

**Məcnun BABAYEV, Məcid MƏCİDOV,  
İdris ƏSGƏROV, Əli ƏLİYEV**

**MUTAGENEZ  
MUTASIYANIN  
ANALİZ ÜSULLARI**

**(dərs vəsaiti)**

*Yenidən işlənmiş nəşr*

Azərbaycan Respublikası Təhsil  
Nazirliyinin 14.07.2011 tarixli, 1386  
saylı əmri ilə dərs vəsaiti kimi təsdiq  
edilmişdir

**Bakı – 2011**

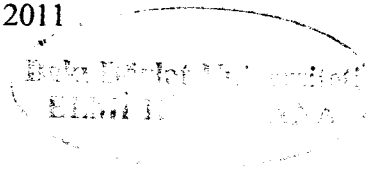
**Redaktor:** Quliyev Rauf Ələkbər oğlu, k/t. e.d., professor

**Rəyçilər:** Axundova, E.M., b.e.d., professor  
Aminov N.X. b.e.d., professor  
Əkbərova G.H., b.e.n., dosent

**Babayev M.Ş., Məcidov M.M., Əsgərov İ.T., Əliyev Ə.Ə.**  
**Mutagenез, mutasiyanın analiz üsulları. Dərs vəsaiti. Bakı,**  
**“Təhsil” NPM, 2011, 252 s.**

Vəsaitdə kimyəvi mutagenəzdə hüceyrə tərkibi, mutasiyanın tipləri və onların təsnifatı haqqında məlumat verilir. Xromosomların ilkin zədələnmələrinin sxematik quruluşu və hüceyrə tsiklinin müxtəlif fazalarında bu zədələnmələrin baş verməsi, mitotik tsikl, gen mutasiyaları, bacı xromatid mübadiləsi, spontan mutagenəzdə xromosom dəyişilmələrinin müasir prinsipləri və metodları izah olunur.

M 0033297 – 2011  
700122



© Babayev M.Ş., Məcidov M.M., Əsgərov İ.T., 2011

## ÖN SÖZ

Hazırda təhsil sistemi qarşısında duran əsas məsələlərdən biri tələbələrə elmin əsas nəzəri biliklərini aşılamaqla yanaşı onlarda tədqiqatçılıq bacarığı və vərdişlərinin inkişaf etdirməsidir.

Bu mürəkkəb və çətin məsələnin həllinə yalnız nəzəri kursların əsas qanunauyğunluqlarını bilməklə və bunlara əsaslanaraq, metodik üsullardan düzgün və yerində istifadə etməklə nail olmaq mümkündür.

Bu işə tələbələrin elmi və yaradıcılıq dünyagörüşünü artırmaqla, qarşıya qoyulan mürəkkəb məsələlərin sərbəst həll edilməsində onlara köməklik edə bilər.

Genetika bir çox bioloji fənlər kimi özünün yarandığı ilk gündən bu günə kimi təcrübi elmlərdən biri olaraq qalır. Odur ki, genetika sahəsində hər hansı bir tədqiqatçının müvəffəqiyyəti, hər şeydən əvvəl qarşıya qoyulan məsələnin həlli üçün tədqiqat üsulunun düzgün seçilməsindən və onun elmi surətdə yerinə yetirilməsindən asılıdır. Məhz bunun nəticəsidir ki, insanları çoxdan bəri maraqlandıran irsiyyət və dəyişkənlik, mutagenез və s. məsələlər haqqında elmi kəşflər edilməklə, seleksiya, tibb və genetik mühəndislik sahəsində də bir çox müvəffəqiyyətlər əldə edilmişdir. Bundan başqa praktikada müasir sitogenetik analiz üsullarından istifadə etməklə, ətraf mühit amillərinin mutagen təsiri, onların nəticələri, antimutagen maddələrin axtarılması və s. kimi məsələlər müvəffəqiyyətlə öyrənilir.

Bu gün genetik tədqiqatlarda istifadə olunan metodlar haqqında ümumiləşdirilmiş, tam ətraflı məlumat demək olar ki, kifayət qədər deyildir. Buna görə də sitogenetik analizin bu və ya digər metodları ilə tanış olmaq istəyən universitet tələbələri və gənc mütəxəssislər bəzi çətinliklərlə

qarşılaşmalı olurlar. Çətinliklərdən biri ondan ibarətdir ki, istifadə edilən bu metodlar haqqında yazılmış məlumatları müxtəlif ədəbiyyatlarda tapmaq olur. Odur ki, hazırda nə tələbələr, nə müəllimlər, nə də elmi işçilər onlara lazım olan məlumatları bir mənbədən ala bilmirlər. Digər çətinliklərdən biri də ondan ibarətdir ki, dərc olunmuş bəzi məqalələrdə istifadə olunmuş metodlarda obyektin, reaktivlərin seçilməsi, təcrübənin temperatur rejimi, iş mərhələlərinin ardıcılığı və s. dağınıq halda verilir, bəzi hallarda isə bu haqda fikirlər «laborator folkloru» kimi bir tədqiqatçıdan digər tədqiqatçıya verilir.

Nəticədə yuxarı kurs tələbələri və eləcə də gənc tədqiqatçılar genetika kursu üzrə yüksək nəzəri biliyə malik olsalar da, onlar bilavasitə təcrübi işlərin aparılmasında müəyyən çətinliklərlə rastlaşırlar.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz çətinlikləri nəzərə alaraq biz bu məsələni imkan daxilində həll etməyə çalışmışıq. Odur ki, bu dərslərdə biz hazırda sitogenetik analizlərdə ən çox istifadə olunan metodları ümumiləşdirmişik. Dərs vəsaitinin yazılmasında BDU-nun Genetika və təkamül təlimi kafedrasında genetikadan keçirilən nəzəri kursun və təcrübi işlərin aparılması təcrübəsindən istifadə edilmişdir.

Dərs vəsaitində qarşıya qoyulan məsələlərin nəzəri hissəsi çox qısa və tam bütövlüyü ilə verilmişdir. Məsələn, genetik materialların paylanması və öz-özünü törətməsini ardıcıl mərhələlərində baş verən müasir molekulyar proseslər, eyni zamanda mutasiya və onun təsnifatı haqqında da məlumatlar verilmişdir. Bundan əlavə hüceyrə tsiklinin müxtəlif mərhələlərində DNT-nin (dizoksiribonuklein turşusu) zədələnməsi ilə əlaqədar olaraq baş verən proseslər əyani olaraq göstərilmişdir.

Lakin qarşıya qoyulan məqsədlə əlaqədar olaraq bir

çox məsələlərə burada ətraflı baxılmamışdır.

Bu haqda məlumatlarla tələbələr genetikanın nəzəri kursu üzrə oxunan mühazirələrdə tanış ola bilərlər. Mütəxəssisləri maraqlandıran məsələlər haqda ətraflı məlumat almaq üçün onlar ədəbiyyat siyahısında verilmiş müəlliflərin işləri ilə tanış ola bilərlər.

Dərs vəsaitində sitogenetik analiz üçün preparatların hazırlanmasının ümumi prinsipi və müxtəlif bioloji sistemlərdə genetik zədələnmələrin qeyd olunması metodları verilmişdir. Eyni zamanda klassik metodlarla yanaşı, son onilliklərdə biofizika, biokimya və molekulyar biologiya sahəsində əldə edilmiş müvəffəqiyyətlərə əsaslanaraq gen mutasiyasının, xromosom dəyişilmələrinin, bacı xromatid mübadiləsinin analizindən istifadə olunan müasir metodlar da verilmişdir. Həmin bölmənin əlavələrində isə nüvə strukturunun analizi metodlarında istifadə edilən fiksatorlar və rəngləyicilər verilmişdir.

Dərs vəsaiti universitetlərin və tibb universitetinin, tələbələri və müəllimləri üçün yazılmışdır. Dərs vəsaiti eyni zamanda tibb məktəbləri şagirdləri və biologiya sahəsində tədqiqat işləri aparan aspirant və mütəxəssislər üçün metodik göstərici kimi faydalı ola bilər.

Azərbaycan dilində ilk dəfə tərtib olunmuş bu dərs vəsaitində şübhəsiz ki, müəyyən nöqsan və qüsurlar olacaqdır. Buna görə də əvvəlcədən vəsait haqqında tənqidi fikirlərini və məsləhətlərini göndərən oxuculara öz minnətdarlığımızı bildiririk. Çünki bunlar bizim sonrakı işlərimizə öz müsbət təsirini göstərə bilər.

*Müəlliflərdən*

## GİRİŞ

Biologiya sahəsində XIX əsrin başlıca nailiyyətlərindən biri hüceyrənin kəşfi olmuşdur. T.Şvan, R.Virxov tərəfindən hüceyrə nəzəriyyəsi yaradılmışdır. Bundan biologiyanın müxtəlif sahələrində çalışan alimlərin birgə səyi nəticəsində hüceyrə nəzəriyyəsi inkişaf etdirilmiş və müəyyən edilmişdir ki, hüceyrə canlıların elementar strukturu və genetik vahidi kimi təkamülün uzun sürən prosesi nəticəsində inkişaf etmişdir.

Mövcud olan bütün canlı orqanizmlər hüceyrələrin quruluş xüsusiyyətlərinə görə iki böyük qrupa bölünürlər: prokariotlar və eukariotlar. Prokariotlara bakteriyalar və göy-yaşıl yosunlar daxildir. Eukariotlara isə yerdə qalan bütün ibtidailər və çoxhüceyrəli orqanizmlər daxildir.

Bu iki müxtəlif quruluşa malik hüceyrələr arasında bəzi xüsusi fərqlərə – onların ixtisaslaşmalarına, sitoplazmatik orqanoidlərin mürəkkəb quruluşlarına və s. malik olmalarına baxmayaraq, onlar arasında ümumi quruluşlarına və funksiyalarına görə müəyyən oxşarlıq vardır. Prokariot və eukariot hüceyrələr arasındakı əsas fərqlərdən biri genetik aparatın quruluşu ilə əlaqədardır. Prokariotlarda formalaşmış nüvə yoxdur, genetik aparat plazmatik membranla əlaqədar olan bir molekul DNT-dən ibarətdir. Prokariotlardan fərqli olaraq eukariotlarda isə xüsusi quruluşa malik olan nüvə vardır. Nüvə, nüvə pərdəsi ilə sitoplazmadan ayrılmışdır. İrsiyyət materialları isə nüvədə xromosomlarda yerləşmişdir.

Hüceyrəvi quruluşa malik canlı orqanizmlərdə müəyyən funksiyaların yerinə yetirilməsindən və ixtisaslaşmasından asılı olaraq hüceyrələr somatik – bədən və generativ –

cinsiyyət hüceyrələrə ayrılmışdır.

Bir sıra ixtisaslaşmış somatik hüceyrələr bəzi funksiyalarını itirdikləri halda generativ hüceyrələr isə əksinə, təkamülün uzun sürən prosesi nəticəsində təkmilləşmiş və ixtisalaşmışlar. Yuxarıda qeyd olunan tipik xüsusiyyətləri və bəzi funksiya-struktur fərqləri ilə yanaşı canlı orqanizmlərin hüceyrələrini ümumi bir qanunauyğunluq birləşdirir ki, bu da onların çoxalmasıdır. Bu prosesin mərkəzi hadisəsi, hüceyrələrin bölünməsi nəticəsində başlanğıc hüceyrədə olan irsiyyət materiallarının iki qız hüceyrə arasında bərabər paylanmasıdır. Bölünmə prosesinin molekulyar mexanizmi ilə eukariotların hüceyrə tsiklində tanış olacağıq.

Hüceyrələrin bölünməsində özünü göstərən ümumi qanunauyğunluqlardan biri irsiyyət materiallarının hər bir bioloji növ üçün nəsildən-nəslə sabit ötürülməsidir.

Lakin irsiyyət materialları heç də həmişə sabit olaraq nəsildən-nəslə ötürülmür. Bəzi hallarda onlar genlərdə xromosom miqdarında və strukturunda baş verən kənarlanmalar nəticəsində dəyişilə bilər. Təkamül nəticəsində irsiyyət materiallarının sabitliyini təmin edən mexanizmlərin yaranmasına baxmayaraq (xüsusən genetik kod, DNT molekulu strukturasının pozulmasının qarşısını alan reparasiya, hüceyrələrin regenerasiyası anti-oksüdant sistemi və s.), müşahidə olunan normadan kənarlanmalar, hüceyrənin funksional sisteminin pozulması (spontan) fiziki, kimyəvi və bioloji amillərin təsiri nəticəsində baş verir.

Gen, xromosom və genom səviyyəsində baş verən mutasiya və yaxud modifikasiya dəyişkənliyi onların miqdarından və keyfiyyətindən asılı olaraq hüceyrələrə letal təsir göstərərək müxtəlif patoloji vəziyyətlərin yaranmasına səbəb olur.

Bütün canlı orqanizmlərin funksional xarakteristikasını təşkil edən irsiyyət və dəyişkənlik, genetikanın predmetini təşkil etməklə böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir. Müxtəlif səbəblərdən asılı olaraq orqanizmdə baş verən dəyişiklik irsiyyətli (mutasiya) və qeyri irsiyyətli (modifikasiya) ola bilər. Modifikasiya dəyişkənliyi orqanizmin inkişafı və həyat fəaliyyəti dövründə xarici mühit amillərinin təsiri nəticəsində baş verir. Modifikasiya dəyişkənliyi uyğunlaşma xarakteri daşımaqla irsən nəsə ötürülmür, lakin, bunlara baxmayaraq, hər bir modifikasiya dəyişkənliyi təkamül prosesində qazanılmış genetik nəzarət altında olur.

Cinsiyyət və somatik hüceyrələrin bütün həyatı dövründə baş verən mutasiya dəyişkənliyi – yeni və müxtəlif canlıların daima yaranması prosesində zəmin olmaqla, təkamülün əsasını təşkil edir və növ üçün faydalı əlamətlərin seçilməsi sayəsində baş vermişdir. Heyvanların, bitkilərin seleksiya praktikasında qarşıya çıxan məsələlərin həllində və eləcə də ziyanverici həşəratlara qarşı mübarizədə genetik üsulların hazırlanmasında istiqamətləndirilmiş mutasiyanın böyük əhəmiyyəti vardır.

Müxtəlif genlərdən istifadə etməklə orqanizmin irsiyyətinin dəyişdirilməsində, bioloji aktiv maddələrin sintezində (xüsusən insulin, interferon və s.) gen mühəndisliyinin böyük əhəmiyyəti vardır. Heç şübhə yoxdur ki, aparılan tibbi genetik işlər irsiyyətli xəstəliklərin müalicəsində və müxtəlif keçici xəstəliklərə qarşı şamların və virusların yaradılmasında xüsusi rol oynayır.

Təkamülün müəyyən dövrlərində mutasiya bir sıra hallarda neytral xarakter daşıyaraq nə genotipik, nə də fenotipik cəhətdən nəzərə çarpmır. Lakin çox hallarda mutasiya hüceyrələrin elminasiyasını və yaxud patoloji hadisələr



nəticəsində baş verməklə özünü fizioloji, morfoloji və biokimyəvi səviyyədə göstərir. Deyilənlərdən aydın olur ki, eksperimental genetikanın qarşısında duran vəzifələr içərisində əsas yerlərdən birini faydalı mutasiyaları artırmaq və zərərli mutasiyaları isə minimum səviyyəyə endirmək durur.

Göstərilən məsələlərin həlli üçün müasir genetika müxtəlif elmlərlə əlaqədar olmaqla bir sıra tədqiqat metodlarına malikdir. Bu metodlara hibridoloji, ontogenetik genealoji, əkizlər, populyasiya, statistik, biokimyəvi, immunoloji və s. daxildir.

Yuxarıda qeyd olunan üsullardan əlavə spontan və induksiya mutasiyaların mexanizminin və sürətinin analizində istifadə edilən etibarlı üsullardan biri də sitogenetik üsuldur ki, müasir dövrdə ondan xromosom və gen mutasiyalarının analizində geniş istifadə edilir. Sitogenetik üsul, cinsiyyət və somatik hüceyrələrdə spontan və induksiya mutasiyaların analizində praktiki olaraq eyni nəticəni verir. Bu onunla əlaqədardır ki, somatik və cinsiyyət hüceyrələrində baş verən mutasiyaların mexanizmi bir-birinə oxşayır. Somatik hüceyrələrin analizində mitogenetik üsul bir sıra üstünlüklərə malikdir. Bunu qeyd etmək kifayətdir ki, bu üsuldən *in vitro* və *in vivo* – da aparılan təcrübələrdə geniş istifadə etmək olur. Əsas üstünlüklərdən bir də ondan ibarətdir ki, bu üsul üçün obyektin miqdarı məhdud deyil, üsul eyni zamanda çox sadə və iqtisadi cəhətdən əlverişlidir.

Buna görə də heç də təsadüfi deyil ki, müasir dövrdə həmin üsuldən ətraf mühit faktorlarının genetik təsirinin öyrənilməsində, xromosom xəstəliklərinin diaqnostikasında, tibbi-genetik məsləhətxanalarda, antimutagen maddələrin axtarılmasında, həmçinin nəzəri və tətbiqi genetikanın bir sıra məsələlərinin həllində geniş istifadə edilir.

# Fəsil 1

## MUTAGENEZ

### 1.1. Bitkilərdə spontan mutagenез

Canlı orqanizmlərdə başlıca xüsusiyyətlərdən biri dəyişkənliyə və mutasiyaya uğramaq qabiliyyətidir ki, bu da təkamül və üzvi aləm üçün qiymətli material verir. XX əsrin əvvəllərində Qudo de Friz tərəfindən irəli sürülmüş mutasiya nəzəriyyəsi canlı təbiətin böyük müxtəliflik formalarına malik olmasını izah etmişdir. Enetera Lamarkina bitkisinde gözlənilmədən meydana çıxmış irsiyyətli dəyişkənliyi De Friz mutasiya adlandırmaqla onun sıçrayışla meydana çıxan irsiyyətli dəyişkənlik hesab etmişdir (1909). Buna oxşar dəyişkənliyi S. Korjinski də müşahidə etmiş və onları irsiyyətli variasiya adlandırmışdır (1899). De Frizin nəzəriyyəsi Darvinin təkamül nəzəriyyəsinə əsaslanmışdır, belə ki, yeni formalar təsadüfən meydana çıxır. Bu isə dəyişkənliyin faydalı, yaxud zərərli olmasından asılı olmayaraq onun orqanizm üçün heç bir əhəmiyyəti yoxdur.

Təbii mutasiyaya səbəb olan amillərdən genetik, fiziki, kimyəvi, biokimyəvi, fizioloji və başqalarını göstərmək olar.

Spontan mutasiya hər şeydən əvvəl xromosomların reduplikasiyası zamanı baş verən səhvlərin səbəbinə yarana bilər (Koltsov, 1936; Rapoport, 1948, Q. de Friz, 1964).

Müəyyən edilmiş hər hansı bir genin, başqa genlərin təsiri ilə mutasiyaya uğraması asılılığı qarğıdalı bitkisinde Con Stadler tərəfindən əldə edilmişdir. O, müxtəlif genotipik şəraitlərdə R genini öyrənərək belə qərara gəlmişdir ki, bəzi populyasiyalarda bu gen qətiyyənlə mutasiyaya uğramır, eyni zamanda başqa populyasiyalarda onun mutasiyaya

uğrama tezliyi 0,2%, orta tezliyi zamanı isə 0, 05% təşkil etmişdir (Stadler, 1948).

Bundan başqa mutasiyalar, orqanizmin öz genetik təbiətinə səbəb olan spontan mutasiyalar hüceyrə tərəfindən sintez olunan müxtəlif amillərin yaxud ətraf mühitdə olan amillərin təsiri ilə baş verə bilər. Belə amillərə, məsələn: peroksidlər (əsasların analoqu) azot turşusu və başqaları misal ola bilər. Onlardan bəziləri replikasiya zamanı DNT-yə təsir edir, başqaları isə sakitlik vəziyyətində olan DNT-də dəyişkənlik əmələ gətirir. Əgər nuklein turşusu uzun müddət sakitlik vəziyyətindədirsə, o zaman axırncı amillər yüksək tezliyə malik mutasiya əmələ gətirə bilər.

1933-cü ildə Navaşin müşahidə etmişdir ki, Krepis kapillaris bitkisinin toxumlarının qocalması ilə müşayiət olunan fizioloji dəyişkənlik mutasiyanın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Toxumların qocalması ilə əlaqədar olaraq mutasiyaya tutulma tempinin yüksəlməsi həmçinin Şkvarnikov tərəfindən 1937-ci ildə buğdada, Stubbe tərəfindən antirinumda, Sarıçev tərəfindən 1967-ci ildə tütündə və s. bitkilərdə müəyyən edilmişdir.

Bitkilərdə, küllü miqdarda mutagen maddələrin bolluğu uzun illər ərzində öz əksini tapmışdır. Belə ki, tütünün köhnə toxumlarından olan yağla təzə toxumlara təsir etdikdə mutasiya əmələ gələ bilər (Dubinin, 1958). Xardal, yer fındığı və s.-nin yağının geniş mutagen təsiri məlumdur (1959, Swaminathan; Dubinin, Şerbakov, 1964). Bir çox aminlər, amidlər, amin turşuları, sidik cövhəri, piqmentlər və alkaloidlər də mutagen aktivliyə malikdir.

N.Dubinin tərəfindən 1958-ci ildə 15°C-dən yuxarı temperaturun mutasiya prosesinə təsiri göstərilmişdir. Şkvarnikov və Navaşin 1935-ci ildə göstərmişlər ki, temperatur

şokları da yüksək mutagen təsirə malikdir.

Spontan mutasiyaların əmələgəlmə prosesinə səbəb olan amillərdən biri də təbii radioaktiv fonun təsirinin nəticəsidir ki, bu da kosmik, yerin radiasiyası və radioaktiv izotopların təsiri ilə baş verir. Kosmik şüaların mutagen təsiri müəyyən dərəcədə arpa bitkisinde baş verdiyi göstərilmişdir (Eugster, Simons, 1959).

Bitkilərdə əksər mutasiyalar yetişməmiş toxumların səpilməsi nəticəsində meydana çıxır. Yetişməmiş toxumların səpilməsi nəticəsində mutasiyanın meydana çıxması qarğıdalı və payızlıq buğdada baş verdiyi (Knyazyuk, Puşkarev, 1967; Dyaçenko, 1961) qeyd edilmişdir.

Müasir dövrdə bitkilərdə mutasiya prosesinin yüksəlməsi stimulyatorlar, insektofunsidlərin və başqa zəhərli kimyəvi maddələrin işlədilməsi nəticəsində baş verdiyi ehtimal olunur (Gregg, Allan, 1965). Həmçinin qaramal peyininin və kompostun da mutagen təsiri əldə edilmişdir.

## **1.2. Bitkilərdə süni mutagenizin tarixi**

Bitkilərdə eksperimental mutagezin tarixi 70 ildən bir az da artıq tarixə malikdir.

Qudo De Friz tərəfindən mutasiya nəzəriyyəsi formalaşdıqdan və eksperimental yolla mutasiya əldə etməyin mümkünlüyü fikri söyləndikdən sonra canlı orqanizmlərdə eksperimental yolla süni irsiyyətli dəyişkənlik əmələ gətirə bilən maddələrin intensiv axtarışlarına başlanmışdır. Bu nöqtəyi-nəzərdən ilk tədqiqatçılar Kornike və Qaqeri göstərmək olar. Onlar bitkilərdə rentgen və radium şüalarının təsiri ilə mitozun pozulması hallarını müşahidə etmişlər [(1905, 1908), (Cager, Blaksler, 1927)]. T.Morqan (1911)

radium şüaları ilə drozofildə mutasiya baş verdiyini kəşf etmişdir; Baur və Vesterqard (1928) bitkilərdə kimyəvi amillərin təsiri ilə, Şiman (1912) ağır metalların, duzların təsiri ilə *Aspergillus higer*-də süni mutasiya əldə etmiş; Pirovano bitkilərdə ultrabənövşəyi şüalarını (UBŞ), radium şüalarını tətbiq etməklə süni mutasiya əldə etmiş (1922); Littl və Beq 1924-cü ildə siçanları rentgen şüaları ilə şüalandırmaqla mutasiya əldə etmişdir.

Bitkilərin seleksiyasında bu metod birinci növbədə Rusiya alimləri tərəfindən qiymətləndirilmişdir. 1928-ci ildə keçmiş SSRİ-də ionlaşdırıcı şüaların köməyi ilə təsərrüfatda süni mutasiya yolu ilə qiymətli mutant formaların alınması işlərinə əvvəlcə dənli bitkilərdə, sonra isə başqa bitkilərdə başlanılmışdır. Bu problemlə L.N. Delone (1928, 1930, 1932, 1936, 1938); L.A. Sapeqin (1935, 1936); V.İ. Didus (1938); A.N. Lyutkov (1937); C.Ya. Kraevoy (1936, 1940); M.F. Ternnovski, M.T. Missjura (1936); A.K. Efeykin, B.N. Vasilyev (1935) məşğul olmuşlar.

Lakin praktiki nəticələrə, xüsusilə eksperimental mutagenез yolu ilə sort əldə edilməsi gərgin əməyin və intensiv tədqiqat işlərinin köməyi ilə İsveçrədə nail olmuşlar. 1950-ci ildə bu ölkədə şüalanmanın təsiri ilə bir çox kənd təsərrüfatı sortları əldə edilmişdir. Yalnız bu müvəffəqiyyətdən sonra bir çox ölkələrdə radiasiyanın köməyi ilə onlarla yeni sortun əldə edilməsi işlərinə ciddi yanaşılmış və hazırda dünyanın bir çox, demək olar ki, bütün ölkələrində bu sahədə intensiv tədqiqat işləri aparılır.

Seleksiyada kimyəvi mutagenlərin işlədilməsinə bir qədər gec başlanmışdır; XX əsrin 40-cı illərinə qədər kifayət dərəcədə güclü mutagenlər məlum deyildi.

Kimyəvi mutagenlərin axtarılmasına həsr edilmiş

tədqiqatlar 1905-1909-cu illərə aid edilməlidir (Koernike, 1905; Gaqer, 1909). Sonralar isə onların müvəffəqiyyətli axtarışları rus alimləri V.V. Saxarov, K.V. Maqrjikovski, V.P. Ponomaryov (1932, 1933, 1935, 1936; Maqrjikovski 1936, 1940, Ponomaryov 1938) tərəfindən aparılmışdır. Onlar drozafila milçəyinə yod məhlulu,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ilə təsir etməklə süni mutasiya tezliyi spontan mutasiya ilə müqayisədə qanunauyğun sürətdə yüksəldiyini göstərmişlər.

Yüksək effektivli kimyəvi mutagenlərin: xardal qazının törəmələrinin (Auerbax, Vedson, 1946), fenollar (Nadorn, Niggli, 1946) və bir sıra güclü mutagenlərin – etileneminin, etilen oksidinin, dietil sulfatın, qlitsidolun, diazometanın, formalinin, aldehidlərin, rus genetikisi İ.A. Raponortun kəşfi ilə kimyəvi mutagenezdə yeni era XX əsrin 40-cı illərindən etibarən başlamışdır (1946, 1947, 1948). Xüsusilə İ.A. Raponort tərəfindən kəşf edilmiş mutagenlər yaxud onların törəmələri sonralar bütün mutagen amillərdən güclü effektə malik olmaları göstərilmiş və praktikada tətbiq edilmişdir. İ.A. Raponortun mutagenlərindən birinin payına, yəni etileneminin payına böyük müvəffəqiyyət düşmüşdür. Bu mutagen kimyəvi mutagenezdə çevrilis törətmişdir.

Bu mutagen 1957-ci ildə, daha doğrusu onun kəşfindən 10 il sonra İsveç alimləri tərəfindən arpa bitkisinde sınaqdan keçirilmiş və qeyri-adi yüksək aktivliyə malik olması göstərilmişdir, hətta ionlaşdırıcı şüaların aktivliyindən bir neçə dəfə yüksək olmuşdur (Ehrenberq et. al. 1958, 1959, 1961; Gustafsson, 1960). Bu vaxta kimi İsveç tədqiqatçıları tərəfindən bitkilərdə bir çox kimyəvi birləşmələr; o cümlədən: etilen oksidi, formaldehid, iprit törəmələri, kofein, nebuların, yüksək təzyiq zamanı oksigen və başqaları

sınaqdan keçirilmişdir. Lakin bunların hamısı etilenelindən zəif effektə malik olmuş və 30% mutasiya törətmək imkanı ilə fərqlənmişdir. Etilen oksidi bu təcrübələrdə şüalanmaya oxşar aktivliyə malik olmuşdur (Gusyasson, Mac key, 1948; Ehrenberq, 1956). Bir qədər əvvəl etelemin və başqa mutagenlər (İ.A. Raponort tərəfindən kəşf edilmiş) keçmiş SSRİ-də kənd təsərrüfatı bitkilərində P.K. Şkvarnikov və E.İ. Volotov tərəfindən sınaqdan keçirilmişdir, belə ki, bunların tədqiqatı 1948-ci ildə dayandırılmışdır (Ran, 1964). 1948-ci ildən sonra radiasion və kimyəvi mutagenəzə aid tədqiqat işləri 1957-ci ildə əvvəlcə keçmiş SSRİ EA-nın Sibir bölməsində sitologiya və genetika institutunda və keçmiş SSRİ EA-nın kimyəvi fizika institutunda, sonralar isə bir sıra akademiyalarda, kənd təsərrüfatı və elmi müəssisələrdə yenidən fəaliyyətə başlamışdır.

Kənd təsərrüfatı obyektlərində şüalanma ilə yanaşı kimyəvi maddələrin də təsiri öyrənilirdi. Onların arasında əvvəlki illərdə olduğu kimi sonrakı işlərdə aparıcı yeri etilenimin tuturdu. Bu maddə buğdada (Zoz, 1960, 1961, 1962, 1965), pomidorda (Xvostova, Turkov, ..., 1962), noxudda (Zoz, Kolotenkov, 1964, 1965), qarğıdalıda (Blyandur, 1965...), arpada (Lisikov..., 1967), kartofda (Tarasenko, 1963, 1964), çovdarda (Şarov, 1966) və s. sınaqdan keçirilmişdir.

Xarici ölkə alimlərinin noxud üzərində apardıqları təcrübələrində etileneminin yüksək mutagen aktivliyə malik olması (Blixt, 1960), arpada (Heslot, 1961), slatda (Heslot, 1962), bərk buğdada (Scarascia, 1966), pomidorda (Hildering, 1963), çəltikdə (Kawoy, Sato, 1965, 1966), paxlalarda (Magri, Zannone, 1963) və başqa obyektlərdə göstərilmişdir.

Öz genetik təsiri ilə diqqəti cəlb edən sonrakı mutagen

1958-ci ildə Fransada kəşf edilmiş etilmetansulfanatdır (Heslot, Ferray, 1958, Heslot, Perrary, Zevy, Monard, 1959; Heslot, 1960, 1961). Bu alimlərin işlərində həmin mutagenin mutasiya tezliyi arpada və başqa obyektlərdə 50% təşkil etmişdir. Bu vaxtdan etibarən etilmetansulfanat bitkilərdə geniş sürətdə sınaqdan keçirilir və daha yüksək effektdə malik mutagenlərdən biri hesab edilir. Onun yüksək aktivliyi arpada (Custafsson, 1963, Proese-Gertzen, Konzak, Nilan, Heiner, 1964, Şkvarnikov, Kulik, Çerniy, 1967), noxudda (Enken, Sidorova, 1966), pomidorda (Tarsenko, 1963), qarğıdalıda (Amano, Smith, 1965), paxlada (Margi, Zannone, 1963) göstərilmişdir. Bu obyektlərdə etilmetansulfanat ionlaşdırıcı şüalara nisbətən 3-5 dəfə yüksək mutagen aktivliyinə malik olmuşdur.

Kimyəvi mutagenlər arasında ən çox effektdə malik olan mutagenlərdən biri də 1947-ci ildə İ.A. Rapanort tərəfindən kəşf edilmiş dietilsulfat hesab edilir. İlk dəfə olaraq bu mutagenin yüksək effektdə malik olması bitkilərdə Amerika alimləri tərəfindən göstərilmişdir (Heiner, Konzak, Nilan, Zegault, 1960). Onlar bu mutagenlə arpa toxumlarına təsir etməklə 66% mutasiya əldə etmişlər. Bu müəlliflər dietilsulfatın köməyi ilə yüksək məhsuldar arpa sortu əldə etmişlər (Siguzbjornsson, 1968). Dietilsulfat başqa tədqiqatçıların təcrübədə istifadə etdikləri obyektlərdə də yüksək mutasiya tezliyi yaratmışdır, belə ki, arpada (Heslot, 1961, 1962), bərk buğdadada (D'Imato, 1962), noxudda (Monti... 1966), salatda (Heslot, 1960) və başqa bitkilərdə analoji nəticələr alınmışdır. Yuxarıda qeyd olunmuş bütün işlərdə əvvəllər məlum olan mutagenlərdən etileneminin və etilmetan-sulfanatın da mutagen effekti göstərilmişdir.

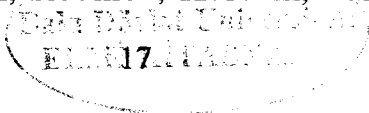
Bitkilərdə köhnə, yəni əvvəllər istifadə edilmiş



mutagenlərin sınaqdan keçirilməsi ilə bir vaxtda yeni mutagen maddələrin də axtarışı davam etdirilir. Daha güclü mutagenlər, bu vaxta qədər məlum olan bütün mutagenlərdən effektiv olan və kənd təsərrüfatı bitkilərində yüksək xeyirli mutasiya tezliyi əmələ gətirən – 1,4-bis-diazoa-s-etilbutan, N-nitrozometilsidikövhəri və başqaları keçmiş SSRİ EA-nın Kimyəvi Fizika İnstitutunda tapılmışdır (Zoz, 1961, 1966; Zoz, Markarova, Kolotenko, Salnikova, Kotanova, Triqorova, 1965; Zoz..., 1964).

Bu maddələrin mutagen aktivliyi Rapoport tərəfindən drozofila milçəyində müəyyən edilmiş və onların köməyi ilə 100% dəyişkənlik əldə etmək mümkün olduğu üçün onları supermutagen adlandırmışdır. Yumşaq buğdada bu mutagenləri sınaqdan keçirən zaman məlum olmuşdur ki, etileneminin aktivliyindən 2-3 dəfə artıq, yəni 80% mutasiya əmələ gəlir (Zoz, 1961; Zoz, Makarova, 1965).

1,4-bis-diazoasetibutan, N-nitrozoalkilsidikövhərinin, etileneminin bir sıra törəmələri, dimetilsulfat və başqa mutagenlər buğdada öyrənildikdən sonra genetik və seleksiyaçılar tərəfindən onlar kənd təsərrüfatı bitkilərində kimyəvi fizika institutu ilə birlikdə, hətta sərbəst olaraq geniş şəkildə sınaqdan keçirilir. Onların yüksək mutagen aktivliyi buğdada (Lişenko, 1968, Prosira, 1968, Siminel, 1968; Joqin, 1968; Priylin, 1968; Qazizov, 1967; Qazizov, Zoz, Naboymikov, 1968; Naboymikov, Qazizov, İonov, Faizov, Zazulina, 1968, Evdakimova, Pivovarova, 1968), arpada (Zosimoviç, Androşyuk, 1967, 1968; Şevtsov, 1968; Niki-forova, 1968, Usikova, 1968), qarğıdalıda (Stepanov, 1968; Orinşteyn, 1968), noxudda (Sobolev, 1965, Parasenkov, Dolqix, 1968; Pnova, 1968; Jarikova, 1968), tərəvəz bitkilərində (Videnin, Rodinov, Korovin, Vanifatov, 1968,



Qulyaeva, Abaşkina, 1968; Daqix, Parasenkov, 1968), kartofda (Xrabrov, 1968; Yaşına, Perşutina, 1968; Petruşina, Yaşına, 1968), tütündə (Sarıçev, 1967; Todua, 1968). . . və s. bitkilərdə göstərilmişdir.

Bu istiqamətdə tədqiqat işləri həmçinin meyvəli və dekorativ obyektlərlə də aparılır (Ryadnova, Eremin, Pşonova, 1968; ...). Qeyd edilmiş işlərin əksəriyyətində N-nitrozoetilsidik cövhəri və NSC yüksək effektə malik mutagen kimi qeyd edilir. Ən çox mutasiya, daha doğrusu seleksiya üçün perspektivli mutasiyalar axırncı mutagenlərin təsirlə noxud bitkisinə B. Şarmoy tərəfindən əldə edilmişdir (1965, 1966).

Başqa mutagenlərin sırasında keçmiş SSRİ EA-nın KFİ tərəfindən sintez edilmiş etileniminin törəmələri daha çox diqqəti cəlb etmişdir (Salnikova, 1968). Təzə mutagenlər arasında (başqa müəssisələr tərəfindən kəşf edilmiş) bir neçə mutagen qrupunu birləşdirən kompleks birləşmələr qüvvətli mutagen hesab edilir.

Atsenaftenin mutagen aktivliyi qara qarağatda Çuvaşın tərəfindən 1968- ci ildə, gibberlin turşusu buğdada (Qutov, 1964), 2,4-D buğdada (Fşinpenko 1958) göstərilmişsə də onların effektivliyi yüksək olmamışdır.

Xarici tədqiqatçıların təcrübələrində başqa mutagenlər içərisində yüksək effektə malik olan maddələrdən, xüsusilə etileniminə yaxın olan mutagenlərdən- metilmetansulfanatı, propilmetansulfanatı, butilmetansulfanatı və başqa alkan-sulfan efiri göstərmək olar. Bu mutagenləri arpada sınaqdan keçirən zaman məlum olmuşdur ki, butilmetansulfonat daha güclü mutagenidir, belə ki, mutasiya tezliyi etilmetansulfanatınkına oxşar olmuşdur. Qalan mutagenlər isə bir qədər zəif olmuşlarsa da, hər halda ionlaşdırıcı şüaların

effektindən geri qalmamışdır.

Bitkilər üçün diepoksimbutan, etiluretan və qlikol, yüksək təzyiqdə oksigen də qüvvətli mutagenidir. Gənəgərçək və yerfindığı yağının da yüksək aktivliyi göstərilmişdir. Son illərdə bitkilərdə sınaqdan keçirilmiş mutagenlər arasında ən yüksək yer nitrozoetil və nitrozometiluretana məxsusdur. Bu nöqtəyi-nəzərdən 1-metil-3-nitro-1-nitrozoquanidini də qeyd etmək lazımdır. Uretanların mutagen effektivliyi ilk dəfə 1948-ci ildə İ.A. Rapoport tərəfindən göstərilmişdir. Külli miqdarda mutagenlərin olmasına baxmayaraq yüksək genetik təsirə malik mutagenlərin axtarılması davam etdirilir.

### **1.3. Kimyəvi mutagenlərin təbiəti və onların təsir mexanizmi**

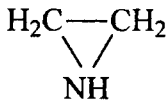
Hazırda yüzlərlə orta aktivliyə malik və onlarla güclü mutagen məlumdur. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi bu kimyəvi mutagenlərin çoxu, o cümlədən mutagen qrupları keçmiş Sovet ittifaqında kəşf edilmişdir. Kimyəvi birləşmələrin xüsusiyyətinə və sakit vəziyyətində, həmçinin replikasiya olunan DNT ilə reaksiyasına görə Friz mutagenlərin aşağıdakı formada təsnifatını təklif edir (Friz, 1964). DNT-nin replikasiyası zamanı onunla qarşılıqlı təsirdə olan amillər: nuklein turşularının sələfi olan inhibitorlar (5-bromurasil, 5-xlorurasil, 5-iodurasil və s.), DNT ilə spesifik idarə olunan kristallar (proflarin, mavi akrizin, göy metilen, göy toluidin və s.).

Nuklein turşularını sakitlik vəziyyətində dəyişən mutagenlər: oksidləşdiricilər (azot turşusu, peroksidlər və s.) mono-, bi-, -polifunksional alkili birləşmələr, təsnifləşdirilmiş birləşmələr, təsir mexanizmi hələ müəyyənləşdirilməmiş

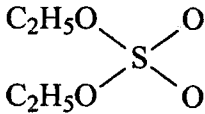
(xlorlu marqanes, alkaloidlər, ağır metallar və s.) birləşmələr.

Ən çox alkili qruplardan, elektrofil təbiətli qruplardan ibarət olan birləşmələr, karbonlu turşuları asanlıqla alkilləşdirən, ionlaşdırıcı vəziyyətində olan və aminlərdə qarşılıqlı təsirdə ionlaşdırıcı vəziyyətində olmayan qruplardan ən çox alkili birləşmələrdir.

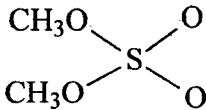
İonlardan ən geniş yayılmış və bitkilərdə yaxşı öyrənilmiş mutagenlərdən aşağıdakıları göstərmək olar:



etilenimin



dietilsulfat



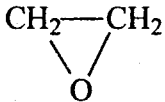
dimetilsulfat



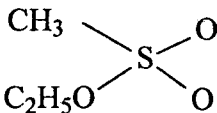
diazometan



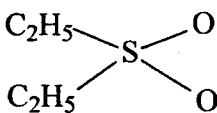
1,4-bis-diazoasetilbutan



etilen oksidi



etilmetansulfanat



etilmetansulfanat

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \quad \diagdown \quad / \\ \quad \quad \text{S} \\ \quad \quad / \quad \diagdown \\ \text{CH}_3\text{O} \quad \text{O} \end{array}$	metilmetansulfanat
$\begin{array}{c} \text{OH}_2\text{—OH}_2\text{Cl} \\ \diagdown \quad / \\ \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH}_2\text{—OH}_2\text{Cl} \end{array}$	iprit
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—CH}_2\text{Cl} \\ \diagdown \quad / \\ \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2\text{—CH}_2\text{Cl} \end{array}$	ipritin azotlu analoqu
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCHOH} \\ \quad \diagdown \quad / \\ \quad \quad \text{O} \end{array}$	qlisidol
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C—CH}_2 \\   \quad   \\ \text{O—C=O} \end{array}$	$\beta$ -propilakton
$\text{CH}_2\text{O}$	formaldehid
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{—N—C—NH}_2 \\   \quad    \\ \text{NO} \quad \text{O} \end{array}$	N-nitrozaetilsidikövhəri
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—N—C—NH}_2 \\   \quad    \\ \text{NO} \quad \text{O} \end{array}$	N-nitrozametilsidikövhəri
$\begin{array}{c} \text{ON} \\ \diagdown \quad / \\ \text{N—COOC}_2\text{H}_5 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CHO} \end{array}$	N-nitrozo-N-metiluretan

Fosforlu birləşmələr də yüksək mutagen aktivliyinə malikdir: