

A GENETIKAI TARTALÉKOK HASZNOSÍTÁSA A SZOVJETUNIÓ MEZŐGAZDASÁGÁBAN

DUBINYIN NYIKOLAJ PETROVICS
a Szovjetunió Tudományos Akadémiája rendes tagja

SZUTA Általános Genetikai Intézete, Moszkva

A modern genetika az organizmusok öröklékenységevel és változékonyságával foglalkozó tudomány, amely jelenleg kulcsszerepet játszik a biológiában. Ennek a tudományterületnek nagy eseménye volt az 1978-ban megrendezett XIV. Nemzetközi Genetikai Kongresszus.

A Szovjetunió Minisztertanácsa üdvözlő szavaiban hangzott el: „A genetika, amely az öröklékenységgel és változékonysággal foglalkozik, — ma a biológiai tudományok egyik kulcsfontosságú helyét foglalja el. A fizikai, kémiai és matematikai módszerek széles körű alkalmazásának köszönhetően a genetika egy igen fontos tudományággá, a modern, de leginkább a biológiai, mezőgazdasági és orvostudomány távlati fejlődésének alapjává vált. A modern genetika eszméi gyorsan realizálódnak a növények nemesítésében, az orvostudományban és a mikrobiológiai iparban. A genetikai alap kutatások bázisán új nagy termőképességű növény- és állatfajtákat, mikroorganizmus kultúrákat hoznak létre, valamint a betegségek örökletességének megelőzésére és gyógyítására dolgoznak ki új módszereket. A genetika az emberiség boldogulását szolgálja és a genetikusok kötelessége abban áll, hogy az adott területen elért eredményeket az emberiség jólétének fokozására fordítsák.”

Ennek megfelelően ma a genetika nemcsak fontos elméleti tárgy, hanem gyakorlati tudomány is, amely szorosan összefügg a népgazdaság különböző ágzataival.

Genetika és a gabonatermesztés problémái

A modern emberiség egyik legfőbb problémája, hogy élelemmel és mezőgazdasági nyersanyaggal lássa el a világot. Az egész világon egy év alatt mintegy 75 millió tonna tápértékű fehérjét állítanak elő, azaz 58 g fehérje jut minden emberre naponta, holott a napi átlagos norma 100 g. Ennek eredményeképpen az emberiség 60%-a hiányosan táplált és mintegy 30%-a éheznek. Az

A Magyar—Szovjet tudományos és műszaki együttműködés 30 éves évfordulója alkalmából rendezett tudományos ülészen elhangzott előadások. Budapest, 1979. szeptember 21.

ENSZ Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Szervezete (FAO) véleménye alapján az „éhínség válhat az emberiség legfőbb politikai problémájává”. A Földön a megtermelt gabona mennyisége 1 344 000 000 tonna egy év alatt, ami az összes élelmiszerforrás 45%-a.

Sok országban a gabona kérdése már megoldott. Így Észak-Amerikában, — ahol az emberiség 5,8%-a él — a világ gabonatermelésének 17,7%-át (236 millió tonna) állították elő és a Szovjetunióban, ahol az emberiség 6,8%-a él (256 millió ember), az 1976—1977. év folyamán a világ gabonamennyiségének 15,7%-át (209,6 millió tonna) termelték meg. A gabonahiány a fejlődő országokat jellemzi. Ázsiában, ahol a földkerekség népességének mintegy 58%-a él, a gabonatermelés 38%-át (514 millió tonna) állítják elő, míg Afrikában, ahol a lakosságot 100-nak véve (434 millió ember), a gabonatermés 5 %-át (68 millió tonna) állítják elő.

A szocialista országokban a nagy sikerek ellenére, erőfeszítéseket tesznek a gabonatermesztés további fokozására. A Szovjetunióban az SZKP KB 1978. júliusi pléniumán rámutattak, hogy a mezőgazdaságot feltétlenül iparszerű termelési rendszerre kell átállítani és az 1981—1985. évekre átlagosan 238—243 millió tonna gabonát kell előállítani, míg 1990-re el kell érni, hogy minden emberre az országon belül 1 tonna gabona jusson. 1977. évben a Szovjetunióban 236 millió tonna gabonát állítottak elő. Mindez arra mutat, hogy a földkerekségen a gabonatermesztés egyensúlyát a fejlődő országok mezőgazdasága tudja megteremteni. A „zöld forradalom” segítségével az elmúlt 17 esztendő alatt próbálkozásokot tettek a helyzet megváltoztatására. H. E. Borlaug és mások Mexikóban (Kukorica és Búzanemesítési Nemzetközi Központ) az 1953-ban indult kutatások során a „Norin 10” fajta törpeség génjének felhasználásával olyan féltörpe intenzív búzafajtákat állítottak elő, melyek nagy termőképességűek. A Nemzetközi Rizskutatóintézetben féltörpe rizsfajtákat állítottak elő. Az 1961—1964. évek során a törpeszárú fajták erősen elterjedtek Ázsiában, Afrikában és Dél-Amerikában. Ezek a fajták a genetika óriási eredményei, mivel nagy termőképességűek, nem dőlnek meg, fotoszintézisük igen intenzív, amit a levelek kedvező elhelyezkedése biztosít. Az elképzelések szerint ezek az intenzív fajták megkétszerezhetik a gabonaterméseket, amihez viszont növelni kell az öntözhetőség mértékét, a műtrágyaadagokat, a gépesítést, valamint fokozni kell a peszticidek és más növényvédő szerek felhasználását.

Az adott fajták előállítóinak az a véleménye, hogy elterjedésük esetén alkalmasak a fejlődő országok mezőgazdaságának megváltoztatására. Ugyanakkor 17 évvel a bevezetésük után, azt kell konstatálni, hogy a jelenlegi gabonatermesztési eredmények ismeretében az adott körzetek problémája megoldatlan maradt. Ami ennél több, a „zöld forradalom” egy sor negatív utóhatást váltott ki. Közülük leginkább kiemelhetők: a tropikus és szubtropikus körzetek bioszféráját mérgező vegyi anyagokkal szennyezték; tömeges

vírusfertőzési epidémia és rovarfertőzés lépett fel a növényekben, mivel óriási területeken a gabonafélék genetikai plazmája azonos volt; annak következtében, hogy a helyi fajták genetikailag igen értékes plazmáját elvesztették, mivel monopolhelyzetbe kerültek a termesztés szempontjából a behozott, féltörpe intenzív fajták; a fejlődő országok gazdasági helyzetében beálló megrázkódtatások hatással voltak a gépesítésre, az öntözésre, a drága vetőmagvak, a műtrágyák és növényvédő szerek beszerzésére.

A növénynemesítés genetikai módszerei

A modern genetikai nemesítés főbb módszerei közül a következőkre kell rámutatni:

- a kísérleti és természetes mutagenézis;
- poliploidia;
- genetikailag szabályozott heterózis;
- fajokon belüli keresztezések; kiválogatás; populációgenetika; egyes kromoszómák és szegmentumaik örökletességének irányítása;
- távoli hibridizáció.

A növénynemesítés céljából óriási jelentőségű a kultúrnövények genetikai tartalékai világgyűjteményeinek felhasználása. A jövő feladata, hogy a vadon élő formáknak egyrészt növeljék a produktivitásukat természetes viszonyok között, másrészt kultúrállapotba hozzák őket. Ezek a feladatok megkövetelik, hogy a vad formákat ökológiai-geográfiai populációk komplex alakjában őrizték meg. Csak ilyen alakban őrizhetjük meg a Földön nemcsak a fajok sokféleségét, hanem a gének teljes változatosságát is, ami igen értékes lehetőségeket rejt magában az alkalmazott evolúció szempontjából.

Az ilyen gének felhasználásával meg lehet oldani a nemesítési folyamatok legfontosabb problémáját, amely kapcsolatban van a helyi viszonyok mellett a termesztett fajták és állatfajok genetikai alkalmazkodóképességével. Ez észrevehetően csökkentheti a terméshozamok függését az adott év klimatikus és egyéb viszonyainak változásaitól. A tropikus és szubtropikus országok számára megvalósult az a lehetőség, hogy létrehoztak olyan fajtákat, amelyek vegetációs időszaka igen rövid és ez lehetőséget ad arra, hogy kettő, sőt három termést takarítsanak be egy év leforgása alatt. A közeljövőben a genetikának a mezőgazdaságban történő alkalmazása az említett klasszikus módszereknek a fejlődésén fog alapulni, ami lehetővé teszi azt, hogy a növénytermesztési produktumnak előállítását intenzívebbé tegyék és megoldják a minőség kérdését, olyanokét, mint például a fehérjék aminosav összetétele, a télállóság, immunitás, a hús és rost minőségét stb.

Az új módszerek alkalmazására bemutatok néhány példát. A SZUTA Általános Genetikai Intézetében a poliploidia és a távoli hibridizáció alkal-

mazásával óriási hibrid anyagot állítottak elő a burgonyánál, amikor is a keresztezésbe kettő-három-négy-öt, sőt hat fajt vontak be. Sok hibrid klónt kaptak, amelyek ellenállóak voltak a különböző patogénekkal és kártevőkkel szemben. Jelenleg gyakorlati termesztésre adták át a „Veszna” és a „Bélájá nocs” fajtaikat. A „Veszna” fajta sikeresen vizsgázott az állami fajtakísérletekben és az OSZSZK sok körzetében körzetesítették. Tőzeges talajokon ennek a fajtának a termés hozama eléri a 600 q/ha-t.

A burgonyanemesítésben kialakított új rendszer alkalmazásánál elért sikerek tanúskodnak arról a nagy jelentőségről, amit a kísérleti poliploidia és a kártevők és patogénekkal szembeni ellenállóképesség genetikájának kutatása jelentett a gyakorlat számára.

A poliploidia módszere sikerének világos példjaként szolgál a búzarozs amfidiploida, azaz a tritikale létrehozása. Ez a kísérleti úton előállított harmadik gabonaféle a búza és rozs után, amely hivatott a világ gabonatartalékainak növelésére, mind étkezési, mind takarmányozási célokra. Ezt a munkát 1960 óta sikeresen vezeti Harkovban A.F. Sulindin. Az általa előállított szintetikus tritikale nemzetség igen értékes géntartalékként szolgálhat a nemesítésben.

A Szovjetunióban 4 poliploid rozsfajtát körzetesítettek (N.C. Cicin és munkatársai), amelyek jelenleg az adott kultúra vetésterületének mintegy 1/7 részét foglalják el és 30 millió rubel szemterméstöbbletet biztosítanak. Körzetesítették és a termésbe bevonták a pohánka tetraploid fajtát, melyet Belorusszia kutatói hoztak létre. A poliploidia módszerét alkalmazták N.V. Cicin, G.D. Lapesenko és munkatársai a búza-tarackbúza hibridizációs munkáik során.

Ugyanebben az intézetben 3—5 ezer önmegporzott napraforgó vonalat is tanulmányoztak, melyek között egy sor igen jó mutatókkal rendelkező vonalat ismertek fel. Genetikai-nemesítési programokat dolgoztak ki a vonalak közötti heterózis hibridek és szintetikus populációk létrehozására, az intenzív típusú napraforgó kialakításához, melynek termés hozama eléri az 50 q/ha-t. Ugyanakkor törekednek olyan korán érő fajták és hibridek létrehozására is, amelyek Szibériában is termesztethetők. A heterózis hibridek létrehozásának módszere szolgált alapul az intézetben az élesztők ipari törzseinek nemesítésében is. A hibridizációba nagyszámú kiindulási anyagot vontak be. A különböző keresztezési módszerek alkalmazásával produktív triploid és tetraploid hibrideket állítottak elő. A diploid és a tetraploid hibrideket sikeresen alkalmazzák a szesz- és sütőipari élesztők gyártásában.

Kiterjedt kutatások folynak a kémiai mutagenézisnek a nemesítésben történő alkalmazása terén, melyet I.A. Rappaport vezetett genetikai és nemesítési szakemberekből álló kollektíva végez. Az indukált mutáció alkalmazásának világos példája a V.A. Sztrunnyikovnak a selyemhernyó fajták létrehozására végzett munkája. A SZUTA Citológiai és Genetikai Intézetében és a VASZHNIL Szibériai Részlegében a besugárzás során nyert mutáns felhasznál-

nálásával hozták létre a „Novoszibriszkij 67” tavaszi búzafajtát. V.M. Golovcsenko kémiai mutagenézis segítségével hozta létre az alkaloidamentes csillagfürt fajtát stb. Ez csak egy kis része az alapkutatási eredményeknek a nemesítésben történő sikeres alkalmazására.

Genetika és a mezőgazdaság jövője

A jövő feladatai felé fordulva, feltétlenül figyelembe kell venni, hogy a korunkban végzett alapkutatások újabb alapokat teremtenek a nemesítésben. Ezek közül a következőkre utalhatunk:

- a génengineering lehetővé teszi, hogy kiválasztott sejtek genomjába bármilyen élő szervezet géneit vagy kémiai módszerekkel szintetizált géneket építsenek be;
- növényi szövetkultúrák, amelyeknél a mutagén kezelésnek alávetett sejt populációk száma eléri a baktériumok esetében mért 10^{10} értékrendet. Egyetlen sejtből teljes növényt nevelnek fel. A növényi szövetkultúrák a haploidok forrásaként szolgálnak. A különböző fajok sejtjeinek egyesítése során amfipoliploidok keletkeznek. A sejtenyészetek kiváló alapanyagul szolgálnak a génengineering számára;
- a növények apomixisének irányítása nagy perspektíváknak ad tág lehetőséget;
- a mezőgazdasági állatok esetében nagy perspektíva adódik szuperovuláció alkalmazására, a nemek szabályozása problémáinak kidolgozására, a mag nélküli petesejteken keresztül történő törzsesítésre stb.

Figyelembe véve a mezőgazdaság iparosodása során felmerülő feladatok megoldását, nem szabad megfeledkezni arról, hogy úgy, ahogyan a tudományos-technikai forradalom minden problémája, úgy a jövőben a mezőgazdaság is meghatározott, a bioszféra állandóságát biztosító folyamatok helyes arányának megfelelően kell, hogy tovább fejlődjön. Ez utóbbit nem lehet megvalósítani a mezőgazdaság tervszerű, szocialista fejlesztése nélkül. Ez azt mutatja, hogy megbonthatalan kapcsolat áll fenn a világ mezőgazdasága stratégiai feladatai megoldásának sikerei és az emberiség szociális helyzete között.

A jelenleg folyó nagyméretű kutatások között, amelyek biztosítani hivatottak a mezőgazdaság és a bioszféra helyes arányát, meg lehet határozni a legfontosabbat, a növényvédőszeres és a műtrágyák káros hatásaitól való megszabadulás szükségességét.

Az ember környezetét próbára teszi a nagy mennyiségben a talajba juttatott nitrogén és növényvédőszereseknek a különböző hatása. Ezzel kapcsolatos az iparnak a száz millió tonnás mennyiségben előállítandó műtrágya és növényvédőszer energiaigénye is. Az alkalmazott műtrágyák és más agrokémiai anyagok mennyiségének mintegy $2/3$ -a a folyókba, tavakba, tengerekbe mosódik

ki. A műtrágyáknak és a növényvédőszereknek a hatása a modern mezőgazdasági termelésben nyilvánvaló. A houstoni intézet (USA) futuroológusai, Brown és Matel (1976) az elkövetkező 200 évre adták meg a prognózisukat és megállapították, hogy igen erősen fokozódni fog a nitrogén, a peszticidek, az inszekticidek, fungicidek, a defoliánsok stb. felhasználása a mezőgazdaságban.

Ebbe nem egyezhetünk bele. A növényvédőszeresek csökkentése céljából el kell érniünk, hogy immunis fajtákat hozzanak létre és dolgozzák ki a biológiai védelem módszereit, ami lehetővé teszi az alkalmazott növényvédőszeres mennyiségének csökkentését. A légköri nitrogén megkötését biztosító, nitrogénmegkötő baktériumokkal szimbiózisban élő kultúrnövényeket két nagy csoportra lehet felosztani: gabonafélék, mint a búza, a rizs és mások, amelyek nem képesek a nitrogénkötést biztosító szimbiózisra, míg a másik csoport a pillangósok, mint a szója, a lucerna stb., amelyek szimbiózisban élnek a nitrogénkötő baktériumokkal (*Rhizobium*). A nitrogénkötés újabb formái feltárásának útjai közül az egyik az, hogy mind a gabonafélék, mind a *Rhizobium* esetében génengineering útján alakítsák ki a nitrogénfixáló képességet. Sokkal nehezebb annak a kérdésnek a megoldása, hogy akár a gabonaféléket, akár a pillangósokat közvetlen nitrogénmegkötő organizmusokká alakítsák át.

Jelenleg a legrealisabb feladatnak látszik, hogy a talajban élő, nem nitrogénmegkötő baktériumokat nitrogénmegkötőkbe tegyék. Erre a célra a most folyó kutatások során, nitrogénmegkötő génforrásként a *Klebsiella pneumoniae* baktérium szolgál, amelynél a DNS molekulában a nitrogenáz gének *nif*-operon formájában csoportosulnak. Ez az operon a rekombinált DNS plazmidokon keresztül került az *Escherichia coli* baktériumba, amely ezzel nitrogénmegkötővé vált. A nitrogénmegkötés problémájának jelentősége kifejezetten óriási, és a közeljövőben történő esetleges megoldása megváltoztathatja a modern mezőgazdaság képét.

A világon 13,15 milliárd hektárnyi terület a szárazföld, melyből 1,4 milliárd hektáron folyik mezőgazdasági termelés. Ennek megfelelően figyelembe kell venni, hogy a modern élő zöld növények a szervesanyagképzéshez a Földre jutó napenergia 0,1–0,2 százalékát hasznosítják. A földművelésbe vett területeken a napenergia hasznosulása 0,5–1,0%, míg a jobb területeken figyelembe véve a talaj termékenységet is, a hasznosulás eléri a 4,0–5,0%-ot. Amennyiben sikerül a szükséges mértékben genetikailag átalakítani a növényeket, úgy a napenergia hasznosulása elérheti a 10%-ot is. Ez arra utal, hogy igen nagy jelentőségűek azok a kutatások, amelyek a fotoszintézis mechanizmusának, genetikájának feltárása és a termés hozamok genetikai-növényélettani elméletének kidolgozására irányulnak. Az adott problémáknak a megoldása reálisan veti fel annak kérdését, hogy a Földet zöld óceánná változtassák a kultúr- és természetileg eredeti növények szempontjából.

Megvalósítva ezt a munkát, feltétlenül figyelembe kell venni, hogy a mezőgazdasági elméleteknek bele kell illeniük a bioszférába, hogy azok ne

változtassák meg annak egészét. Szerves részévé kell válniuk a földkerekség növényzetének, amely ellátja élelemmel az emberiséget, oxigént ad és díszíti a Földet. Ilyen rendszerezett hozzáállás szükségessé teszi az alapkutatásokat, melyek vitele hatással lesz a mezőgazdaság sikereire.

A Szovjetunióban a nemesítés történetében elért kiemelkedő eredmények olyan világhírű tudósok munkájából származnak, mint N.I. Vavilov, I.V. Micsurin, A.P. Sehudrin, P.P. Lukjányenko, V.Sz. Pusztovojt, V.N. Remeszlo, N.V. Cicin és mások. A kutatások jelenlegi színvonalán a genetikai alapkutatásokban olyan részeket lehet az első tervek alapján elkülöníteni, mint a világ növénygyűjteménye génplazmájának felhasználása, experimentális mutagenézis, poliploidia, fajon belüli és távoli fajok hibridizációja, a genetikailag irányított heterózis felhasználása, a növények, állatok és mikroorganizmusok esetében alkalmazott biokémiai genetika; a sejt, kromoszóma és génszinten végrehajtandó engineering és más módszerek, amelyek napjainkban jutnak elsőrendű szerephez a nemesítésben. Ezek a módszerek döntő szerepet játszanak az ország mezőgazdaságának felemelkedésében. A genetikai nemesítés programja a mezőgazdaság iparszerűvé válásával újabb növényi, állati és mikroorganizmus formák létrehozását célozza. Még jelentősebb szerepet fog játszani a nemesítés tájegységek szerinti végzése, ami lehetővé teszi az évjáratok okozta ingadozások leküzdését. Fontos jelentősége van annak, hogy módszert dolgozzanak ki a meglevő kultúrnövény populációk és állatfajták genetikai változatosságának stabilizálására és megőrzésére.

Amennyiben a felsorolt alapkutatás jellegű munkák a jövő feladatai, úgy feltétlenül egy olyan prognózis, amely a hagyományos genetikai nemesítés és más elérhető rendelkezések alkalmazása során kapott eredmények felhasználásán alapszik. Az elvégzett számítások szerint a földművelés termékeinek mennyiségét mintegy 10–20-szorosára lehetne emelni. A génengineering és más egyéb újabb módszerek kidolgozása még nagyobb és minőségileg újabb eredményeket biztosíthat. Mindez arra utal, hogy a társadalmi egyenlőséghez közeledve a tudomány jelenleg és a jövőben, amikor a Föld népessége elérheti a 7–10 milliárd főt, olyan helyzetet teremthet, hogy az emberiség előtt nem áll majd az élelem és a mezőgazdasági nyersanyag hiányának problémája. Megvan minden lehetőségünk arra, hogy ezt a bőséget elérjük.