**Flavonoidlər, ümumi xarakteristikası, kimyəvi quruluşunun xüsusiyyətləri, fiziki-kimyəvi üsusiyyətləri, təsnifatı və xammalın analizi, bitki aləmində yayılması, tibbdə istifadəsi**

Flavonoidlər azotsuz heterotsiklik benzo γ-pironun və ya xromonun törəmələri olan təbii birləşmələrdir. Bunların molekulunda O2 heteroatomdur. Bu qrup birləşmələrin molekullarının əsasını C6-C3-C6 olan fenilxromon skeleti təşkil edir.

Flavonoidlər strukturunun əsasında difenilpropan skeleti C6-C3-C6 yerləşən bitki mənşəli aromatik birləşmələrdir. Flavonoidlərin molekulu üçkarbonlu alifatik zəncirlə birləşən iki fenil qalıqlarından ibarətdir.

A

B

Difenilpropan

Flavonoidlərə 2, 3 və ya 4-cü vəziyyətdə aril radikalını saxlayan xroman və ya xromon halqalarının törəmələri kimi baxmaq olar.

  

γ-piron xromon fenilxromon və ya flavon

Sonralar sintez yolu ilə bu quruluşun doğru olduğu təsdiq olundu. Flavonoidlərin əsasını təşkil edən xromon skeleti S. Kostanetski, sonralar isə Ruyeman tərəfindən fenoksikumar turşusuna qatı H2SO4 ilə təsir edilməklə və reaksiya məhsullarının destillə olunması yolu ilə alınmışdır:



fenoksikumar turşusu xromon karbon xromon

Fenil radikalı «B» halqası ilə C2 vəziyyətdə birləşdikdə flavonoidlər, C3-lə birləşdikdə isə izoflavonoidlər əmələ gəlir.

Flavonoidlər bir-biri ilə, həmçinin digər fenol birləşmələri ilə (fenolkarbon və oksidarçın turşuları, liqnanlar, eləcə də izoprenoidlər və alkaloidlərlə) kondensləşə bilər.

Bitkilərdə flavonoidlər daha çox qlikozid, az hallarda isə aqlikon formasında rast gəlinir. Flavonoid qlikozidlərinin müxtəlifliyi çox sayda şəkər qalığı saxlaması, onların aqlikona birləşmə yeri, eləcə də şəkərlərin müxtəlif ölçü, tsiklik konfiqurasiya və qlikozid rabitələrindən (monosaxaridlərin furan və piran formaları, D- və L-izomerləri, α- və ya β-rabitəli və s. olması), həmçinin rabitələrin sırasından və birləşməsindən asılıdır.

Flavonoidlər rabitə tipinə görə O-, S-, N- və C-qlikozid olur. O-qlikozidlər turşu və fermentlərin təsirindən asan hidroliz olunur. C-qlikozidlər isə turşu və fermentlərlə çox çətin hidroliz olunur. Ona görə də onların hidrolizində Kiliani qarışığından (qatı xlorid turşusu və sirkə anhidridi) istifadə edilir. Bitkilərdə flavonoidlər daha çox O- və C-qlikozidlər şəklində rast gəlinir.

Flavonoidlərə bitkilərdə həm O-qlikozid, həm də C- qlikozid şəklində təsadüf olunur. C-qlikozidlərin tərkibində olan şəkər qalıqları aqlikonla C6 və ya C8 vəziyyətdə birləşmişdir. Bunlar C-monoqlikozidlərə, C-diqlikozidlərə, C-; O-biozidlərə və s. bölünür. C-qlikozidlər çox davamlı olub adi şəraitdə turşu təsirindən parçalanmır. Buna misal olraq yemişan meyvələrində olan viteksini göstərmək olar. Viteksinin molekulunda şəkər komponenti (qlükoza) C8-də birləşmişdir. O apigenin C8-qlikozididir.

O

H

O

H

H

O

H

H

H

C

H

2

O

H

O

O

H

H

O

H

O

H

O

O

H

O

viteksin

Ümumiyyətlə, C-qlikozidləri flavonlardan əmələ gəlir. Bitki aləmində onlar O- qlikozid şəklində də olur. Məsələn, viteksinin 4-ramnozidi bir cox bitkilərin tərkibində tapılmışdır.

Flavonoid qlikozidlərinin müxtəlifliyi tərkiblərindəki şəkər qalığının miqdarından, onların aqlikona birləşmə yerindən, həmçinin şəkər qalıqlarının tsiklinin müxtəlif konfiqurasiyada olması, qlikozid rabitəsindən asılıdır.

Flavonoid qlikozidlərinin rəngarəng olması bitkilərdə müxtəlif tərkibli çoxsaylı şəkərlərin mövcudluğu və onların aqlikonlarla müxtəlif vəziyyətlərdə birləşmələri ilə bağlıdır. Bundan başqa şəkərlər müxtəlif dərəcəli oksidləşmə tsikllərinə (monosaxaridlərin furanoz və piranoz formaları, D və L-şəkərlər), qlikozid rabitələrinin konfiqurasiyası (α və ya β rabitələr) və onların arasında rabitələrin yaranma qaydası ilə fərqlənir.

Rabitələrin tiplərinə görə flavonoidlərin O- və C- qlikozidləri ayırd olunur. O- qlikozidlər turşuların və fermentlərin təsiri ilə asanlıqla hidroliz olunur, C-qlikozidlər isə çox sərt bir şəraitdə Kiliani qarışığının (qatı xlorid və sirkə turşularının qarışığı) təsiri ilə hidrolizə uğrayır.

Flavonoid qlikozidlərində şəkərlər aqlikonla əksər hallarda C-7 vəziyyətində, həmçinin C-4/ və C-3/-də, nadir hallarda isə C-5, C-6 və C-8 vəziyyətində birləşir.

Flavonol qlikozidlərində, adətən, şəkər aqlikonla C-3 və C-7 vəziyyətlərində birləşir, C-3 vəziyyətində sərbəst oksiqrup olduqda isə C-5 vəziyyətində birləşmə getmir.

Flavonoidlər bitkilərin tərkibində həm sərbəst şəkildə, həm də qlikozid formasında rast gəlinir. Flavonoid qlikozidlərinin tərkibində şəkər qalığı kimi D-qlükoza, D-qalaktoza, D-ksiloza, D-mannoza, L-arabinoza, L-ramnoza; uron turşularından isə D-qlükuron turşusuna rast gəlinir.

Hazırda məlum olan flavonoid qlikozidləri 3 qrupa bölünür.

1) bu qrup (əsas) O-qlikozidlərlə təmsil olunmuşdur və şəkər qalığı aqlikonla oksigen atomu vasitəsilə poluasetal rabitəsilə birləşmişdir. O-qlikozidlər şəkər qalığının sayına, vəziyyətinə və birləşmə qaydasına görə monozidlər, biozidlər, diqlikozidlərə bölünür. Monozidlər daha sadə birləşmələrə aid edilir; biozidlərdə eyni monosaxaridlər qalığı olmasına baxmayaraq, onların birləşmə qaydasına və yerləşmə ardıcıllığına görə fərqlənə bilər, həmçinin oksidləşmiş tsikllərin böyüklüyünə və qlikozid rabitəsinin konfiqurasiyasına görə də fəqlənir. Məsələn, ramnoqlikozidlər qrupunda ramnoza qlükoza ilə 2, 4 və ya 6-cı karbon atomu vasitəsilə birləşir. Biozidlər daha mürəkkəb quruluşludur. Onlar da özlərindən daha mürəkkəb quruluşlu olan triozidlərə və oliqozidlərə keçə bilər. Bu birləşmələrdə şəkər qalıqları düz və ya budaqlanmış zəncir əmələ gətirir. Şəkər qalıqları həmçinin 2 müxtəlif karbon atomuna birləşərək diqlikozidlər əmələ gərirə bilir.

O-qlikozid təbiətli flavonoidlər şəkər qalığının sayından və molekulda yerləşməsindən asılı olaraq monozidlər, biozidlər, triozidlər və diqlikozidlərə bölünür.

2) İkinci qrup C-qlikozidlərlə və ya qlikoflavonoidlərlə təmsil olunmuşdur ki, onları da C-monoqlikozidlər, C-diqlikozidlər, C-O-diqlikozidlər, C-O-biozidlərə bölmək olar. Qlikoflavonoidlərdə şəkər qalığı aqlikonla 6-cı və ya 8-ci vəziyyətdəki karbon atomu vasitəsilə birləşir.

3) Üçüncü qrup flavonoid qlikozidlərinə kompleks birləşmələr adlanan qlikzoidlər aid edilir. Onlar asetilləşmiş qlikozidlər olub, asetil əvəzedicisinin vəziyyətindən asılı olaraq depsinoid tipli qlikozidlərə və şəkər qalığında mürəkkəb efir rabitəsi olan qlikozid tipinə bölünür. Depsinoidlərdə aqlikonlar adətən aromatik turşularla birləşmiş olur, həmçinin alifatik turşularla yaranmış mürəkkəb efirlər də məlumdur. Qlikozidlər kompleksindən ayrılmış və təyin olunmuş turşulardan benzoy, n-oksibenzoy, protokatexin, n-oksiqəhvə, qəhvə, ferul, sinap, sirkə, propion və s. göstərmək olar.

Flavonoidlərə bir-biri ilə genetik bağlı olan və fərqli farmakoloji təsir göstərən müxtəlif təbiətli üzvi birləşmələr aid edilir. Flavonoidlər ali bitkilərdə geniş yayılmışdır, bəzən mikroorqanizmlərdə və həşəratlarda da rast gəlinir.

Ümumi flavonoidlərin 40 %-ə yaxın bir hissəsi flavonol törəmlərinə aid edilir. Bitkilərdə həmçinin flavon, flavonon, xalkon və auruon törəmələri də geniş yayılmışdır.

Bitkilər aləmində flavonoidlər geniş yayılmışdır. Ən çox qaymaqçiçəkkimilər, paxlakimilər, gülçiçəyikimilər, qırxbuğumkimilər, mürəkkəbçiçəklilər, sədokimilər və s. fəsilələrdən olan bitkilərdə təsadüf olunur. İbtidai bitkilərdə və heyvanlarda tapılmamışdır. Bitkilərdə bunların miqdarı 0,01%-dən 1-5%-ə qədər, bə’zi bitkilərdə isə 20-25%-ə çatır. Ən çox bitkilərin çiçək, meyvə və yarpaqlarında, ən az isə gövdə və yeraltı hissələrində tapılır (biyan kökü və paxlakolunun kökü istisna olmaqla). Onların miqdarı yarpaq və otlarda çiçəkləmə və təzə çiçək açan dövrdə çox olur, çiçəkləri kütləvi surətdə açılan zaman isə azalır, lakin bu zaman çiçək və meyvələrdə artır. Bu dövrdə bitkilərdə qlikozidlərin miqdarı çox olur, vegetasiyanın axırında isə sərbəst aqlikonlar daha çox toplanır.

**Flavonoidlərin biogenezi**

Flavonoidlərin biosintezi qarışıq yolla gedir. Onlardakı A halqası asetat yolu ilə, B halqası isə şikim turşusu vasitəsilə sintez olunur (sxem).

B halqasının biosintezi. Şəkərlərin qlikolitik parçalanması nəticəsində əmələ gələn şikim turşusu ATF-ın iştirakı ilə pillə-pillə bir sıra aralıq məhsullara və nəhayət, prefen turşusuna çevrilir. Prefen turşusu flavonoidlər, kumarinlər, aromatik aminturşuları və bir sıra digər birləşmələrin biosintezində əsas aralıq maddə hesab olunur.

Sxem. Flavonoidlərin B halqasının biosintezi.

C

O

O

H

O

H

O

H

O

H

O

H

C

O

O

H

C

H

2

-

C

O

-

C

O

O

H

A

T

F

-

C

O

2

+

N

H

3

Şikim turşusu Prefen turşusu

C

H

2

-

C

H

-

C

O

O

H

O

H

N

H

2

-

N

H

3

C

H

2

=

C

H

-

C

O

O

H

O

H

C

O

C

H

O

H

C

H

O

H

B

вя йа

Tirozin p-kumar turşusu

A halqasının və flavonoidin (xalkonun) sintezi.

CH2

C

H

C

O

O

H

C

C

C

H

2

H

2

O

O

C

O

C

H

O

H

C

H

B

O

H

+

t

s

i

k

l

i

z

a

s

i

y

a

-

H

2

O

Üçsirkə turşusu p-kumar turşusu

O

H

H

O

H

C

O

O

H

H

C

C

H

H

B

(

)

O

H

O

H

O

C

C

H

C

H

O

H

B

e

n

o

l

i

z

a

s

i

y

a

A

Ara məhsul birləşməsi Xalkon

O, bir sıra ara məhsullarına sintez oluna bilər. Belə çevrilmələrdən biri p-kumar turşunun əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Başlanğıcda prefen turşusunun amilləşməsi, eyni zamanda dekarboksilləşməsi baş verir. Nəticədə tirozin əmələ gəlir ki, onun da dezaminləşməsi p-kumar turşusunun əmələ gəlməsinə səbəb olur və onun strukturunu iki cür ifadə etmək olar, həm də ikinci törəməni B halqası, daha doğrusu, – C3-C6 struktur fraqmenti dəqiq əks etdirir.

A halqasının biosintezi. Üçlü sirkə turşusu p-kumar turşusu ilə reaksiyaya girir, nəticədə zəncir qapanır və enolizasiya prosesi xalkonun əmələ gəlməsi ilə başa çatır.

Xalkon bütün digər flavonoidlərin sələfi hesab olunur; xalkonlar oksidləşdikdə flavonlar, flavonollar və digərləri sintez olunur, reduksiya olunduqda isə antosianidinlər, katexinlər, leykoantosianidinlər (sxem) sintez olunur.

Sxem. Flavonoid birləşmələrinin biosintezindəki qarşılıqlı əlaqə.

O

H

O

O

O

C

H

C

Dihidroxalkon

Auronlar

O

O

O

O

H

O

O

H

H

İzoflavonlar

Flavanonlar

Xalkon

O

O

H

O

O

O

H

O

H

O

O

O

O

H

O

O

H

H

O

O

H

+

H

H

O

H

H

Flavonollar

Flavonoidlər

Flavonlar

Flavonoidlər

(Leykoantosianidinlər)

Flavonoidlər (Katexinlər

Antosianidinlər

**Flavonoidlərin təsnifatı**

Flavonoidlərin təsnifatı propan skeletinin oksidləşmə dərəcəsi, yan fenil radikalının vəziyyəti və heterotsiklin ölçüsü kimi əlamətlərin əsasında həyata keçirilir.

Yuxarıda qeyd edilən təkcə kimyəvi xassələrlə deyil, həm də biogenetik mənşəyi ilə bağlı olan struktur xüsusiyyətlərinə görə flavonoidləri aşağıdakı qruplara bölürlər:

* Euflavonoidlər - C-2 vəziyyətində fenil radikalı olan flavonoidlər;
* İzoflavonoidlər - C-3 vəziyyətində fenil radikalı saxlayan;
* Neoflavonoidlər – 4- arilxromonun (və ya diarilpropenin) törəmələri;
* Biflavonoidlər.

Euflavonoidlər aşağıdakı qruplara bölünür:

1. Flavon törəmələri. Bunlar sarı və ya rəngsiz maddələr olub, C2 və C3  arasında ikiqat rabitə olması ilə xarakterizə olunur. Əksər flavonların molekulunda OH qrupları 5,7,3′ və 4′ vəziyyətlərdə yerləşir. Bu qrupun nümayəndələrindən apigenin 5,7,4′- trioksiflavon, lüteolin isə 5,7,3′,4′ tetraoksiflavondur.

 

apigenin lüteolin

Hər iki birləşməyə müxtəlif bitkilərin çiçəklərində sərbəst və ya qlikozidlər formasında çox tez-tez rast gəlmək olur.

Təbiətdə «B» halqasında OH- qrupsuz olan flavonlar da tapılmışdır. Məs., başlıqotunun çiçək və yarpaqlarında olan baykalin və ya 5,6,7- trioksiflavon. Flavonların törəmələrindən metilləşmiş flavonlara da təsadüf olunur. Adətən, CH3–qrupları 3 və 4 vəziyyətdə birləşmiş şəkildə olur. Bunlara misal olaraq dağ tərxununda olan akasetini və ya 5,7 dioksi - 4′- metoksiflavon və ya apigenin 4′- metil efirini göstərmək olar. Bu qrupdan nanə və dağ tərxununda tapılan diosmetini və ya 5,7,3′–trioksi 4′- metoksiflavonu və lüteolinin 4′- metil efirini göstərmək olar. Bundan əlavə CH3  qrupları başqa vəziyyətlərdə yerləşən birləşmələrə də rast gəlmək olur.

 

baykalin akasetin



diosmetin

2. Flavonol və ya 3-oksiflavonun törəmələri. Bu qrupdan olan kversetin və ya 5,7,3,′4′-tetraoksiflavonol, kempferol və ya 5,7,4′- trioksiflavonol, mirisetin və ya 5,7,3′,4,′5′-pentaoksiflavonolu göstərmək olar.

 

flavonol kversetin

 

mirisetin kempferol

Bunlar sarı rəngli maddələr olub, təbiətdə qlikozid şəklində daha tez-tez rast gəlinir. Kversetinin qlikozidlərindən şəkər komponenti ramnoza olan monozid kversitrini, böyük tibbi əhəmiyyəti olan biozid rutini (şəkər komponenti ramnoza və qlükoza qalıqlarıdır) və monohiperozidi (şəkər komponenti qalaktoza), kversetinin metilli efirlərindən isə ramnetini və izoramnetini göstərmək olar. Ramnetinə işlədici murdarça meyvələrində, izoramnetinə isə bənövşə və mahmızçiçək bitkilərində təsadüf edilir.



rutin

 

ramnetin izoramnetin

Yüksək hidroksidləşmiş və metilləşmiş flavonlara da təsadüf olunur ki, bunlara misal üskükotu yarpaqlarında olan digisitrini və ya 6,7,8,3′,4′,- pentametoksiflavonolu göstərmək olar.

3. Flavanon törəmələri. Bunlar flavondan C2 və C3 arasındakı ikili rabitənin olmaması ilə fərqlənir. Sədokimilər, gülçiçəyikilər, paxlakimilər, mürəkkəbçiçəklilər fəsilələrindən olan bitkilərdə və eləcə də ayıdöşəyikimilərdə, çılpaqtoxumlulardan isə şam ağaclarında rast gəlmək olur. Bu qrupun nümayəndələrindən naringenini və ya 5,7,4′- trioksiflavanonu və eriodiktiolu və ya 5, 7,3′,4′- tetraoksiflavanonu göstərmək olar.

 

flavanon naringenin



eriodiktiol

Metilli efirlərdən eriodiktiolun efiri olan hesperetini göstərmək olar ki, buna da sitrus bitkiləri meyvələrinin qabığında hesperidin qlikozidi şəklində təsadüf olunur. Hesperidin bioziddir, onun komponenti qlükozadan və ramnozadan ibarətdir. Hesperidin rutinəbənzər təsirə malikdir.



hesperidin

4. Flavanonolun törəmələri. Flavonondan C3- də OH- qrupunun olması ilə fərqlənir. Bunlar, daha doğrusu, 3-oksiflavonondur. Bu qrup birləşmələr bitkilərdə, əsas etibarilə sərbəst, lakin nadir halda və cüzi miqdarda tapılır. Bunlara misal olaraq evkalipt yarpaqlarında olan aromadendrin və ya 5,7,4′-trioksiflavanonolu göstərmək olar.

 

flavanonol aromadendrin

5. Xalkon törəmələri - sarı və ya çəhrayı rəngli maddələrdir. Molekullarında γ-piran halqasının olmaması ilə fərqlənir. Bunlara flavanonların izomerləşmə məhsulları kimi baxmaq olar. Təbiətdə 12-yə yaxın belə maddə məlumdur. Turşularla qaynatdıqda əvvəlcə diollar əmələ gəlir, sonra isə onlar bir molekul su ayırıb flavanona çevrilir.

Flavononlar da öz növbəsində, qələvi mühitdə xalkonlara çevrilir. Bu qrupdan hesperidin-metil-xalkonu göstərmək olar.



hesperidin-metil-xalkon

6. Auronun törəmələri sarı və ya çəhrayı rəngə boyanmış maddələrdir. Hazırda cəmi 6 növ auronlar tapılmışdır ki, bunlar da mürəkkəbçiçəklilər fəsiləsindən olan bitkilərdə xalkonlarla birlikdə müəyyən edilmişdir. Bu qrupun nümayəndələrindən aureozidinə və ya 4,6,7,3′,4′- pentaoksiaurona təsadüf olunur ki, bu da qumlu quruçiçəyin tərkibində tapılmışdır.

 

auron aureozidin

7. Antosianidinin törəmələri - qırmızı, bənövşəyi və göy rəngli maddələrdir. Bunlar çiçək və meyvələrə əlvan rənglər verən və flavonlara yaxın maddələrdir. Onlara 4-cü vəziyyətdə keto-qrupu olmayan, flavonun reduksiya olunmuş birləşməsi kimi də baxmaq olar. Bunlar pirokson əsaslarına aid olub, turşularla asanlıqla duz əmələ gətirir. Bu zaman antosianidinin rəngi dəyişir. Bunlara flaviliy-kationları kimi də baxmaq olar. Antosianlar tərkibində fenol OH-qrupları olduğu üçün qələvilərlə fenolyat əmələ gətirir.



flaviliy- kationu

Antosianidinlərin rəngi OH- qruplarının miqdarından, yerləşmə vəziyyətindən və mühitin pH-dan asılıdır. Fenil radikalında OH-qruplarının sayının artması rəngi çəhrayı-qırmızı (pelarqonidin) və yaxud bənövşəyi-qırmızıdan (sianidin) göy-qırmızıya (delfinidin) qədər dəyişdirir. OH- qruplarının metilləşdirilməsi rəngin tündlüyünü bir qədər azaldır. Buna misal olaraq çəhrayı peonidini və göy-bənövşəyi malvidini göstərmək olar. Antosianidinin rəngi pH-dan da asılıdır. pH-3 və ya aşağı olduqda qırmızı rəngə boyanmış oksoniy duzları - fuksin əmələ gəlir (məs., sianidin-xlorid), pH-8,5 olduqda bənövşəyi rəng (sianidin əsası) alınır, qüvvətli qələvi mühitdə, pH-11 olduqda isə sianidinin fenolyatı əmələ gəlir və rəng tündləşərək göy rəngə qədər dəyişir.

Antosianidinlər bitkilərdə aqlikon və qlikozidlər (antosianlar) şəklində tapılır. Adətən, şəkər komponentləri 3,3′ və ya 5 vəziyyətində olan OH- qruplarına birləşmiş olur. Antosianidinlər aşağdakı tiplərə bölünür:

a) bənövşəyi-qırmızı rəngdə olan sianidin. Bitkilərdə bunun törəmələrindən «sianin» adlı biozidə (qırmızı rəngli qızılgül, xaşxaşın ləçəklərində), prunisianinə (gavalı meyvələrində) və kerasianinə tez-tez rast gəlmək olur. Sianidin bitkilərdə duz, əsas və fenolyat şəklində təsadüf olunur, bundan da asılı olaraq çiçək və meyvələrə cürbəcür rəng verir. Məs., sianidin-fenolyat güləvər çiçəklərinə göy, lakin onun oksonium duzu qızılgülə və ətirşaha qırmızı rəng verir;

 

sianidin delfinidin

b) delfinidin göy-qırmızı rəngdə olub, bitkilərdə delfinin (itburnu çiçəklə­rində) və violanin qlikozidləri şəklində (alabəzək bənövşə çiçəklərində) təsadüf olunur;

c) pelarqonidin çəhrayı-qırmızı rəngdədir. Bitkilərdə pellarqonin qlikozidi şəklində ətirşah çiçəklərində təsadüf olunur.

 

pelarqonidin malvidin

Delfinidinin metilləşmiş törəmələrindən malvidini və petunidini göstərmək olar. Malvidinə malvin qlikozidi şəklində meşə əməköməçi çiçəklərində təsadüf olnur. Malvidin delfinidinin 3′,5′-dimetil efiri, petunidin isə 3′- metil efiridir. Eləcə də peonidin və onun qlikozidi peonin müəyyən edilmişdir. Peonidin sianidinin 3′-metil efiridir.

Müəyyən edilmişdir ki, bütün çiçəklərin rəngləri, əsasən, bu antosianidinlərdən və onların törəmələrindən asılıdır.

8. Leykoantosianidinin törəmələri və ya flavandiollar. Bunların molekulunda 3 və 4 vəziyyətində OH-qrupları yerləşir. Turşuların təsirindən bunlar bir molekul su itirib, antosinidinə çevrilir.

Bu qrup maddələr katexinlərə yaxın olub ağac bitkiləri və ayıdöşəyikimilərdə təsadüf olunur. Bunlardan daha çox leykosianidin və leykodelfinidinə rast gəlinir. Leykopelarqonidinə isə çox az təsadüf olunur.

 

leykoantosianidin leykosianidin



leykodelfinidin

9. Flavanın törəmələri. Bunların molekulunda keton oksigeni və C2 ilə C3 arasında ikiqat rabitə yoxdur. Bu qrupdan ən mühüm katexinlər olub, rəngsiz kondensləşmiş aşı maddələri və flobafenlərin tərkibinə daxildir.Bunlara misal epikatexini və ya 3,5,7,3′,4′ - pentaoksiflavanı göstərmək olar.

 

flavan epikatexin

Katexin və leykoantosianidinlər aşı maddələrin sələfləri hesab olunur.

İzoflavonoidlər 3-fenil-α və ya γ-benzopiran törəmələrini özündə birləşdirir ki, onlar da pironun törəmələri, rotenoidlər, homoizoflavonoidlər, kumestanlar və digərlərinə təsnif olunur:

  

izoflavan izoflavon izoflavonon

  

İzoxalkon kumaranoxroman 3-fenilkumarin

 

12-α-hidroksirotenon kumestrol

Neoflavonoidlər.

Bu qrupa bitkilərdə nadir hallarda təsadüf edilən - 4-arilkumarinlər, dalbergionlar və dalbergixinollar aiddir. Onlara diarilpropenin törəmələri kimi baxmaq olar.

  

4-benzokumarin dalberqion 4-benzoxroman

Biflavonoidlər.

Təbiətdə biflavonoidlər (dimer formalar) mövcuddur. Bu birləşmələr flavonlar, flavanollar və izoflavonolların nüvəsindən təşkil olunmuşdur və onların vəhdəti müxtəlif vəziyyətlərdə ola bilər.



biflavon

*Fiziki-kimyəvi xassələri.*

Flavonoidlər (latın dilində *flavus* – sarı deməkdir) optiki fəal maddələrdir, kimyəvi quruluşlarından, pH-dan və temperaturdan asılı olaraq, rəngsiz, sarı və ya digər rəngli kristal maddələr olub, muxtəlif həllolma qabiliyyətinə malikdir. Məsələn, sarı rəngli (flavon, flavonol, flavanonol), rəngsiz (izoflavon, katexin, flavanon), eləcə də qırmızı və ya göy rəngli (antosianlar) flavonoidlər mövcuddur.

Flavonoidlər turşularla qırmızı, qələvilərlə göy rəng verir. Sərbəst halda olan flavonoidlərin aqlikon hissəsi və onların yüksək dərəcədə metilləşmiş törəmələri suda həll olmur, lakin efirdə, asetonda spirtdə və etilasetatda yaxşı həll olur. Tərkibində üçə qədər şəkər qalığı olan qlikozidlər suda və spirtdə yaxşı həll olur, lakin efirdə həll olmur. 200° C temperaturda qızdırdıqda bunlar asanlıqla süblimə olur, daha yuksək dərəcədə qızdırdıqda isə parcalanır.

Flavonoidlərin iyi zəifdir. Onlardan bəziləri acı dada malikdir. Məsələn, flavonon -7- β-neohesperidozid acı maddədir. Ən acı maddə isə naringenin və ponsirin hesab edilir. Onlar xinin-hidroxloriddən 5 dəfə daha çox acılığa malikdir. Onun acılığı neohesperidozidin olması ilə əlaqədardır.

Flavonoidlərin aqlikonları dietil efirində, asetonda və spirtdə yaxşı həll olur. Benzol və xloroformda isə demək olar ki, həll olmur. Flavonoidlərin qlikozidləri spirt, spirt-su qarışığında həll olur. Monozidlər 95 %-li etil spirtində, diqlikozidlər 50 %-li etil spirtində, tərkibində 3 və daha çox şəkər olanlar isə çox duru spirtdə, həmçinin suda həll olur.

Flavonoidlər bitkilərdə katexinlər və leykoantosianlar müstəsna olmaqla çox nadir hallarda sərbəst şəkildə təsadüf edilir. Əksər hallarda onlar bitkilərdə müxtəlif qlikozidlər şəklində rast gəlinir.

Təbiətdə asilləşmiş qlikozidlər də mövcuddur ki, onlarda da asil agentləri kimi benzoy, sirkə, ferul, qəhvə, protokatexin və s. turşular iştirak edə bilər.

Flavonoidli qlikozidlər optiki fəallığa malikdir. Flavonoidli qlikozidlər üçün xarakterik xassə onların turşu və fermentlərin təsirindən hidrolizə uğramasıdır. Flavonoidlərdə hidrolizin sürəti müxtəlifdir. Flavonol-3-qlikozid zəif mineral turşuların təsirindən (0,1-1%) yüngül hidroliz olunur, lakin flavon-7-qlikozid 5-10%- li mineral turşuların təsirindən bir neçə saatdan sonra və qismən hidroliz olunur. Flavonoidli C-qlikozidlər isə fermentlərin və turşuların təsirindən hidroliz olunmur. Onlar ancaq Killiani qarışığının (qatı HCl və sirkə turşusu) təsirindən hidroliz olunur.

Rutin və kversetin soyuq suda demək olar ki, həll olmur, qaynar suda, spirtdə və qələvi məhlullarında həll olur. Katexinlər suda yaxşı həll olan birləşmələrdir. Biflavonoidlərin bəzi növləri (xüsusən yaşıl çay yarpaqlarında və zeytunda olan biflavonoidlər) yağda həll ola bilir.

Antosianidinlərin hansı rəngdə olması tərkiblərindəki hidroksil və metoksil qrupların sayından, molekulda yerləşməsindən, eləcə də, metal ionları ilə kompleks əmələ gətirmək qabilliyyətindən asılıdır.

Leykoantosianidinlər labil birləşmələrdir. Onları turşularla birlikdə qızdırdıqda müvafiq antosianidinlərə qədər oksidləşir.

Katexinlər və leykoantosianidinlər digər flavonoidlərdən fərqli olaraq qlikozid formasında olmur.

Bitkinin cavan hissələrində qlikozidlərin, yaşlı hissələrində isə aqlkonların miqdarı daha çox olur. Müəyyən edilmişdir ki, cənub rayonlarında bitən bitkilərdə flavonoidlər daha çox toplanır. Onların miqdarı ultrabənövşəyi şüalardan asılıdır. Bu şüaların miqdarı nə qədər çox olarsa, flavonoidlər də o qədər çox əmələ gəlir. Məsələn, Krımda və Qafqazda bitən bitkilərdə flavonoidlər daha çox toplanır. Dəniz səthindən hündürlük artdıqca flavonoidlərin miqdarı da artır.

Bitkilərin həyatı üçün flavonoidlərin bioloji rolu hələ dəqiq aydınlaşdırılma­mışdır. Bəzi alimlərin fikrinə görə bunlar bitkilərdə oksidləşmə-reduksiya proseslərində iştirak edir, hidrogen daşıyıcı rol oynayır. Bir sıra müəlliflər bəzi flavonoidləri bitkilərin böyüməsinin stimuləedicisi hesab edirlər.

Flavonoidlər bitkilərin tozlanmasında iştirak edir (həşəratı özünə cəlb edir), bitki hüceyrələrinin xlorofilini və plazmasını UB-şüaların parçalayıcı təsirindən qoruyur. Flavonoidlər askorbin turşusunun və digər maddələrin oksidləşməsinə mane olur və fermentləri fəaliyyətdən salır. Bitkilərdə flavonoidlərin miqdarı çox olduqca onlarda askorbin turşusu da bir o qədər çox olur.

Bitki xammalını onun tərkibində flavonoidlərin miqdarı çox olan vaxt toplamaq məsləhət görülür. Qurudulma tez aparılmalıdır ki, fermentlər parçalayıcı təsir göstərə bilməsin. Qurudulma kölgəli yerlərdə və ya 50-60°C temperatur şəraitində aparılmalıdır. Qurudulma zamanı xammalı günəş şüasından qorumaq lazımdır, çünki şüalar flavonoidlərə parçalayıcı təsir göstərir.

*Flavonoidlərin bitki xammalından alınması.*

Bitki xammalından flavonoidlər etanol, metanol, aseton, etilasetat və s. həlledicilərlə ekstraksiya etməklə alınır. Alınan çıxarış distillə edilməklə üzvi həlledici prosesdən kənarlaşdırılır. Flavonoidli qalığın üzərinə qaynar su əlavə edilərək süzülür, soyuduqdan sonra petroleyn efiri, xloroform və ya karbon-4-xloridlə işlənilir, sulu fazadan qeyri-polyar ballast maddələr (xlorofil, qətran, piyli yağlar və s.) kənarlaşdırılır. Flavonoidlər sulu fazadan ardıcıl olaraq dietil efiri (aqlikon), etilasetat (əsasən monozidlər) və n-butanolla (biozidlər, triozidlər) və s.) çıxarış edilir. Beləliklə, flavonoid məcmuyundan ibarət fraksiyalar əldə olunur.

Flavonoidləri identifikasiya etmək üçün onların fiziki-kimyəvi xassələrindən istifadə olunur: 1) Ərimə temperaturunun təyini; 2) Xüsusi fırlatma göstəricisinin təyini (qlikozidlərin [α]D göstəricisi); 3) Maddənin alınmış UB-spektrinin, İQ-spektrinin, kütlə-spektrinin və PMR-spektrinin məlum (standart) nümunələrlə müqayisə edilməsi.

UB-spektroskopiyadan həmçinin müxtəlif reaktivlər (natrium-asetat, natrium-metilat, bor turşusu ilə natrium-asetat, alüminium-xlorid və s.) əlavə etməklə flavonoid molekulunda olan sərbəst OH-qruplarını təyin etmək üçün istifadə edilir. Bu reaktivləri əlavə etdikdə müxtəlif vəziyyətlərdə olan hidroksil qruplarınını maksimum udmalarında yerdəyişmə baş verir.

*Flavonoidlərin keyfiyyət reaksiyaları.*

Bütün qruplardan olan flavonoidləri aşkar etmək üçün ümumi spesifik reaksiyalar demək olar ki, yoxdur. Lakin ən çox aşağdakı reaksiyalardan istifadə olunur:

1. Sianidin reaksiyası və ya *Chinod* (Snoda) sınağı.Reaksiya flavonoidlərin turş mühitdə atomar hidrogenlə antosianidinlərə qədər reduksiya olunaraq parlaq*-*çəhrayı boyanma əmələ gətirməsinə əsaslanır.

Flavonol, flavonon və flavonlar maqnezium və HCl - un iştirakı ilə reaksiya zamanı antosianidinlərin əmələ gəlməsi nəticəsində qırmızı və ya narıncı rəng verir.





O

H

O

O

H

O

O

H

O

H

O

H

H

O

H

O

O

H

O

H

O

H

O

H

O

H

H

H

2

O

k

v

e

r

s

e

t

i

n

x

r

o

m

e

n

o

l

u

k

v

e

r

s

e

t

i

n

O

H

O

O

H

O

H

O

H

O

H

O

H

H

C

l

s

i

a

n

i

d

i

n

x

l

o

r

i

d

Xalkonlar və auronlar sianidin sınağını vermir, lakin qatı HCl əlavə etdikdə (Mg iştirakı olmadan) oksonium duzunun əmələ gəlməsi hesabına qırmızı rəng verir.

Aşağıda bir sıra flavonoidlərin maqnezium və HCl turşusu ilə əmələ gətirdiyi rənglər göstərilmişdir (cədvəl) .

Cədvəl. Bəzi flavonoidlərin maqnezium və HCl turşusu ilə əmələ gətirdiyi rənglər

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sıra sayı | Birləşmənin adı | Rəngi |
| 1.  2.  3.  4.  5.  6.  7.  8.  9.  10.  11. | 7,8-Dimetoksiflavon  5,7,8-Trimetoksiflavon  5,7-Dioksi-6,8,4'-trimetoksiflavon  7,8,4'-Trioksiflavon (apigenin)  7,8,3',4'-Tetraoksiflavon (lüteolin)  7,8,3',4',5'- Pentaoksiflavon  5,7,3',4',5'- Pentaoksiflavon  5,7,8,4'- Tetraoksiflavon  5,7,8,3',4'- Pentaoksiflavonon  5,7,4'- Trioksiflavonon (naringenin)  5,7,3',4'- Tetraoksiflavonon (eriodiktiol)  7,8,3'-Trioksi-4'-metoksiflavanon (hesperidin) | Çəhrayı  Çəhrayı-qırmızı  Qırmızı  Qırmızı-çəhrayı  Çəhrayı  Qırmızı-çəhrayı  Parlaq-qırmızı  Qırmızı  «-------------»  Parlaq bənövşəyi-qırmızı  Bənövşəyi-qırmızı  «-----------------» |

Sianidin reaksiyasında flavonlar qırmızıdan-narıncıya, flavonollar qırmızıdan-moruğuya, flavanonlar isə moruğudan parlaq-qırmızıya qədər rəng verir.

2. Brianta görə sianidin reaksiyası. Bu reaksiya vasitəsilə tədqiq edilən maddənin aqlikon və ya qlikozid təbiətli olmasını öyrənmək mümkündür. Sianidin reaksiyası zamanı alınmış rəngli məhlula bərabər həcmdə n-oktanol əlavə olunur və çalxalanır. Qlikozidlər sulu hissədə qalır, aqlikonlar isə üzvi həlledici olan təbəqəyə keçir.

3. Dəmir (III)-xloridlə reaksiya. Bu reaksiya zamanı yaşıldan (flavonollar) qəhvəyiyə (flavononlar, xalkonlar, auronlar) və qırmızımtıl-qonura (flavonlar) kimi rənglənmə müşahidə olunur.

4. Bor-limon reaksiyası (Vilson reaksiyası).

Hidroksil və karboksil qrupları karbon atomu ilə ayrılmış flavonoidlər bor turşusu ilə kompleks əmələ gətirir ki, bu kompleks də limon və ya quzuqulağı turşusunun təsirindən parçalanmır. 5-oksiflavon və 5-oksiflavonollar bor və limon turşusu ilə reaksiya zamanı parlaq sarı rəng alınır ki, bu da UB-işıqda sarı-yaşıl flüoressensiya verir (batoxrom kompleksin əmələ gəlməsi).



5. SbCl3-lə reaksiya.

5-oksiflavon və 5-oksiflavonollar SbCl3-lə qarşılıqlı təsir zamanı sarı və ya qırmızı rəngli kompleks verir:



6. Flavon, flavanon, flavonollar qələvi məhlulları (ammonyak məhlulu, natrium-hidroksid, kalium-hidroksid və s.) ilə sarı rəng verir ki, bu da qızdırıldıqda narıncı və ya qırmızı rəngə keçir. Xalkonlar və ya auronlar isə sarı-narıncı, narıncı-qırmızı rəng verir. Təmiz katexinlər rəng vermir. Lakin çox cüzi miqdarda qarışığın olması (oksidləşmə məhsulları) sarı rəngin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Ammonyak və ya natrium-karbonatın iştirakı ilə antosianlar mavi və ya bənövşəyi flüoressensiya verir.

7. Katexinlər, həmçinin floroqlyüsinin və rezorsinin törəmələri 1 %-li vanilin məhlulu və qatı HCl-la moruğu-qırmızı rəng verir.

8. Flavon, xalkon, auron və B halqasının tərkibində ortohidroksil qruplaşması saxlayan birləşmələr orta qurğuşun-asetatın spirtli məhlulu ilə işləndikdə parlaq sarı və qırmızı rəngli, antosianlar isə qırmızı və ya göy rəngli çöküntü verir.

9. Flavonoidlər alüminium-xloridin 5 %-li spirtli məhlulu və sirkonium (III)-xloridin 2 %-li spirtli məhlulu ilə kompleks əmələgətirmə reaksiyasına girir. C3 və C5 vəziyyətlərində 2 oksiqrupu olan flavonoidlər karbonil və hidroksil qrupları arasında hidrogen rabitəsi hesabına sarı rəngli xelatlar verir.

O

O

O

H

H

O

A

l

O

H

O

H

O

H

O

H

O

O

H

B

O

=

C

C

=

O

O

O

O

10. Antosianlar natrium-karbonatla müxtəlif rəngli reaksiyalar verir. Pelarqonin (pelarqonidin-3,5-diqlikozid) natrium-karbonatın sulu məhlulu ilə bənövşəyi, pelarqonidin -3-qlikozid (məsələn: kallistefin) qırmızı-bənövşəyi, peonin (peonidin-3,5-diqlikozid) göy, sianin (sianidin-3,5-diqlikozid) isə intensiv olaraq təmiz göy, malvin (malvidin-3,5-diqlikozid) göy-yaşıl, enin isə (malvidin-3-qlikozid) göy-bənövşəyi rəng verir.

11. Flavanonlar və flavanonollar natrium-borhidridlə reduksiya olunur və nəticədə tünd-qırmızı, bənövşəyi və ya göy rəngli məhlullar əmələ gətirir.

O

O

H

H

O

O

O

H

O

H

H

H

O

H

N

a

B

H

4

H

O

O

H

O

H

H

O

C

H

-

C

H

-

C

H

O

H

H

O

C

H

-

C

H

-

C

H

O

H

*Flavonoidlərin xromatoqrafik analizi.*

Xromatoqrafik analiz üsulundan xromogen reagentlərlə xromatoqramları aşkarladıqdan sonra flavonoid ləkələrinin miqdarını (sayını) müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Xromogen agent kimi ammonyak buxarı, qələvinin 10%-li spirtli məhlulu, aluminium-xloridin 5%-li məhlulu, stibium-xloridin karbon-4-xlordakı 5%-li məhlulu, diazolaşdırılmış sulfanil turşusu və digərləri tətbiq edilir. Xromatoqramları bu reaktivlərlə aşkarladıqdan sonra flavonoidlərin tipini və hidroksil qruplarının yerləşmə vəziyyətini təqribi müəyyən etmək mümkündür.

Xromatoqramları Vilson reaktivi (0,5 qr bor turşusu ilə 0,5 qr susuz limon turşusunun 20 ml susuz metanoldakı məhlulu) ilə işləyib, 100-1100C temperaturda qızıdırdıqda UB-işıqda əmələ gələn yaşılımtıl-sarı rəngli flüoressensiya 5-oksiflavonların və 5-oksi və 5-metoksiflavonolların olduğunu göstərir.

Kağız xromatoqramların üzərinə sirkonium-xloridin metanoldakı 2 %-li məhlulunu çilədikdə rəngli ləkələr aşkar edilir: sarı rəngli ləkə (adi işıqda) və ya yaşıl flüoressensiya (UB-işıqda) 5-oksiflavonların və 5-oksiflavonolların olduğuna dəlalət edir; sarı rəngli ləkələr kəsilib götürülür və üzərinə limon turşusunun 5%-li sulu məhlulu çilənir; bu zaman sarı rəngin və ya yaşıl-sarı flüoressensiyanın itməsi flavonolların və 5-oksiflavonların olmasını göstərir.

Martini-Bettola reaktivi (stibium 5-xloridin karbon-4-xlordakı 5%-li məhlulu) ilə kağız xromatoqramları çilədikdən sonra əmələ gələn sarı və ya sarı-narıncı rəngli ləkələr flavonların, flavonolların, flavanonların və izoflavononların; qırmızı və ya qırmızı-bənövşəyi rəng (təqribi təyin etmə) xalkonların olmasını göstərir.

Xromatoqramları təzə hazırlanmış diazotlaşdırılmış sulfanilamid məhlulu ilə işlədikdə (azobirləşmə reaksiyası) dərhal narıncı-qırmızı rəngin alınması (adi işıqda) 7-oksiflavonların, 7-oksiizoflavonların olduğunu, rəng 1-2 dəqiqə keçdikdən sonra əmələ gələrsə 7-oksiflavanonların olmasını təsdiq edir. Müxtəlif fenol birləşmələri azobirləşmə reaksiyasını verə bilər, ona görə də bu reaksiyanı fenol birləşmələrin tipi müəyyən edildikdən sonra aparmaq lazımdır.

Bitki materiallarında flavonoidləri aşkar etmək üçün kağız, nazik təbəqə üzərində xromatoqrafiya və qaz-maye xromatoqrafiyası üsullarından da geniş istifadə edilir. Xromatoqramda komponentlərin aşkar olunması ultrabənövşəyi işıqda baxmaqla həyata keçirilir. Bu zaman flavon, flavonol-3-qlikozid, flavonon, xalkonlar qəhvəyi ləkə şəklində, flavonol və onların 7-qlikozidləri sarı və ya sarımtıl-yaşıl ləkə, ksantonlar isə narıncı rəng əmələ gətirir. UB-işıqda xromatoqramlara baxdıqdan sonra onları daha parlaq flüoressensiya verən sahələr almaq məqsədilə müəyyən reaktivlərlə işləmək lazımdır (3-5 dəq, 105 0C qızdırmaq; AlCl3-in 5 %-li spirtli məhlulu; SbCl3-in karbon-4-xloriddəki məhlulu, qələvinin 5 və ya 10 %-li spirtli məhlulu). Bu reaktivlərlə işlədikdə, UB-işıqda daha parlaq flüoressensiya əldə edilir. Bəzi flavonoidlərin xromatoqramda verdiyi rənglər cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl. Xromatoqramlarda flavonoid ləkələrinin rəngi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Birləşmə | UB-işıqda boyanma | | |
| İşlənməyə qədər | AlCl3 məhlulu ilə işlədikdən sonra | KOH məhlulu ilə işlədikdən sonra |
| Katexinlər | Rənglənmir | Rənglənmir | Sonradan sarıya keçən rəngsiz |
| Flavonollar | Sarı | Parlaq-sarı | Sarı |
| Flavonlar | Qəhvəyi | Sarı, sarı-yaşıl | Sarı, sarı-yaşıl |
| Flavononlar | Rənglənmir | Zəif-sarı | Sarı- narıncı |
| Xalkonlar | Sarı çalar | Sarı-narıncı | Narıncı-qırmızı |
| Auronlar | Qırmızı çalar | Narıncı-qırmızı | Qırmızı çalar |

Flavonoidlər məcmuyundakı flavonoidlərin sayı və keyfiyyət tərkibini müəyyən etmək üçün kağız və adsorbentin nazik təbəqəsi üzərində xromatoqrafiya üsulları və müxtəlif həlledicilər sistemindən geniş istifadə edilir.

Nazik təbəqə üzərində xromatoqrafiyada adsorbent kimi silikagel, poliamid, sellüloza və s. istifadə edilir.

Flavonoid birləşmələrini dərman bitki xammalından çıxarmaq üçün xammalın xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla seçici ekstraksiyadan istifadə olunur. Lipofil maddələri kənarlaşdırmaq üçün bitki xammalı əvvəlcə petroleyn efiri və ya dördxlorlu karbonla işlənilir. Sonra isə xammal müxtəlif qatılıqlı etanol və ya metanolla, qaynar su ilə və s. ekstraksiya edilir. Xammalın tərkibində metoksilləşmiş flavonoidlər olduqda ekstraksiya üçün xloroformla spirtin müxtəlif nisbətdə olan qarışığı istifadə olunur.

Alınan çıxarışlar vakuum altında kiçik həcmə qədər qatılaşdırılır və ya liofilizasiya tətbiq edilir. Sonra çıxarışın qalığı xloroformla, etil efiri ilə, etilasetatla işlənilir və ya fərdi maddələr almaq üçün istifadə olunur. Bəzən flavonoidlərin təmizlənməsi və bölünməsi üçün qurğuşun duzları ilə çökdürmə üsulundan da istifadə edilir. Tərkibində ortohidroksil qrupları olan maddələr qurğuşun-asetatla, tək-tək hidroksil qrupu saxlayan maddələr isə əsasi qurğuşun-asetatla çöküntü verir. Flavonoidlərin qurğuşun ionları ilə əmələ gətirdiyi birləşmələri hidrogen-sulfid məhlulu ilə təsir etməklə parçaladıqdan sonra fərdi flavonoidləri kristal formada (lüteolinin, apigeninin və s. törəmələri) almaq olar.

Flavonoidlərin bölünməsinə nəzarət sorbentin nazik təbəqəsi və ya kağız üzərində xromatoqrafiya üsulları ilə və müvafiq reagentlərlə aşkarlamaqla aparılır.

Flavonoidlər tərəfindən işığın spektrinin ultrabənövşəyi sahədə udma zolağının uzunluğu onların təyinində çox mühüm göstəricilərdən biridir. Flavonoidlərin xromogen reagentlərlə reaksiyası zamanı udma maksimumları göstəriciləri hidroksil qruplarının sayını və onların molekulda yerləşmə vəziyyətini təyin etməyə imkan verir.

Flavonoidlərin fərdi maddələrə bölünməsi üçün ən əlverişli üsul preparativ boru xromatoqrafiyasıdır. Bu məqsədlə sorbent kimi poliamid poroşoku - kapron, sellüloza, silikagel, maqnezol poroşoku və s.istifadə olunur.

Xromatoqrafiya borusundan maddələrin elyuə edilməsini xloroformla və onun etilasetatla və ya efirlə qarışığı ilə, benzolla və onun etilasetatla və ya metanolla qarışığı ilə, həmçinin polyar həlledicilərlə: etanol, metanolun qatılığı tədricən artırılan sulu məhlulları ilə və ya etilasetat-metanol-aseton-su qarışığı ilə həyata keçirir.

Flavonoid məcmuyunun fərdi maddələrə bölünməsi üçün boru xromatoqrafiyası üsulu geniş tətbiq olunur. Boru xromatoqrafiyası üsulunda adsorbent kimi əsasən poliamiddən bəzən isə silikagel və sellülozadan istifadə edilir. Poliamidli boruda bölünmə daha yaxşı gedir. Aqlikonların bölünməsi zamanı elyuant kimi spirtlə xloroformun, qlikozidlərin bölünməsi zamanı isə su ilə spirtin müxtəlif nisbətlərdə qarışığından istifadə edilir. Çətin bölünən flavonoidlərin məcmuyundan fərdi maddələrin alınmasında rexromatoqrafiya, bəzən isə kağız və ya adsorbentin nazik təbəqəsi üzərində preparativ bölünmə üsulu da tətbiq edilir. Fərdi flavonoidlərin kimyəvi quruluşunu müəyyən etmək üçün kompleks tədqiqatlar həyata keçirilir. Bu məqsədlə müvafiq eynilik reaksiyaları aparılır. Bəzi konstantlar [α] D, ərimə temperaturu və s. təyin edilir, müxtəlif kimyəvi çevrilmələr: asetilləşmə, alkilləşmə, hidroliz və s. aparılır, spektral analiz üsulları (İQ, UB, NMR, kütlə spektri) tətbiq edilir. Asetilləşdirmə vasitəsilə flavonoidlərdəki OH qruplarının miqdarı, yerləşmə vəziyyəti və sərbəst OH qruplarının sayı müəyyən edilir. Flavonoid qlikozidlərindəki şəkər qalıqlarının sayını və aqlikonla birləşmə vəziyyətini müəyyən etmək üçün mineral turşuların məhlulları ilə və fermentativ yolla hidroliz aparılır. Spektral analiz üsullarının köməyi ilə flavonoidlərdəki əvəzedici qupların xarakterini və birləşmə yerini, rabitələrin konfiqurasiyasını müəyyən etmək olur.

UB spektrdə flavonoidlər 2 maksimum udma ilə xarakterizə olunur. Flavonoidli qlikozidlər (məsələn, rutin) 258 nm və 361nm dalğa uzunluğu olan 2 maksimum udma verən «çiyinlə» xarakerizə olunur.

Maddənin tam fərdiliyi maksimum udma, «çiyin»,  və s. xarakterizə olunur. Bu rutin üçün müvafiq olaraq 325,5, monoqlikozid kversitrin üçün 350 olur. UB spektroskopiyada flavonoid molekulundakı sərbəst OH qrupunun təyini üçün müxtəlif çökdürücü və kompleks əmələgətirici reaktivlərdən asılıdır (məsələn: natrium-asetat, natrium-metillat, bor turşusu, natrium-asetat ilə birgə AlCl3 və digər reaktivlər). Bu reaktivi əlavə etdikdə qarışıq udma zonaları alınır ki, bu da müxtəlif vəziyyətlərdə OH qrupları üçün xarakterikdir.

Flavonoidlər tərəfindən işığın spektrinin ultrabənövşəyi sahədə udma zolağının uzunluğu onların identifikasiyasında çox mühüm göstəricilərdən biridir. Flavonoidlərin xromogen reagentlərlə reaksiya zamanı udma maksimumları göstəriciləri hidroksil qruplarının sayını və onların molekulda yerləşmə vəziyyətini göstərir.

Flavon və flavononlar ultrabənövşəyi sahədə maksimum udma verir. Onlarda yüksək intensivli iki maksimum udma sahəsi alınır. Yüksək tezlikli sahə 240-260 nm və çox aşağı tezlikli sahə isə 330-375 nm-dir. Bunu aşağıdakı cədvəldə aydın görmək olur.

Cədvəl. Bəzi flavonoidlərin UB sahədə udma spektri (etil spirtində)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Flavonoidli birləşmə | λmaks, (nm) | E, lg |
| Flavon  3',4'-Dioksflavon  5,7-Dioksiflavon (xrizin)  5,7-Diasetilflavon  Apigenin-7-apioqlikozid (apinin)  Apigenin-7-ramnoqlikozid  5,7,4'-Trioksiflavon (apigenin)  5,7,4'-Trimetoksiflavon  Luteolin-7-qlikozid  5,7,3',4'-Tetraoksiflavon (luteolin)  5,7,3,4-Tetraasetilflavon  3-Oksiflavon (flavonol)  3,5,7-Trioksiflavon (qalanqin)  3,7,3',4',-Tetraoksiflavon (fizetin)  3,5,7,2'-Tetraoksiflavon (datisçetin)  3,5,7,4'-Tetraoksiflavon (kempferol) | 297,5; 250  345; 245  330; 270  302,5; 255  341; 267  335; 270  340 265  325; 265  350; 259  355 258  300; 258  347,5;305; 239  360; 267,5  370; 315;  252,5  360; 262,5  370; 310;  267,5  375; 258;  380; 263;  375; 255;  252; 269;  254  310  361; 272  259  352; 260  361; 310;  258 | 4,20; 4,07  4,28; 4,17  3,90; 4,42  4,43; 4,18  4,29; 4,17  — —  4,31 4,25  4,33 4,25  — —  4,28 4,22  4,35 4,30  4,04 3,86;  4,14  4,07; 4,23  4,43; 4,42;  4,33  3,99; 4,14  4,28; —  4,12  4,32; 4,32  4,15; 4,22  3,27; 4,37  4,34; 4,29;  4,37  4,34 4,15  4,34  4,24; 4,35  4,28; 3,96;  4,35 |

İQ spektrdə flavonoidlər, müxtəlif qruplar üçün səciyyəvi olan udma zonaları verir. Məsələn, 3200-3500 sm-1 (fenol və spirt OH qrupları); 1660 sm-1 (karboksil qrupu); 1610, 1580, 1510, 1460 sm-1 (aromatik C=C əlaqəsi).

Flavonoidlərin bölünməsinə nəzarət sorbentin nazik təbəqəsi və ya kağız üzərində xromatoqrafiya üsulları ilə, müvafiq reagentlərlə aşkarlamaqla olunur.

Hal-hazırda flavonoidlər məcmusunun miqdarını və keyfiyyət tərkibini müəyyən etmək üçün YEMX (yüksək effektli maye xromatoqrafiyası) üsulu istifadə olunur.

*Flavonoidlərin miqdari təyinatı.* Flavonoidlərin miqdari təyinatı üçün universal üsul yoxdur. Hər bir təyinata fərdi yanaşılır, çəki, fotometrik, polyaroqrafik, potensiometrik, spektrofotometrik, kompleksonometrik və s. üsullar tətbiq olunur.

Praktikada daha çox spektral analiz üsulları istifadə olunur. Bu üsullar rəngli məhsulların əmələ gəlmə reaksiyalarına görə təsnif olunur: turş mühitdə və ya natrium-borhidridlə reduksiya; metallarla kompleks əmələgətirmə reaksiyası; diazonium duzları ilə birləşmələr, qələvilərlə qarşılıqlı təsir və s.

Son illər flavonoidlərin miqdari təyinində daha çox müxtəlif fiziki-kimyəvi üsullara üstünlük verilir. Bu da həmin üsulların qravimetrik və titrimetrik üsullardan daha tez başa gəlməsi və daha dəqiq olması, həmçinin hətta çox kiçik miqdarda olan flavonoidlərin aşkar olunmasına imkan verir. Bu üsullara fotoelektrokolorimetriya, spektrofotometriya, eləcə də kağız xromatoqrfiysı və nazik təbəqə üzərində xromatoqrafiya istifadə etməklə həyta keçirilən densitometriya və s. aiddir. Xromatoqrafiya flavonoidlərin təmizlənməsi, həmçinin ayrı-ayrı tərkib hissələrinə bölünməsi üçün istifadə edilir.

**Flavonoidlərin bioloji fəallığı**

Flavonoid birləşmələrinə ali bitkilərin, demək olar ki, bütün orqanlarında təsadüf edilir. Flavonoidlərin bitkilərdəki keyfiyyət tərkibi və miqdarı bitkilərin bitdiyi yerdən, işıqdan, ərazinin yüksək dağlıq olmasından, rütubətdən və ətraf mühitin digər amillərindən asılıdır. Flavonoidlərin bitkilərdəki fizioloji rolu çox müxtəlifdir və hələlik tam öyrənilməmişdir.

Hal-hazırda müəyyən edilmişdir ki, flavonoidlər bitkilərdə mühafizəedici rol oyna-yır və onları ultrabənövşəyi şüaların zərərli təsirindən qoruyur. Onlar bitkilərin tənəf-füsündə, enzimatik oksidləşmə və reduksiya proseslərində, eləcə də bitkilər üçün mühüm digər biokimyəvi reaksiyalarda iştirak edir.

Flavonoid birləşmələrinin bioloji fəallığı onların molekulunda aktiv fenol hidroksili və karbonil qruplarının yerləşməsi, həmçinin biokimyəvi çevrilmələrə qabil olması ilə əlaqədardır.

Flavonoidlər geniş diapozonlu müalicəvi təsirlərə malikdir. Onlardan kapilyarları möhkəmləndirici, ödqovucu, sidikqovucu, hepatoprotektor, sedativ, anabolik, radioprotektor, antioksidant, iltihab əleyhinə, bakterisid, kardiotonik, qankəsici, xoralar əleyhinə və d. təsirləri göstərmək olar.

Flavonoidlərin farmakoloji təsir spektri çox genişdir, ona görə də daha çox vacib olan və sübut edilmiş aspektlərə diqqət ediləcək.

1. Kapilyarları möhkəmləndirici təsiri (P-vitamin fəallıq). İlk dəfə 1936-cı ildə A. Sent-Dyerdinin apardığı tədqiqatdan aydın olmuşdur ki, limon şirəsi və qırmızı istiotun tərkibində olan flavon törəmələri kapilyar keçiriciliyinin kəskin sürətdə artması ilə əlaqədar olan bəzi xəstəliklərdə müalicəvi təsir göstərir. Buna görə həmin maddələrə P vitamini fəallığına malik birləşmələr adı verilmişdir. Flavonoidlərin kapilyarları möhkəmləndirici təsiri, yəni P-vitamin (*pemicabilitis* – keçiricilik) fəallığı bütün qrupa aid maddələr üçün deyil, daha çox çay bitkisinin və almanın yarpaqlarında olan katexinlərdə (epikatexin, epiqallokatexin); sitrus bitkilərinin, qarameyvəli quşarmudunun və itburnunun flavononlarında (eriodiktiol, hesperetin, naringin); soğanın, atəvəliyinin, qarabaşağın çiçək və yarpaqlarının, itburnunun və qarameyvəli quşarmudunun meyvələrində olan flavonolların (kversetin, kempferol, kversetinin qlikozidi olan rutin, kversitrin); bir çox rəngli meyvə və giləmeyvələrin leykoantosianları və antisianları üçün xarakterikdir. Eyni zamanda sintetik yolla alınmış kversetin və rutin də praktikada istifadə edilir. Praktik olaraq bütün bitkilərdə P vitamini C vitamini ilə birlikdə rast gəlinir. Onlar biokimyəvi “əlaqələrdə”vacib olan bir-birinin kapilyarları möhkəmləndirici təsirini daha da artırır, lakin bir-birini əvəz edə bilmir. P-vitaminin hipovitaminozunda (xüsusən, qış-yaz aylarında) kapilyarların keçiriciliyi plazma zülalları və eritrositlər üçün yüksəlir, onların kövrəkliyi artır, petexiya (nöqtəvari) və mikro qansızmaya meyillilik güclənir. P vitaminin təsir mexanizmi (*redoksi*-sistem kimi) bir neçə effektlə izah edilir: a) birləşdirici toxumada kollagenin sintezi və stabilləşməsində vacib olanbirləşdirici maddənin – prolinin oksiprolinə oksidləşməsində və gialuronidazanın inhibə edilməsində iştirakı ilə; b) C vitamininin oksidləşməsinin gecikdirilməsi və eləcə də lakton halqasının geri dönməyən açılması hesabına askorbin turşusunun stabilləşdirilməsi; c) kortikosteroidlərin və adrenalinin sekresiyasının və damarların divarlarına təsirinin güclənməsi və nəticədə möhkəmləndirici effekti ilə. P vitamini yüksək dozada və uzun müddət istifadə edildikdə belə, hipervitaminoz törətmir. Onun təsiri askorbin turşusu ilə bağlıdır, ona görə də onları eyni vaxtda təyin etmək məqsədəuyğundur. Flavonoidlər çox güman ki, bağırsağın zəif turş mühitində qlikozidlərin hidrolizindən sonra mənimsənilir. Orqanizmdə onlar praktik olaraq tam deqradasiyaya uğrayır. Flavonoid qlikozidlərinin xassələrindəki fərqi onun tərkibinə daxil olan şəkərlərlə əlaqələndirmək demək olar ki, təsdiqini tapmamışdır.

2. Kardiotrop təsir. Burada flavonoidlərin 3 fəallığı toplaşıb: kardiotonik, koronar genişləndirici və aritmiya əleyhinə. Bu keyfiyyətləri bir bölməyə toplamağın əsası var. Hər birinin təsir dairəsi digəri üçün müşayiətedicidir və özünü çox az büruzə verir. Onların birgə istifadəsi ürək fəaliyyətinin yüngül pozulmalarında (yığılmanın və ekstrasistolanın zəifləməsi, ağrı sindromu və s.), vegetodamar distoniyasında və nevrotik pozğunluqlarda, hipertonik xəstəliklərdə faydalı və effektlidir. Ürək fəaliyyətinin daha güclü pozulmalarında flavonoidlərin təsiri kifayət deyil və onlar yalnız daha fəal terapiyaya yardımçı ola bilir.

Flavonoidlərin kardiotrop təsiri müxtəlif növ yemişan cinsinə aid bəzi bitkilərin çiçək və meyvələrində özünü güclü büruzə verir. Onların bu xüsusiyyəti daha çox tədqiq edilmişdir. Yemişan bitkisində 15-dən artıq flavonoid (aqlikon və qlikozid şəklində) sintez olunur ki, bunlardan da hiperozid, kversetin, viteksin və onun ramnozidi daha çox maraq kəsb edir. Bitkidən alınmış fərdi maddələrin kardiotonik effektinin farmakoloji analizi göstərmişdir ki, hiperozid daha fəaldır, lakin məcmu şəklində flavonoidlər və triterpen qlikozidlər fraksiyası kifayət dərəcədə güclü təsir göstərir. Təsir mexanizminə görə ürək qlikozidlərindən fərqlənir. Bundan başqa yemişan preparatları qlikozidlərin toksiki təsirini və keçiriciliyə olan mənfi təsirini azaldır.

Yemişandan alınan hiperozidin və digər maddələrin kardiotonik təsir mexanizmi hərtərəfli öyrənilməmişdir. Çox güman ki, bu təsir flavonoidlərin miokardın enerji mübadiləsinə (qlükozanın sərfinin yüksəlməsi, istifadə edilən oksigenin faydalı iş əmsalının yüksəlməsi) göstərdiyi birincili müsbət təsirlə və ürəyin kalium ionları ilə bol-bol təmin edilməsi ilə bağlıdır. Tərkibində hiperozid saxlayan, lakin digər tərkib hissələri fərqli olan bitkilər daha az kardiotonik təsir göstərir. Belə təsir şirquyruğu, sığırquyruğu, gəvən, dazı, çobandüdüyü, cökə çiçəklərinin preparatlarında müşahidə edilir.

Bitki mənşəli flavan törəmələrini insan və heyvan orqanizmində kapilyar keçiriciliyini azaltmaq qabiliyyətinə malik olan böyük bir qrupu „P vitamini“ fəallığına malikdir və biflavonoidlər adı altında birləşdirilir. Bitkilərdə 600-dən artıq biflavonoidlərə təsadüf edilir. Bunlardan başqa, müxtəlif bitkilərdən alınan d-katexin, l-epikatexin, kversetin, 7-ramnoqlikozid - hesperetin və flavonoidlərin bir sıra başqa növləri P vitaminini aktivliyinə malikdir.

3. Spazmolitik və hipotenziv təsir. Bir çox bitkilərin spazmolitik və hipotenziv təsiri onların tərkibində olan flavonoidlərdən, eləcə də digər qrup bioloji fəal maddələrlə kombinasiyasından (efir yağları, xromonlar, kumarinlər və s.) asılıdır. Flavonoidlərin spazmolitik təsiri daha çox koronar damarlarda, az dərəcədə isə beyin damarlarında, bağırsaqda, bronxlarda, ödçıxarıcı yollarda və uşaqlıqda özünü göstərir. Çox güman ki, onlar miotrop təsirə malikdir. Bu təsir çox qısa müddətli (vena daxilinə yeritdikdə 20-30 dəq-yə yaxın müddət) olur və təsir gücünə görə papaverinlə müqayisə oluna bilər. Flavonoidlər müxtəlif endogen və ekzogen faktorların törətdiyi saya əzələ liflərinin spazmını aradan qaldırır. Belə ən fəal maddələrdən biri hiperindir.

Tərkibində hiperozid, viteksin, giafalozidlər, skutellarenin, baykalein və s. flavonoidlər olan dərman bitkiləri hipertonik xəstəliyin başlanğıc mərhələsində (sərbəst şəkildə) və daha ağır formalarda (müasir hipotenziv dərman preparatları ilə birlikdə) təyin edilir. Flavonoidlərin xarakteri və uyğunluğu onların hipotenziv fəallığını müəyyənləşdirir. Bu effekt daha çox şirquyruğu, bataqlıq qurucası, baykal başlıqotu, ətirşah, gəvən, quşarmudu və digər bitkilərdə müşahidə olunur. Təsir mexanizmi damarlara göstərilən spazmolitik effektlə əlaqədardır. Bəzi bitkilərə həmçinin sedativ təsir xasdır, bu da arterial təzyiqin stabiliyinin qan-damar mərkəzinə stres təsirlərin azalmasına səbəb olması ilə ilə bağlıdır. Bitki mənşəli yığıntılar bu baxımdan daha fəaldır və hipertonik xəstəliklərin, neyrosirkulyator distoniyanın hipertonik tipinin və simptomatik arterial hipertenziyanın müalicəsində öz yerini tapmışdır.

4. Sidikqovucu təsir. Tərkibində kifayət dərəcədə yüksək miqdarda flavonoid olan dərman bitkiləri az və ya çox dərəcədə sidikqovucu təsirə malik olur. Belə bitkilərə çöl qatırquyruğu, adi quşbuğdası, adi boyaqotu, naz, göyçiçək, erika, qara gəndalaş, quşqonmaz, əkin paxlakolu, qızılsəbət, herniyar, tozağacının yarpaq və tumurcuğu, kulançar, cəfəri, qovaq, qarğıdalı saçaqları, atəvəliyi və s. aiddir. Flavonoidlər sidikqovucu təsirinə görə sintetik saluretiklərdən heç şübhəsiz geri qalır, lakin onlardan fərqli olaraq əlavə təsir törətmir, orqanizmdən yalnız mayeni yox, həmçinin azot mənşəli şlakları (bu effekt başcıqlı lespedez bitkisində maksimumdur) və digər sidikdaşı yaradan turşuları da xaric edir.

Tərkibində flavonoidlər olan dərman bitkilərinin istifadəsi sidik turşusu diatezinin inkişafına, diabetogen effektə (əksinə, flavonoidlər yumşaq hipoqlikemik təsir göstərir), turşu-qələvi balansının dəyişilməsinə və kalium çatışmazlığına səbəb olmur.

Flavonoidlərin sidikqovucu təsiri haqlı olaraq böyrək damarlarının genişlənməsi və birincili sidiyin süzülməsinin artması ilə (eufillin tipi üzrə) əlaqələndirilir. Nefron kanallarında natriumun reabsorbsiyasının dəyişilməsi haqqında etibarlı məlumatlar yoxdur, ionların ekskresiyası isə yalnız ikincili xarakter daşıyır. Eyni zamanda flavonoidlərin reninin sekresiyasına təsiri haqqında da məlumat yoxdur. Az istifadə olunmalarına baxmayaraq bitki mənşəli diuretik vasitələr orqanizm tərəfindən yaxşı qəbul edilir, ona görə də müxtəlif mənşəli ödemlərdə, xroniki ürək çatışmazlığında, hipertonik xəstəliklərdə və böyrək xəstəliklərində tətbiq edilir.

Tərkibində flavonoidlər olan dərman bitkiləri zəif sidikqovucu təsirə malikdir, ona görə də elə yığıntılara daha güclü sidikqovucu təsirə malik dərman bitkiləri əlavə edilməlidir.

5. Ödqovucu və hepatomüdafiə təsir. Tərkibində flavonoidlər olan dərman bitkilərinin vacib və geniş istifadə edilən xassələrindən biri də onların ödqovucu və hepatomüdafiə təsiridir. Bu təsirə bir çox dərman bitkiləri, xüsusən, qumluq ödotu, tüksüz biyan, adi alaqanqal, adi dağtərxunu, adi yovşan, adi quşarmudu, adi qarğıdalı saçaqları və s. malikdir. Əczaçılıq şirkətləri tərkibində məcmu şəklində flavonoidlər olan quru və duru ekstraktlar və fərdi flavonoid (məsələn, silibinin) əsasında bir çox dərman preparatları istehsal edir. Müşayiətedici maddələr olan kumarinlər və efir yağları da eyni ilə bu cür, lakin daha zəif təsir göstərir. Flavonoidlərin ödqovucu təsiri bilavasitə hepatositdən ödün miqdarının və ifrazının güclənməsi ilə bağlıdır. Bu zaman ödün yalnız qatı tərkib hissələrinin yox, həm də duru hissəsinin də xaric olması sürətlənir. Nəticədə ödün öd kapilyarlarına və axarlarına axını intensivləşir, öd axarlarının buraxıcılıq qabiliyyəti artır və ödün öd kisəsinə daxil olması yaxşılaşır. Müşayiətedici maddələr olan efir yağları onikibarmaq bağırsağın selikli qişasını reflektori qıcıqlandırmaqla birbaşa onun boşalmasına səbəb olur. Bunların sayəsində infeksiyanın yayılması üçün mühit olmur və öd turşularının kristal qum dənələri şəklində öd yollarına çökməsinin qarşısı alınmış olur. Bu proses flavonoidlərin və efir yağlarının spazmolitik effektini təmin edir. Lakin öd ifrazının artması əsas və daha qiymətli fenomen hesab edilir. Bəzi məlumatlara görə aşağıda göstərilən ardıcıllıq üzrə flavonoidlərin ödqovucu effekti güclənir: flavonollar – flavonlar – xalkonlar – flavononlar.

Ödqovucu təsirlə yanaşı flavonoidlər qaraciyərin zəhərləri neytrallaşdırmaq funksiyasını da gücləndirir. Bu bilavasitə bəzi flavonoidlərin birbaşa oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarına qoşulması və redoksi-cütlər əmələ gətirməsi ilə bağlıdır. Bu həmçinin hepatotoksiki agentlərə də aiddir ki, onların zərərsizləşdirilməsi sürətinə uyğun olaraq öd vasitəsilə ekskresiyası da sürətlənir.

6. Qankəsici təsir. Flavonoidlərin qankəsici təsiri çoxdan məlumdur və tibb təcrübəsində uşaqlıq, hemorroidal, bağırsaq və digər yüngül və orta dərəcəli daxili qanaxmalarda istifadə edilir. Bu effekt yalnız tam (bütöv) orqanizmdə özünü büruzə verir və müxtəlif flavonoidlərin ayrı-ayrı müşayiətedici maddələrlə birgə təsiri ilə bağlıdır. Flavonoidli bitkilərin qankəsici təsirini onların tərkibində olan K vitamini ilə əlaqələndirmək az inandırıcıdır. Çünki flavonoidli bitkilərin tərkibində K vitamininin miqdarı adi terapevtik dozadan çox azdır. Eynilə qankəsici təsirin trombositlərin aqreqasiyası və qaraciyərdə qanın laxtalanması faktorunun güclənməsi ilə əlaqələndirmək yekun nəticəyə gəlməyə imkan vermir. Bu təsiri daha çox flavonoidlərin kapilyarları möhkəmləndirici fəallığı ilə əlaqələndirmək düzgün olardı. Uşaqlıq qanaxmalarının qarşısının alınmasında istifadə edilən flavonoidli bitkilərin bir hissəsi bu zaman uterotonik təsir də göstərir. Qankəsici təsirə adi subibəri, qırmızıbaş qırxbuğum, adi quşəppəyi, yapon soforası və bəzi digər bitkilərin preparatları malikdir.

7. Antioksidant təsir. N.M.Emanuel və onun əməkdaşları 1954-1957-ci illərdə şüa əleyhinə təsir mexanizmini öyrənərkən piylərdə və lipidlərdə öz-özünə zəncirvari oksidləşmə reaksiyasının rolu haqqında nəzəriyyə yaratdılar və qocalma prosesinin, kanserogenozun və şüa zədələnmələrinin inkişafında sərbəst radikalların rolu hipotezini irəli sürmüşlər. 1983-cü ildə bu problemin həlli kəşf kimi təsdiq edilmişdir. Aparılmış elmi tədqiqatlar nəticəsində bədxassəli şiş xəstəliklərində, şüalanma və qocalma zamanı sərbəst-radikal reaksiyalarını zəiflətmək üçün qida antioksidantlarının qəbulu məsləhət görülmüşdür. Elmi baxımdan bitki mənşəli polifenolların, eləcə də flavonoidlərin heyvan toxumalarının oksidləşmə əleyhinə aktivliyini yüksəltməsi, onların radiasiyaların təsirinə qarşı dözümlülüyünü artırması sübut olunmuşdur.

Orqanizmdə antioksidantların çatışmazlığı sərbəst radikalların toplaşmasını stimullaşdırır, qocalma prosesini sürətləndirir, orqanizmdə antioksidantların normal həddə olması isə əksinə, həyatın uzanmasına səbəb olur. Bu nəzəriyyə baxımından orqanizmə uzun müddət antioksidantlar – sərbəst-radikallar prosesinin inhibitorlarını yeritməklə onu qocalmadan kimyəvi yolla müdafiə etmək mümkündür. Heyvanlar üzərində aparılmış eksperimentlər nəticəsində çox dəqiq məlumatlar əldə edilmişdir. Belə ki, onların qidasına daim bu cür antioksidantlar əlavə etməklə onların həyatını uzatmaq mümkün olmuşdur.

Antioksidantlar canlı orqanizmdə mübadilə proseslərinin normal getməsi üçün vacibdir. Məlumdur ki, hüceyrə membranlarının tərkibinə asan oksidləşən lipidlər daxildir. Bu cür lipidlər oksidləşdikdə hüceyrə membranında toksiki maddələr yaranır və onlar hüceyrədə gedən mübadilə proseslərini pozur, hətta hüceyrənin məhvinə səbəb ola bilir.

Orqanizmdə ekzogen antioksidantların miqdarının normaya düşməsi mitoz, şişöncəsi vəziyyət*,* ateroksleroz və s. kimi proseslərin aradan qaldırlımasına səbəb olur. Bir çox flavonoidlərin: rutin, kversetin, sitrin, delfinidin, katexin və s. qəbulu şüa zədələnmələrində faydalıdır.

Polifenollar və askorbin turşusu bir-birini tamamlayır və kapilyarlara təsirlərini gücləndirir. Ona görə də bir çox dərman preparatlarının tərkibində onlar birlikdə istifadə olunur. Çox maraqlıdır ki, bu kombinasiya özü də təbii modeldir, belə ki, bir çox meyvələrdə, eləcə də bitki orqanlarında (limon, qara qarağat, itburnu və s.) askorbin turşusu ilə flavonoidlər birlikdə rast gəlinir. Nəzərə almaq lazımdır ki, angioprotektor kimi yalnız bitki mənşəli dərman vasitələri yox, həmçinin vitaminlərlə (C, P və s.) zəngin olan meyvə və tərəvəzləri də istəfadə etmək olar.

8. Bütün flavonoidli bitkilər üçün iltihab əleyhinə təsir çox xarakterikdir və bu onların bilavasitə antioksidant və kapilyar möhkəmləndirici effekti ilə bağlıdır.

9. Hipoazotemik təsir. Bu effekt başcıqlı lespedes (lespenefril), ikiçiçəkli lespedes (lespeflan) və gəvən (flaronin) flavonoidləri üçün aşkar edilmişdir.

10. Yara əleyhinə təsir. Flavonoidlərin yara əleyhinə təsirinə aid klassik misal olaraq biyan kökünün flavonon və xalkon qlikozidlərinin (likviriton flakarbin), kənafvari dəliçətənənin yarpaqlarının flavonol qlikozidlərini (datiskan) göstərmək olar.

11. Bədxassəli şiş əleyhinə təsir. Bəzi təbii fenol birləşmələri bədxassəli şiş əleyhinə aktivliyə malikdir. Bu cür xassə kversetin, katexin, leykoallerqonidin, leykoantosianidin, leykodelfinidin və s. üçün aşkar edilmişdir. Bu maddələr birbaşa bədxassəli şişə təsir göstərir, neoplastik toxumaların şüa zədələnmələrinə qarşı həssaslığını yüksəldir və alkil preparatların təsirini gücləndirir. Bəzi mütəxəssislər flavonoidlərin bədxassəli şişə qarşı təsir mexanizmini onların sitoplazmatik və mitoxondrial ATF-az aktivliyini azaltması ilə əlaqələndirirlər.

12. Virus əleyhinə təsir*.* Tibbpraktikasında amur barxatı (flakazid), köpükotu, lespedes (xelepin) və s. bitkilərin preparatlarının virus əleyhinə effektindən istifadə edilir. Baxmayaraq ki, sinnarozid kimi bitki aləmində geniş yayılmış flavonoid üçün virus əleyhinə effekt təsdiq edilmişdir, lakin onun dərman preparatı hələ ki, yoxdur.

13. Flavonoidlərin digər fəallıqları rəngarəngdir. Bu fəallıqların bəziləri tərkibində flavonoidlər məcmuyu və müşayiətedici maddələr olan çoxsaylı bitkilərə, bəziləri isə konkret bitki növünə aiddir və burada bu və ya digər maddənin əhəmiyyətini ayırd etmək çox çətindir. Bir qrup bitki (şirquyruğu, gülümbahar, poruq, öküzöldürən, lespedes, sarı rodedendron və s.) güclü olmayan analgezəedici təsir göstərir və bu təsir hiperin, avikularin və kversetin qrupu flavonoidlərin olması ilə izah olunur. Bu təsirin mexanizmi məlum deyil, güman edilir ki, hissiyat reseptorlarla bağlı deyil. Çünki istifadə edildikdə heç bir asılılıq yaratmır.

14. Antibiotik fəallıq. Artıq çoxdan məlumdur ki, antosianlar və flavanlar antibiotik fəallıq göstərir, kversetin, kversitrin, rutin, hesperidin və naringenin quduzluq virusuna, tif və paratif törədicilərinə, ekdromeliya virusuna, antosianlar isə uşaqlardakı dermatoz­la­ra effektli təsir göstərir. Flavonoidlərin şüa əleyhinə tətbiqi də müsbət nəticə vermişdir.

15. Antitoksik təsir. Flavonoidlər həmçinin antitoksik təsir də göstərir. Məsələn, qalaskorbin və digər fenol birləşmələri qaraciyərin toksiki infeksiyası olan Botkin xəstəliyində, bir sıra dərmanların idiosinkraziya və intoksikasiyasında, əzələnin eksperimental distrofiyası və eksperimental miokarditdə effektli vasitədir.

Fenol birləşmələrinin qaraciyərin funksiyasına detoksikasiyaedici təsiri var. Bundan başqa fenol birləşmələri müxtəlif komplekslər əmələ gətirmək qabilyyətinə də malikdir. Fenol birləşmələri metal ionları, dəyişkən valentli metallarla məsələn, mis, dəmir, kobalt, manqan, sink və digərləri ilə kompleks birləşmə əmələ gətirir. Buna görə onlardan ağır metallarla zəhərlənmələrdə antidot kimi istifadə edilir. Flavonoidlər həmçinin endokrin sistemə də təsir göstərir.

16. Revmatizm xəstəliklərində istifadəsi. P vitamini qlükortikoidlərlə birgə əzələlərdə qlikogenin yığılmasını artırır. Ən effektli təsiri polifenol birləşmələrin revmatizm və digər iltihabi xəstəliklər zamanı göstərdiyi təsirdir.

17. Fotosensibilizəedici təsir. Flavonoidlərdən rutin və kversitrin fotosensibilizasiya xassəsinə malikdir.

18. Qanda şəkərin miqdarını azaltma xassəsi. Flavonoidlər içərisində antosianidinlər xüsusi yer tutur. Müəyyən edilmişdir ki, qaragilə bitkisinin yarpaqlarında olan flavonoidlər qanda şəkərin miqdarını azaltmaq xassəsinə malikdir.

Bəzi tədqiqat işlərində flavonoidlərin fosfolipazanı, tsiklooksigenazanı və lipoksigenazanı zəif inhibə etmə xassəsinin olması və nəticədə araxidon turşusunun kaskad, prostaqlandinlər və leykotrienlərin sintezini zəiflətməsi haqqında məlumat verilir*.* Əgər bu nəticələr dəqiq təsdiq olunsa, onda flavonoidlərin iltihab əleyhinə, analgezəedici və s. təsir mexanizmləri həllini tapmış olar. Bu maddələrin birgə təsiri (iltihab əleyhinə, hüceyrə səviyyəsində müdafiə) onların yarasağaldıcı, mədənin, bağırsağın və dərinin selikli qişasının regenerasiyasına, epitelləşdirici təsirin formalaşmasına imkanlar açır. Bu baxımdan flavonoidlər digər təsiredici maddələrlə (terpenoid və kumarinlərlə) birlikdə fəallıq göstərir. Yaraların və zədələnmiş dəri örtüyünün sağalması üçün adi dazı, bataqlıq qurucası, yapon soforası, yunan qozunun yarpaqları, dərman gülümbaharı, ağ dalamaz, tüksüz biyan və s. flavonoidli bitkilərin preparatları istifadə edilir.