göstərilmişdir.

III.1.3. Karotinoidlər. Bu gün formalaşmış fikrə əsasən bitkilərin ətraf mühitin əlverişsiz şəraitinə adaptasiyası həmin şəraitə cavab reaksiyası kimi başa düşülür. Bu halda bitkilərin həmin şəraitdə həyat fəaliyyətli qala bilməsi bir sıra amillərlə müəyyən olunur. Həmin amillər sırasında fotosintetik aparatın elementlərinin (o cümlədən karotinoidlərin) dəyişməsi heç də sonuncu yerlərdən birini tutmur [*Темпов и др., 2010*].

Karotinoidlərin dəvətikanının ayri - ayri inkişaf mərhələlərində toplanma dinamikasının öyrənilməsinə və bu toplanmaya radioaktiv şüalanmanın mümkün təsirinin tədqiqinə dair aldığımız nəticələrdən aydın olur ki, bu piqmentlərin miqdarında da mövsümdən asılı kəskin dəyişmə dinamikası mövcuddur (şəkil 3.3).

Bitkinin kontrol nümunəsində sarı pıqmentlərin miqdarı bu zaman ilkin cücərmə fazasında maksimal olmuş (11.41 mkmol/ml), sonra qönçələnmə fazasında 7.84 mkmol/ml - ə qədər azalmış və çiçəkləmə fazasında daha da azalaraq, minimal 1.79 mkmol/ml həddinə çatmışdır. İnkişafın növbəti mərhələlərində karotinoidlərin miqdarında artma, meyvəmələgətirmə fazasında isə kiçik maksimum müşahidə olunmuşdur. Deməli, bitkinin yerüstü hissəsində karotinoidlərin miqdarı yaz vegetasiyasında yüksək olur, yay vegetasiyasında onların miqdarında azalma, payız vegetasiyasında isə, əksinə, kiçik artma baş verir. Bitkinin təcrübə nümunəsində də çiçəkləmə fazasına qədər karotinoidlərin miqdarı kəskin azalmış, sonra isə kiçik artma baş vermişdir. Radiasiyanın təsiri bitkinin inkişafının ilkin fazalarında karotinoid sintezində cüzi artım yarada bilmiş, son fazalarda sarı pıqmentlərin sintezinə ingibirləşdirici təsir göstərərək onun miqdarının nəzərəcarpacaq azalmasına səbəb olmuşdur. Karotinoidlərin miqdarında baş verən dəyişmələri bitkinin ətraf mühitə uyğunlaşma əlaməti kimi qəbul etmək olar.



Şəkil 3.3. Dəvətikanı bitkisinin yerüstü hissəsində karotinoidlərin fenofazalar üzrə toplanma dinamikası

III.2. Flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin dəvətikanı bitkisinin ayrı - ayrı orqanlarında toplanma dinamikasına radioaktiv şüalanmanın təsirinin tədqiqi

III.2.1. Flavonoidlər. Tədqiqat işimizin bu hissəsində məqsəd dəvətikanının ayrı-ayrı orqanlarında flavonoidlərin toplanma və radiasiyanın təsiri ilə dəyişmə xüsusiyyətlərini öyrənmək olmuşdur. Təcrübələr bu pıqmentlərin daha çox olduğu qönçələnmə fazasında aparılmış və nəticələr kontrollu müqayisəli təhlil edilmişdir.

Nəticələr flavonoidlərin bitkinin bütün orqanlarında mövcud olmasını və onların bitki orqanları üzrə qeyri - bərabər paylanmasını göstərir (şəkil 3.4). Nəticələrdən həm də flavonoidlərin miqdarının bitkinin yerüstü orqanlarında köklə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olması aydın olur. Belə ki, bitkinin kontrol nümunəsinin yarpaqları yüksək miqdarda (3.05%), çiçəkləri nisbətən az (2.21 %), gövdəsi daha da az (1.97 %), toxumları isə ondan da az (1.13 %) flavonoidə malik olur. Bitkinin kökü isə toxumdan da az (~ 3 dəfə) miqdarda flavonoid ehtiyatına malik olur.

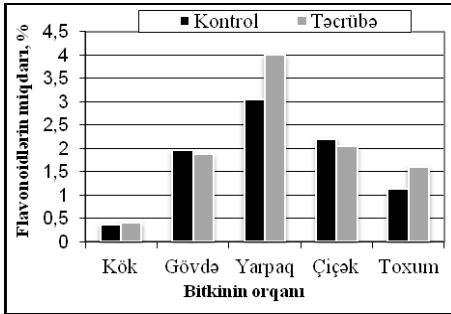
Bu və bundan əvvəlki paragrafda aldığımız nəticələrin əsasında “bu bitkidən yüksək flavonoid tərkibli dərman bitkisi kimi istifadə etmək istəyiriksə, optimal yığılma vaxtı olaraq, qönçələnmə və çiçəkləmənin başlanğıcı fazalarını götürmək və flavonoidlə daha zəngin orqan kimi isə yarpaqlardan istifadə etmək lazımdır” fikrini söyləmək olar. Dəvətikanının təcrübə nümunəsində flavonoidlərin ayrı-ayrı orqanlar üzrə paylanma xüsusiyyəti, kiçik kənaraxıxmalar nəzərə alınmasa, kontrol nümunədəki kimidir. Əsas fərqi ondan ibarətdir ki, radiasiyanın təsiri flavonoidlərin miqdarında yarpaqlarda nəzərəçarpacaq, toxumlarda isə kiçik artmaya səbəb olur.

Aldığımız nəticələrin praktiki əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, bunların əsasında bioloji aktiv maddələrin maksimal toplanma periodunu, bitkinin bu maddələrlə daha çox zəngin olan morfoloji orqanını müəyyənləşdirmək və həmin orqanda ətraf mühit amillərinin (bu halda radioaktiv şüalanmanın) bu qəbildən olan maddələrin toplanmasına təsir xüsusiyyətlərini araşdırmaq mümkündür.

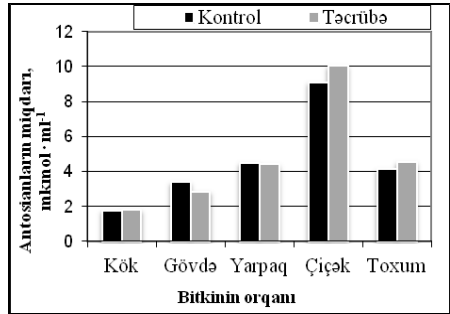
III.2.2. Antosianlar. Dəvətikanı üçün antosianların miqdarına dair aldığımız və şəkil 3.5-də təqdim edilmiş nəticələrdən aydın olur ki, bu bitkinin çiçəkləri maksimal (9.11 mkmol/ml), kökü isə minimal miqdarda (1.79 mkmol/ml) antosiana malik olur. Bitkinin yarpaq və toxumları isə təxminən eyni miqdarda (uyğun olaraq, 4.51 və 4.13 mkmol/ml) antosiana malik olur. Gövdədə isə bu piqmentlərin miqdarı 3.39 mkmol/ml həddində olur. Radioaktiv şüalanmanın xroniki təsiri şəraitində formalaşan dəvətikanında antosianların ayrı-ayrı orqanlar üzrə paylanma və hansısa orqanda toplanma xüsusiyyətləri kontrol nümunədən fərqlənmir.

Dəvətikanı bitkisinde flavonoid toplamaq qabiliyyəti ilə antosian toplamaq qabiliyyəti arasında müsbət korellasiyanın olması da xüsusi maraq kəsb edir. Sadəcə olaraq, fərq ondan ibarətdir ki, yarpaqlar

flavonoidləri, çiçəklər isə antosianları toplamaga daha çox meyllilik göstərirlər.



Şəkil 3.4. Qönçələnmə fəzasında dövətikanının ayrı - ayrı orqanlarında flavonoidlərin toplanma xüsusiyyəti



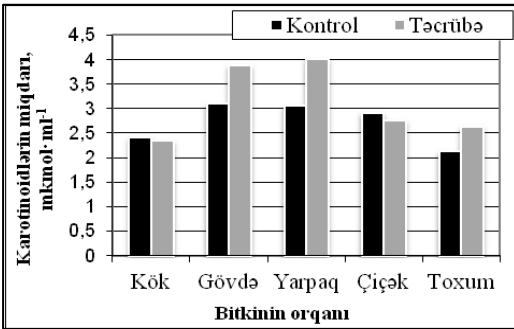
Şəkil 3.5. Qönçələnmə fəzasında dövətikanının ayrı - ayrı orqanlarında antosianların toplanma xüsusiyyəti

III.2.3. Karotinoidlər. Bu gün ətraf mühüt amillərinin dəyişməsinə bitkilərin ilkin reaksiyasının, başqa sözlə desək, onların yeni ekoloji şəraitə adaptasiya etmə dərəcəsinin xlorofil və karotinoidlərin miqdarında baş verən dəyişmələrlə müəyyən edilməsini sübut edən faktlar mövcuddur [*Ланун и др., 2007*]. Qeyd edək ki, abiotok faktorların karotinoidlər kimi antioksidantların biosintezinə və onların bitkilərdə toplanmasına təsirinin öyrənilməsi təkcə oksigenin aktiv formalarının təsirindən bitkilərin qorunması tədbirlərinin işlənilib hazırlanmasında deyil, həm də bitki ehtiyatlarından səmərəli istifadə və onların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində aparılan işlərdə istifadə edilə bilməsi yolunda geniş perspektivlər açaır.

Karotinoidlərə dair aldığımız nəticələrdən aydın olur ki, bitkinin kontrol nümunəsinin gövdə, yarpaq və çiçəkləri təxminən eyni miqdarda (uyğun olaraq, 3.09, 3.05 və 2.91 µmol/ml) karotinoidə malik olduğu halda, kök və meyvələri nisbətən az miqdarda (uyğun olaraq, 2.41 və 2.13 µmol/ml) sarı pigmentlərlə təmsil olunur (şəkil 3.6).

Bu bitkinin təcrübə nümunəsinin orqanlarının karotinoid tərkibi kontrol nümunədən fərqlənir. Belə ki, təcrübə nümunəsinin gövdə, yarpaq və toxumları daha yüksək karotinoid ehtiyatına malik olur. Bu halda kontrol nümunə ilə müqayisədə gövdə 1.2, yarpaq 1.3, toxumlar isə 1.25 dəfə çox karotinoidə malik olur.

Aldığımız nəticələr radioaktiv şüalanmanın aşkar şəkildə karotinoid sintezinə stimullaşdırıcı təsir edə bilməsi fikrini söyləməyə əsas verir. Belə məlum olur ki, bitkinin yarpaq və gövdəsi radioaktiv şüalanmanın xroniki təsiri şəraitinə daha yüksək həssaslıq göstərir. Nəticədə bu bitki orqanları həmin şəraitdə həyatfəaliyyətli ola bilmələri üçün daxili imkanları səfərbər etməklə karotinoid ehtiyatını artırır.



Şəkil 3.6. Qönçələnmə fazasında dövətikanı bitkisinin ayrı - ayrı orqanlarında karoti - noidlərin toplanma xüsusiyyəti

Dediklərimizdən aydın olur ki, stress şəraitində bitkilərin daxili resursları müdafiə olunmağa kifayət etmədikdə müdafiə sisteminin fəaliyyəti güclənir ki, bu da yeni antioksidant maddələrin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur.

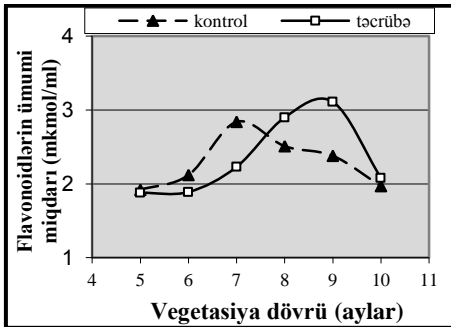
III.3. Flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin dövətikanı bitkisinin yarpaq və çiçəklərində fəsilənasılı toplanma dinamikasına radioaktiv şüalanmanın təsirinin tədqiqi

III.3.1. Flavonoidlər. Flavonoidlərin dövətikanının yarpaq və çiçəklərində fəsilənasılı toplanmasına dair aldığımız nəticələrdən aydın olur ki, ilkin yaz (may ayı) və son payız (oktyabr ayı) vegetasiyalarında bitkinin həm kontrol, həm də təcrübə nümunələrinin yarpaqlarında flavonoidlərin miqdarı minimal həddə (quru kütləyə görə 1.9 % - 2.1 % intervalında) olur. Yay vegetasiyasında isə (iyun və iyul aylarında) bitkinin kontrol nümunəsində flavonoidlərin miqdarı artır və iyul ayında maksimal həddə (2.8 %) çatır. Bitkinin təcrübə nümunəsində də oxşar formada artım baş verməsinə baxmayaraq, bu artım kontrol nümunədən həm davam etmə müddətinə, həm də miqyasına görə fərqlənir (şəkil 3.7).

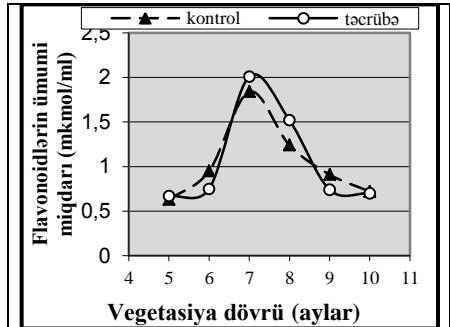
Bu nəticələrdə radiasiya amilinin rolu aydın şəkildə özünü biruzə verir. Radiasiya effektinin isti günlərin çox, günəş intensivliyinin isə yüksək olduğu avqust və sentyabr aylarına düşməsi də təsadüfi deyildir. Nəzərə alaq ki, həmin periodda bitki eyni vaxtda bir necə ətraf mühit amilinin təsirinə məruz qalır. Belə olan halda onun daxili potensialı tam səfərbər olmalı və bitki müdafiə sisteminin imkanlarından maksimal dərəcədə istifadə etməlidir ki, bu da həmin sistemin ayrı-ayrı elementlərinin, o cümlədən də flavonoidlərin miqdarının artması ilə nəticələnə bilər.

Bitkinin hər iki nümunəsində həm də oxşar formada azalma müşahidə olunur. Fərq ondan ibarətdir ki, kontrol variantda bu azalma iyul ayından başlayırsa, təcrübə variantında sentyabr ayında başlayır və vegetasiyanın sonuna qədər davam edir.

Maraq doğuran məqamlardan biri də flavonoidlərin yarpaq və çiçəklər üzrə qeyri bərabər paylanmasıdır (bütün fəsillərdə yarpaqlar çiçəklərə nisbətən daha çox flavonoid toplaya bilir) (şəkil 3.8).



Şəkil 3.7. Dəvətikanı bitkisinin yarpaqlarında flavonoidlərin fəsildən-asılı toplanma dinamikası



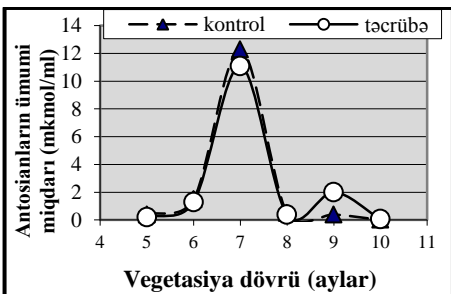
Şəkil 3.8. Dəvətikanı bitkisinin çiçəklərində flavonoidlərin fəsildən-asılı toplanma dinamikası

Bitkinin həm kontrol, həm də təcrübə nümunələrində flavonoidlərin toplanma dinamikasında aydın maksimumlar mövcuddur. Bu halda yarpaqlardan fərqli olaraq, həm kontrol, həm də təcrübə nümunəsinin çiçəklərində maksimal flavonoid toplanması eyni bir vaxta (iyul ayına) təsadüf edir. Digər fərq isə radioaktiv şüalanmanın yarpaq və çiçəklərdə flavonoid sintezini stimullaşdırmasının və yaxud da ingibirləşdirməsinin aktiv vegetasiyanın ayrı-ayrı vaxtlarına düşməsidir.

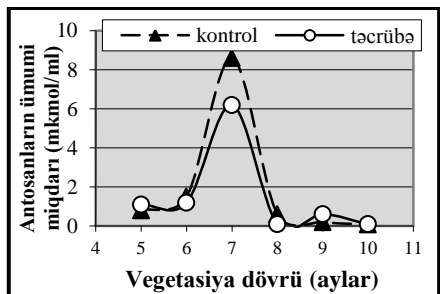
III.3.2. Antosianlar. Dəvətikanının yarpaq və çiçəklərində antosianların fəsilənasılı toplanmasına dair aldığımız nəticələrdən (şəkil 3.9 və şəkil 3.10) aydın olur ki, ilkin vegetasiya mərhələsində (may ayında) minimal miqdarda antosiana (kontrol və təcrübə nümunələri üçün, uyğun olaraq, 0.44 mkmol/ml və 0.22 mkmol/ml) malik olan yarpaqda bu piqmentlərin miqdarı biokütlə toplanmasına paralel olaraq kəskin artır və orta yay vegetasiyasına uyğun iyul ayında kontrol və təcrübə nümunələri üçün, uyğun olaraq, 12.31 mkmol/ml və 11.12 mkmol/ml -ə bərabər maksimal həddə çatır. Bundan sonra vegetasiya periodunun sonuna yaxınlaşdıqca, hər iki nümunədə antosianların miqdarında kəskin azalma, payız vegetasiyasında isə bu piqmentlərin miqdarında kiçik artmalar müşahidə olunur ki, bu da təcrübə bitkisi üçün daha nəzərəcarpacaq olur (şəkil 3.9). Nəticələr bu asılılığın həm kontrol, həm də təcrübə nümunələri üçün biri böyük, o biri isə kiçik intensivlikli maksimuma malik əyri ilə xarakterizə olunduğunu göstərir.

Əyriyədən radiasiya amilinin rolunu da aydınlıq gətirmək mümkündür. Belə ki, maksimumlar müşahidə olan yerlərdə birinci halda radiasiya amili antosian sintezində ingibirləşdirici, ikinci halda isə, əksinə, stimullaşdırıcı rol oynayır.

Dəvətikanının çiçəklərində antosianların fəsilənasılı toplanmasına dair nəticələrdən aydın olur ki, bu bitkinin çiçəkləri inkişafın bütün mərhələlərində, yarpaqlarla müqayisədə, daha az antosian tərkibə malik olur (şəkil 3.10).



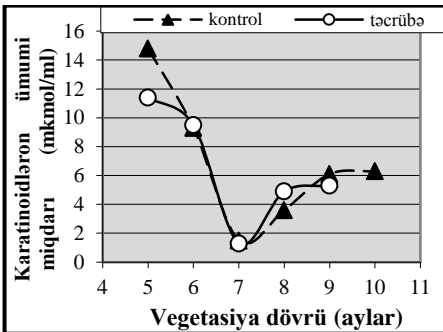
Şəkil 3.9. Dəvətikanı bitkisinin yarpaqlarında antosianların fəsilənasılı toplanma dinamikası



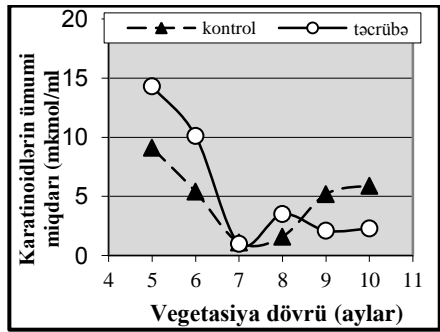
Şəkil 3.10. Dəvətikanı bitkisinin çiçəklərində antosianların fəsilənasılı toplanma dinamikası

Bitki çiçəklətimində antosianların sintezinə radioaktiv şüalanmanın mümkün təsirinə gəldikdə isə onu qeyd etmək lazımdır ki, bu prosesdə ionlaşdırıcı şüalanmanın təsiri, eyni ilə yarpaqlarda olduğu kimi, orta yay vegetasiyasında antosian sintezinin nisbətən güclü ingibirləşməsinə, ilkin payız vegetasiyasında isə zəif stimullaşmasına səbəb olur.

III.3.3. Karotinoidlər. Bitkinin yarpaq və çiçəklərində karotinoidlərin şüalanma dozəsindən asılı dəyişmə dinamikasını tədqiq etməklə radioaktiv şüalanmanın rolunu aydınlaşdırmağa çalışmışıq (şəkil 3.11 və şəkil 3.12).



Şəkil 3.11. Dəvətikanı bitkisinin yarpaqlarında karotinoidlərin fəsilənasılı toplanma dinamikası



Şəkil 3.12. Dəvətikanı bitkisinin çiçəklərində karotinoidlərin fəsilənasılı toplanma dinamikası

Nəticələr karotinoidlərin miqdarında fəsilənasılı dinamikanın olmasını, yəni karotinoid tərkibinin bitkinin inkişaf prosesində əsaslı dəyişmələrə məruz qalmasını göstərir. Belə ki, kontrol bitkinin yarpaqları may ayında maksimal miqdarda (14,8 *mkmol/ml*) karotinoidlərə malik olur. Təcrübə bitkisinin yarpaqlarında da karotinoidlərin bu halda miqdarı maksimal (11,4 *mkmol/ml*) olur. İnkişafın sonrakı mərhələlərində bitkinin hər iki nümunəsinin karotinoid tərkibi azalır və iyul ayında minimal (kontrol və təcrübə nümunələri üçün, uyğun olaraq, 1,56 *mkmol/ml* və 1,32 *mkmol/ml*) həddə olur. Sonradan (avqust, sentyabr ayları) yenidən hər iki nümunədə bu piqmentlərin miqdarı artmağa başlayır və payız vegetasiyasında dəyişməz qalır.

Karotinoidlərin miqdarında dəyişmələrin baş verməsini bu piqmentlərin mühafizə rolunun artması ilə əlaqələndirmək olar. Belə ki, inkişafın sonuna

yaxın bitkidə biokütlə toplanması prosesi ləngiyir və ətraf mühitin ekstremal təsirləri özünü daha qabarıq şəkildə biruzə verir. Bu isə özünü, ilk növbədə, karotinoidlərin miqdarının artmasında göstərir.

Nəticələri ümumiləşdirməklə aşağıdakı fikrə gəlmək olar: sarı piqmentlərin miqdarı ilkin yaz vegetasiyasında (sürətli boyatma dövründə) kifayət qədər yüksək olur, yay vegetasiyasında kəskin azalır, əksər ot bitkilərinin vegetasiya dövrünün sona çatdığı və ətraf mühitin ekstremal təsirlərinin daha aydın şəkildə özünü biruzə verdiyi payız vegetasiyasında isə bu azalma kiçik artma ilə əvəz olunur.

III.4. Flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin dövətikanı bitkisinin yarpaq və çiçəklərində radioaktiv şüalanmanın udulma dozasından asılı toplanma dinamikasının tədqiqi

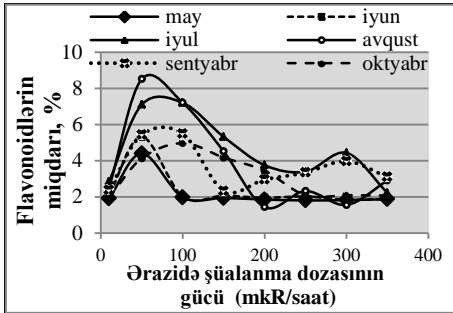
III.4.1. Flavonoidlər. Ərazini çirkləndirən radioaktiv elementlərin yaratdığı ionlaşdırıcı şüalanmanın müxtəlif dozalarda dövətikanı birkisinin yarpaqlarında flavonoidlərin toplanmasına dair may ayı üçün aldığımız nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, 50 mkR/saat -a bərabər ekspozisiya dozası yaradan sahədə yetişən bitki kontrollu müqayisədə daha yüksək (~2.3 dəfə) flavonoidə malik olur. Çirklənmə mənbəyinə yaxınlaşdıqca, bu piqmentin miqdarı azalır və (100 - 350) mkR/saat intervalında doza gücünə malik ərazilərdə, demək olar ki, dəyişməz qalır. Şüalanmanın ekspozisiya dozasından oxşar formada asılılıq o biri aylar üçün də saxlanılır (şəkil 3.13).

Çiçəklərdə piqment-doza asılılığı yarpaqlardakı kimi olur (şəkil 3.14).

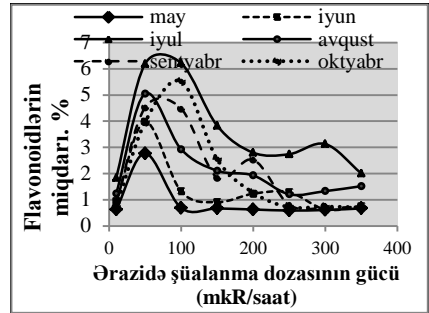
Dediklərimizdən aydın olur ki, ontogenezdə dəyişə bilən flavonoid sintezi dinamik proses olaraq, həm də ərazinin yaratdığı şüalanma dozasından asılı olur. Bu zaman radioaktiv şüalanma kiçik doza oblastında (50 - 150 mkR/saat) flavonoid sintezinə təsir etməklə bu prosesi sürətləndirə, yuxarı doza oblastında isə (200 - 350 mkR/saat), əksinə, flavonoid sintezinə mənfi təsir etməklə bu prosesi ləngidə bilər.

III.4.2. Antosianlar. Aldığımız nəticələr bitkinin ilkin yaz vegetasiyası (may ayı) üçün, flavonoidlərdə olduğu kimi, bu piqmentlərin miqdarında da ərazinin radiasiya fonundan aydın asılılığın olduğunu göstərir. Bu halda da kiçik doza oblastında antosianların sintezinin sürətlənməsi, böyük doza oblastında isə, əksinə, zəifləməsi baş verir (şəkil 3.15). Antosian sintezinin sürətlənməsi ən çox 50 mkR/saat radioaktivlikli ərazidə yetişən bitkidə qeydə alınmışdır. Sonrakı aylarda da antosian sintezi üçün, kiçik

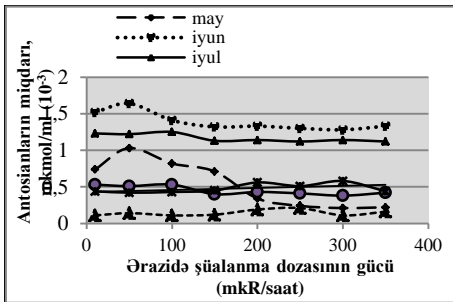
kənaraxıxmalar olmaqla, oxşar asılılıq alırıq. Bitkinin çiçəkləri də yarpaqlara oxşar doza asılılığı nümayiş etdirir (şəkil 3.16).



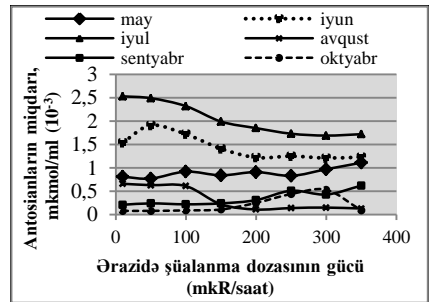
Şəkil 3.13. Dəvətikanı bitkisinin yarpaqlarında flavonoidlərin dozadan-asılı dəyişmə dinamikası



Şəkil 3.14. Dəvətikanı bitkisinin çiçəklərində flavonoidlərin dozadan-asılı dəyişmə dinamikası

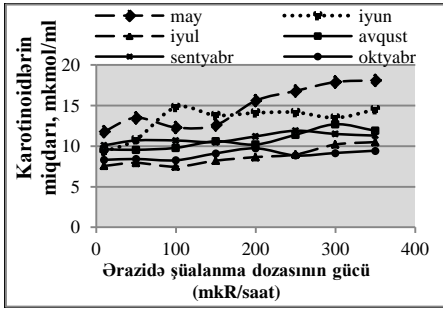


Şəkil 3.15. Dəvətikanı bitkisinin yarpaqlarında antosianların dozadan-asılı dəyişmə dinamikası

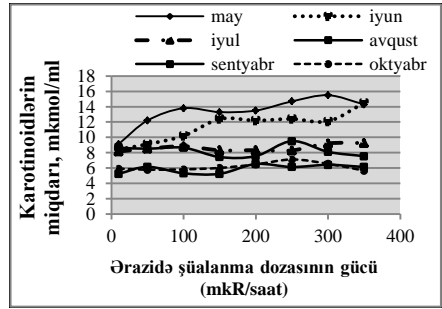


Şəkil 3.16. Dəvətikanı bitkisinin çiçəklərində antosianların dozadan-asılı dəyişmə dinamikası

III.4.3. Karotinoidlər. Ərazinin şüalanma dozasının dəvətikanında karotinoid sintezinə təsirinə dair aldığımız nəticələrdən aydın olur ki, ərazinin çirklənmə dərəcəsinin artması bitkinin hər iki orqanında piqmentlərin miqdarının azalmasına deyil, əksinə nəzərəçapacaq artmasına səbəb olur (şəkil 3.17 və şəkil 3.18).



Şəkil 3.17. Dəvətikanı bitkisinin yarpaqlarında karotinoidlərin fəsil-dən-asılı toplanma dinamikası



Şəkil 3.18. Dəvətikanı bitkisinin çiçəklərində karotinoidlərin fəsil-dən-asılı toplanma dinamikası

Karotinoidlərin miqdarının artmasına səbəb kimi şüalanmanın təsiri ilə bitkinin antioksidant müdafiə sisteminin fəallaşması, yəni karotinoid sintezi yolunun aktivləşməsinə göstərmək olar. Karotinoidlərin miqdarının stabil qalmasına səbəb isə şüalanmanın membranlarda əhəmiyyətli zədələnmələr yaratmamasıdır.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Bitkinin radioaktiv şüalanmanın kiçik dozalarda təsirinə yüksək dayanıqlılığı fenollu birləşmələrin ümumi miqdarı ilə korrelyasiya edilir.
2. Flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin əmələ gəlməsi və bitkinin müxtəlif orqanlarında toplanması bitkinin ontogenezində və radiasiya amilinin təsiri şəraitində dəyişə bilən dinamik prosesdir.
3. Flavonoidlərin, antosianların və karotinoidlərin miqdarında baş verən dəyişmələr radiasiyanın xroniki təsiri şəraitində bu piqmentlərin mühafizə rolunun artması ilə əlaqədardır.
4. Kimyəvi təbiətinə, biosintez yolunun müxtəlifliyinə və hüceyrə-daxili lokalizə olunmasına görə əsaslı surətdə fərqlənən, lakin *in vivo* oxşar spektral xüsusiyyətlərə malik olan flavonoidlər, antosianlar və karotinoidlər radiasiya stressi şəraitində bitkinin uzunmüddətli adaptasiya olunmasının təmin olunmasında mühüm rola malik olurlar.
5. Radioaktiv şüalanma aktiv vegetasiyanın bir mərhələsində piqmentlərin sintezinə inqibirləşdirici təsir göstərdiyi halda, digər

mərhələsində bu prosesi sürətləndirməklə, ona stimullaşdırıcı təsir göstərə bilər. Həm ingibirləşdirici, həm də stimullaşdırıcı təsir radioaktiv şüalanma dozəsindən asılı olur.

6. Alınmış nəticələrin əsasında bitkidə bioloji aktiv maddələrin maksimal toplanma periodunu, onun bu maddələrlə daha çox zəngin olan morfoloji orqanını müəyyənləşdirmək və həmin orqanda radiasiya amilinin bu maddələrin toplanmasına təsir xüsusiyyətlərini araşdırmaq mümkündür.

DISSERTASIYA MÖVZUSUNA DAİR DƏRC OLUNMUŞ İŞLƏRİN SİYAHISI

1. G.Ə.Abdullayeva. Bitkilərin kiçik dozalı radiasiyanın təsirinə adaptiv reaksiyası. AMEA aspirantlarının elmi konf. mat. Bakı. Elm. 2005, s.45-46.

2. Э. С. Джафаров, Дж. Р. Оруджева, Г. А. Абдуллаева. Переход техногенных радионуклидов из почвы в растения в зоне повышенного радиационного фона на территории Бакинского йодового завода. Матер. «IV Всеросс. Баховской Конф. по радиац. химии», Москва, 2005, с. 41.

3. G.Ə. Abdullayeva, E.N. Novruzov, E.S.Cəfərov. İonlaşdırıcı şüalanmanın daimi təsirinə məruz qalan dəvətikanı bitkisinin antosian, flavonoid və karotinoid birləşmələrin miqdarının müqayisəli. "Nüvə enerjisinin gələcəyin enerji təminatında rolu" Beyn. Konf. mat., Bakı, 2008, s.82.

4. G.Ə. Abdullayeva, E.S.Cəfərov. Kiçik dozalı radiasiyanın fotosintetik pigment və antosian sintezinə təsirinin tədqiqi. "Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadə perspektivləri" Beyn. Konf. mater. Bakı, 2009, s.106-108.

5. G.Ə.Abdullayeva, E.S.Cəfərov. Dəvətikanı bitkisinin yuxarı hissəsində flavonoidlərin toplanma dinamikasının tədqiqi. "Radiasiya və ətraf mühit" Resp. konf. mater., Bakı, 2010, səh 54-55.

6. G.Ə.Abdullayeva, H.Q.Babayev, E.S.Cəfərov. Radioaktiv şüalanmanın dəvətikanında antosianların miqdarına təsirinin tədqiqi. "Nüvə enerjisinin dinc məqsədlə istifadə perspektivləri" Beyn. konf. Bakı, 2010, с. 113.

7. G.Ə.Abdullayeva, E.S.Cəfərov. Dəvətikanı bitkisinin fəsilədən asılı olaraq ayrı-ayrı orqanlarında flavonoidlərin toplanma dinamikasının tədqiqi. Sumqayıt Dövlət Univer. Elmi Xəbərləri, 2010, cild 10, № 3, səh.31-34.

8. Г.А.Абдуллаева, Г.Г. Бабаева, Э.С.Джафаров. Радиационно-зависимое изменение содержания антоцианов для верблюжьей колючки. «Актуал. Пробл. Токсикол. и радиобиологии», С-Петербург, 2011, с. 25.

9. G.Ə.Qocayeva, H.Q.Babayev, E.S.Cəfərov. Dəvətikanında antosian, flavonoid və karotinoid toplanmasının şüalanma dozasından asılılığı. “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlə istifadə persp” Bey.konf.Bakı,2011, s.111.

10. G.Ə. Abdullayeva, E.S. Cəfərov, H.Q. Babayev, C.R. Orucova. İonlaşdırıcı şüalanmanın xroniki təsiri şəraitində dəvətikanının yarpaq və çiçəklərində vegetasiyanın müxtəlif mərhələlərində antosian, karotinoid və flavonoid toplanması. AMEA-nın Xəbərləri, 2012, cild 67, № 2, s.118-122.

11. Годжаева Г.А., Оруджева Дж.Р., Бабаев Г.Г., Джафаров Э.С. Влияние хронического радиоактивного излучения на содержание флавоноидов, антоцианов и каротиноидов в *Alhagi pseudalhagi*. X Межд. конф. молодых ученых “Шевченковская весна -2012”, Киев, 2012, с.235-236.

12. Оруджева Дж.Р., Годжаева Г.А., Джафарлы А.К., Бабаев Г.Г., Джафаров Э.С. Влияние радиационного загрязнения на содержание биологически активных веществ в *Alhagi pseudalhagi (Bieb)*. Межд. Конф. “Медико-биол. пробл. действия радиации”, Москва, 2012, с.68.

13. Jafarov E.S., Gojayeva G.A., Babayev G.G., Orujova J.R. Change of flavonoids, carotenoids and anthocyanins, for *Alhagi pseudalhagi (Bieb.)* in conditions of chronic irradiation of natural radionuclides. Int.Conf. Nuclear science and its application, Samarkand, Uzbekistan, 2012, p.380-381.

14. Э.С. Джафаров, Г.А. Годжаева, А.К. Джафарлы, Дж.Р. Оруджева, Г.Г.Бабаев. Исследование влияния ионизирующего излучения на антиоксидантную систему защиты *Alhagi pseudalhagi*. Inter. Conf. Perspectives of peaceful use of nuclear energy, Baku, 2012, с. 86-87.

15. Э.С. Джафаров, Г.А. Годжаева, Г.Г. Бабаев, Дж.Р. Оруджева. Изменение содержания флавоноидов, каротиноидов и антоцианов *Alhagi pseudalhagi (Bieb.)* в условиях хронического облучения природных радионуклидов. Вестник Украинского общества генетиков и селекционеров, 2012, том 10, №2, стр. 214-223 (Киев).

16. E.S.Cəfərov, A.K. Cəfərli , G.Ə. Abdullayeva, C.R. Orucova, H.Q. Babayev, A.A. Qəribov. Dəvətikanının inkişaf mərhələsindən asılı olaraq radioaktiv şüalanmanın müxtəlif dozalarda fotosintetik pigmentlərin miqdarına təsiri. AMEA-nın Məruzələri.2012, №6,Cild LXVII, s. 99-107.

17. Э.С. Джафаров , Г.А.Годжаева, А.К. Джафарлы, Г.Г. Бабаев, Дж.Р.Оруджева. Изменение содержания отдельных элементов антиоксидантной системы защиты *Alhagi pseudalhagi* в условиях хронического γ -облучения. Журнал «Вопросы радиационной безопасности», 2013, №3, стр. 12-24 .

18. E.S. Cəfərov , M.İ. Əliyeva, L. M.Quliyeva, G. Ə. Qocayeva, H.Q. Babayev, S.P.Həsənov. Radioaktiv şüalanmanın müxtəlif dozalarda bədimcan və pomidor bitkilərində prolin sintezinə və malondialdehidin miqdarına təsirinin tədqiqinə təsiri. “ Radiasiya tədqiqatları və onların praktiki aspektləri” VIII konfr. materialları, Bakı, 2013, səh 108-109.

19. G.Ə. Qocayeva, E.S. Cəfərov , H.Q. Babayev, C.R.Orucova, M.Z.Hüseynova. Dəvətikanı bitkisinin radiasiya stresinə qarşı reaksiyasında lipidlərin peroksidləşməsinin tədqiqi.“Radiasiya tədqiqatları və onların praktiki aspektləri” VIII konfr. Mater. Bakı, 2013, s. 110.

20. Э.С. Джафаров, А.К. Джафарлы, Г.А. Годжаева, Л.М. Гулиева. Исследование коррелятивного функционирования элементов антиоксидантной защиты *Alhagi Pseudalhagi* (*bieb.*), произрастающей в условиях хронического γ – облучения. Межд. Конф. “Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды”, Сыктывкар, 2014, стр.48-53.

21.Э.С.Джафаров, Г.А.Годжаева, Г.Г.Бабаев. Исследование динамики сезонно – зависимого накопления каротиноидов в органах *Alhagi Pseudalhagi*, произрастающего в загрязненном радионуклидами участке. VII Съезд по радиац. исследованиям, Москва, 2014, с.30.

22. G.A. Qojayeva, M.Z. Huseynova, Q.Q. Babayev, E.S. Jafarov. Study of the influence of ionizing radiation on the dynamics of accumulation of anthocyanins, flavonoids and carotenoids in individual organs of *Alhagi pseudalhagi*. VII Eurasian Conference “Nuclear science and its application. Baku, 2014, p. 387.

23. E. S. Jafarov, G. A. Gojajeva, A. K. Jafarli, G. G. Babayev. The Content of Nonenzymic Antioxidants in Different Organs *Alhagi Pseudalhagi* Grown Under Conditions of Chronic γ – Radiation. Inter. J. of Plant Science and Ecology. 2015, V.1, №4, pp. 162-166.

24. G.Ə. Qocayeva, K.G.Qarayeva , M.Z.Hüseynova, N.M.Eminova. Yüksək təbii radiasiya fonunun bitkilərdə antioksidantların toplanma dinamikasına təsiri. “Fövqəladə hallar və təhlükəsiz həyat” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları, Bakı,2015, səh. 149-151.

25. E. S. Jafarov, A. K. Jafarli, G.A. Gojajeva, H.G. Babayev. Antioxidant Responses of *Alhagi pseudalhagi* in Conditions of Chronic γ -Radiation Exposure at Different Development Phases. Scientia Agriculturae. 2016, V.13, №2, pp. 85-92.

Динамика изменения антиоксидантных веществ в *Alhagi pseudalhagi*, произрастающей в зоне повышенного радионуклидного загрязнения

Диссертационная работа посвящена исследованию динамику изменения содержания низкомолекулярных антиоксидантов, таких как каротиноидов, флавоноидов и антоцианов в *Alhagi pseudalhagi*, произрастающей в зоне повышенного хронического γ - облучения. Низкомолекулярные антиоксиданты исследовались при этом во всех периодах активной вегетации, как в листьях, так и в цветках растения.

Исследована роль низкомолекулярных компонентов антиоксидантной системы защиты *A. pseudalhagi* в процессе обезвреживания оксидантов. Получено, что образование и накопление в разных органах каротиноидов, флавоноидов и антоцианов является динамическим процессом, которые изменяются как в онтогенезе растения, так и под воздействием радиации. Показано, что потенциал низкомолекулярных компонентов кроме физиологического состояния и генетической особенности этого растения определяется также их вариабельностью в стрессовых условиях. Установлено, что высокая стойкость растения к воздействию малых доз радиации коррелирует с высоким содержанием фенольных соединений. Ключевую роль в защите растения от хронического облучения играют, в основном, каротиноиды.

Выяснено, что исследуемые нами пигменты, которые отличаются как по химической природе и разнообразию пути биосинтеза, так и по внутриклеточной локализации, *in vivo* имеют сходную роль в обеспечении долговременной адаптации *A. pseudalhagi* к хроническому воздействию радиацию. Результаты позволили определить вегетационный период максимального накопления биологически активных веществ и растительный орган, богатый ими, а также оценить влияние радиации на процесс накопления этих соединений.

Мы не смогли высказать предположение о механизме действие радиации на синтез пигментов, но пришли к выводу о том, что радиоактивное излучение на одном этапе ингибирует пути синтеза пигментов, то на другом - стимулирует этот процесс. При этом как стимулирование, так и ингибирование зависит от дозы поглощения.

Dynamics of changing the content of antioxidant substances in *Alhagi pseudalhagi* growing in area of high radionuclide contamination

The dissertation work devoted to investigation of the dynamics of change in the content of low molecular weight antioxidants such as carotenoids, flavonoids and anthocyanins in *Alhagi pseudalhagi*, growing in the area of chronic high γ - irradiation. Low molecular weight antioxidants studied while in all periods of active growth, both in the leaves and in the flowers of this plant.

Was studied the role of low molecular weight components of the antioxidant defense system *A. pseudalhagi*, growing in conditions of chronic exposure to radiation, in the neutralization of oxidants. It was found that the formation and accumulation in different organs of carotenoids, flavonoids and anthocyanins is a dynamic process, which vary both in ontogenesis of plants, and under the influence of radiation. It is shown that the potential of low-molecular components apart from the physiological state and genetic features of this plant is determined by their variability under stress also. It is found that a high resistance of plants to exposed of low radiation doses correlates with a high content of phenolic compounds. In doing so a key role in protecting plants from chronic exposure are playing mainly carotenoids.

It was found that the studied pigments which differ in their chemical nature and variety of biosynthetic pathways, and by subcellular localization, in vivo have a similar role in ensuring the long-term adaptation *A. pseudalhagi* to chronic exposure to radiation. The results allowed to determine the vegetation period of maximum accumulation of biologically active substances and the plant body, rich in them, as well as to evaluate the impact of radiation on the accumulation of these same compounds.

Despite the fact that we are on the basis of the received data could not give a specific hypothesis about the mechanism of action of radiation on the synthesis of these pigments, but come with confidence to the conclusion that if the radioactive radiation at one stage inhibits the way pigment synthesis, then the other - stimulating this process. In doing so as stimulating and inhibiting the absorption depends on the dose.

Kağız formatı: 60/84 16/1

Sayı: 100

AMEA-nın mətbəəsində çap olunmuşdur.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ РАДИАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ**

На правах рукописи

ГЮНЕЛЬ АМИРАСЛАН кызы ГОДЖАЕВА

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ АНТИОКСИДАНТНЫХ
ВЕЩЕСТВ В *ALHAGI PSEUDALHAGI*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ
В ЗОНЕ ПОВЫШЕННОГО РАДИОНУКЛИДНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

2418.01 – Радиобиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени доктора
философии по биологии**

Б А К У - 2018

