

FILOGENETIKAI VIZSGÁLATOK ÉLESZTŐKÖN

ZSOLT JÁNOS

(Érkezett: 1954 június 30-án)

A filogenetikai kutatás, a ma élő szervezetek elődeinek kimutatása még a magasabbrendű szervezetek esetében is jórészt az úgynevezett fokozati sorokon alapszik. A recens formákat olyan sorokba rendezik, melyekben valamely bélyeg fokozatosan változik. Ezen az alapon persze a leszármazás tényleges útjait teljes bizonyossággal megfogni nem lehet. Csupán azt jelezzük a fokozati sorral, hogy a törzsfajlódás folyamán a fokozati sorban feltüntetett szervezetekhez hasonlóak követték egymást. A törzsfát magát csupán ősmaradványokkal rekonstruálhatjuk (DUDICH, 1952). Ez pedig az élesztők — és általában a mikroorganizmusok — esetében lehetetlen, mivel jellemzésükhöz tenyésztési kísérletek szükségesek.

De éppen a mikroorganizmusok körében igen sok adatunk van a változékonyságról, a külső tényezőknek a tulajdonságokra való hatásáról. És ezek az adatok nemcsak a fokozati sorok felállításánál, az egyes tulajdonságok elsőleges vagy másodlagos voltának megállapításánál vannak segítségünkre. Kísérletekben nem egy ízben sikerült már lényeges, maradandó változásokat is elérni. Ezek a filogenezis hosszabb-rövidebb, kísérletesen létrehozott szakaszainak tekinthetők és minden reményünk megvan rá, hogy a jövő kutatásai ezen a téren még nagyobb lehetőségekhez fognak bennünket juttatni.

Az alábbiakban részben irodalmi adatok, részben saját adataim nyomán az élesztők néhány fontosabb tulajdonságát kísérelem meg elemezni annak bizonyítására, hogy a filogenetikai munka az élőlényeknek ebben a csoportjában sem reménytelen.

Morfológiai bélyegek

A *vegetatív test*. Élesztőknek a sarjadzással szaporodó gombákat nevezzük. A sarjadzás különbözteti meg őket a többi gombától, melyekre a fonalas testalak jellemző.

A sarjadzó életforma valószínűleg összefüggésbe hozható a folyékony táptalajjal. Ismeretes, hogy a *Mucor*-félék és egyes *Ustilago*-k üszögspórái folyékony táptalajon élesztőszerűen sarjadznak. Az élesztőgombákat életciklusuk megismerése előtt a legkülönbözőbb fonalas testű gombák sarjadzó alakjainak tartották. Az élesztőfélék körében a tisztán sarjadzó alakoktól minden átmenetet megtalálunk a kizárólag fonalas formákhoz. Az átmeneti, fonalat és sarjakat egyaránt képző formák esetében a fonalak elsősorban, sok-

szor kizárólag szilárd táptalajon, illetve a folyadék felszínén jelentkeznek, míg a folyadék belsejében a sarjadzó alak dominál. A kizárólag sarjadzó formáknál gyakori a folyadék felszínén képződő hártában a megnyúlt sejtalak, esetleg a hosszúra nyúlt sarjakkból alakult, fonalszerű pseudomicélium.

A vegetatív testalakban elsőlegesnek tekinthetjük ezen az alapon a fonalat, másodlagosnak a sarjadzó formát, míg a pseudomicéliumot harmadlagos jellegnek foghatjuk fel.

Egy másik fokozati sor vezet a fonalas alaktól az oidiumokra eső fonalon át a kizárólag oidiumokból álló *Schizosaccharomyces*-ig.

A ma ismert sarjadzó formák közti egyéb morfológiai különbségek valószínűvé teszik, hogy a fenti fokozati sorokkal ábrázolható folyamatok a törzsféjlődés folyamán egymással párhuzamosan több ízben is végbe mentek.

A szexuális folyamatok. A redukciós osztódással végbemenő spóráképzést és a haplofázisból diplofázisba vezető kopulációt egész sor fajnál megfigyelték. A nemzedékváltakozás sok formánál szabályszerű. Egyeseknél a vegetatív szaporodás a diplofázisban történik, a haplofázis a redukciós osztódással keletkező spórákra szorítkozik, melyek csirázáskor kopulálva újra a sarjadzó diplofázist hozzák létre (*Saccharomyces*-típus). Mások viszont a haplofázisban szaporodnak vegetatívan. A diplofázist a kopulációval keletkező zigóta képviseli.

Ez redukciós osztódással rögtön a haplofázisú spórákat hozza létre, melyek csirázás után haplofázisban szaporodnak tovább (*Zygosaccharomyces*-típus). A formák egy részénél azonban a haplofázis és a diplofázis változása szabálytalan, helyesebben a fenti két típus között áll. Az eltolást a két szélső típus között kísérletesen is sikerült megvalósítani (LODDER, 1947).

Ezek a megfigyelések teszik valószínűtlenné GUILLERMOND elképzelését, mikor a diplofázisban és a haplofázisban szaporodó élesztőket két külön sorba osztotta és az elsőt a *Taphriná*val, a másodikat az *Endomycesszel* hozta kapcsolatba. A féjlődési ciklus filogenetikai jelentősége az élesztők körében egyelőre vitatott.

Külön fokozati sort állíthatunk fel a szexualitás redukciója alapján. Az elsőleges állapot két sejt jól felismerhető összeolvadása. Következő lépésnek foghatjuk fel a *Nadsonia* esetét, ahol egy anyasejt és a tőle el nem vált fióksejt olvad össze zigótává. A redukció további szakaszában egy sejten belül két szexuálisan differenciált mag összeolvadása képviseli az ivaros folyamatot, melyet esetleg még a sejten megjelenő kitüremkedések (»kopulációs kísérletek») jeleznek. Később ezek is elmaradnak és csak a sejtek megváltozott alakjából, nagyságából és további viselkedésükből következtethetünk a diploidizáció megtörténtére (»direkt diploidizáció» WINGE, LAUSTSEN, 1937). Végül a szexualitás teljesen eltűnik és jobb híjján a Fungi imperfecti csoportba kell sorolnunk asporogéné vált gombánkat.

Külön figyelmet érdemelne filogenetikai meggondolásoknál a spórák alakja, mely feltehetően legkevésbé van alávetve a környezeti hatásoknak. A spóraelakok fontosságára ZENDER (1926), KRASZILNYIKOV (1935) hívták fel a figyelmet. Erősen kiemeli jelentőségüket PAZONYI is (1954). Szerinte a spórák száma, elhelyezkedésük és alakjuk a törzsek legkövetkezetesebb jellemvonása. Különböző spóraelakok jelentkezése egyébként azonos fejlettségű csoporton belül mindenesetre gyaníthatóvá teszi a csoport heterogén voltát.

Fiziológiai bélyegek

Légzés-erjedés. Az élesztőknek az ember szempontjából legfontosabb fiziológiai tulajdonsága, az erjesztőképeség másodlagos jelleg. Hogy a lélegző életforma az elsőleges, mutatja, hogy az élesztők teljes életciklusukat csak oxigén jelenlétében tudják befutni és hogy oxigén nélkül ad infinitum nem szaporíthatók. Hogy a lélegző életformának erjesztővé válása milyen körülmények között és mikor történhetett, arra nézve már állnak rendelkezésünkre valószínű elképzelések.

KUDRJAVCEV-nek a Szovjetunió különböző helyein, a legkülönbélebb természetes anyagok élesztőgombaflórájának tekintetében végzett sokéves vizsgálatai azt mutatták, hogy a sör- és a szeszélesztők erjesztő tulajdonságaival rendelkező élesztőgombák a megvizsgált anyagok egyikében sem találhatók, azonban mindig ott vannak a sör- és szeszgyárak cefréiben. A fenti eredmények valószínűvé teszik, hogy ezeknek az élesztőknek erjesztőképesége azoknak az életfeltételeknek a hatása alatt alakult ki, melyek között őseik az ember gazdaságában évezredek óta tenyésztettek. Az ember annak idején a gabonaszemeket vízben áztatta, hogy megpuhuljanak. Az így előállott lé fertőződött élesztőkkel, melyek alkalmazkodtak az új környezethez és elerjesztették az ott található kis mennyiségű cukrot. Különösen szembetűnővé vált ez, mikor egyes magvak ki is csíráztak és ennek következtében a lé cukortartalma megnövekedett. Az ember, törekedvén ennek az erjesztett terméknek a minőségét megjavítani, lépésről-lépésre jött rá az előállítás jobb módszereire, minek nyomán a mai eljárások, egyidejűleg a mai szervezetek kialakultak (KUDRJAVCEV, 1951).

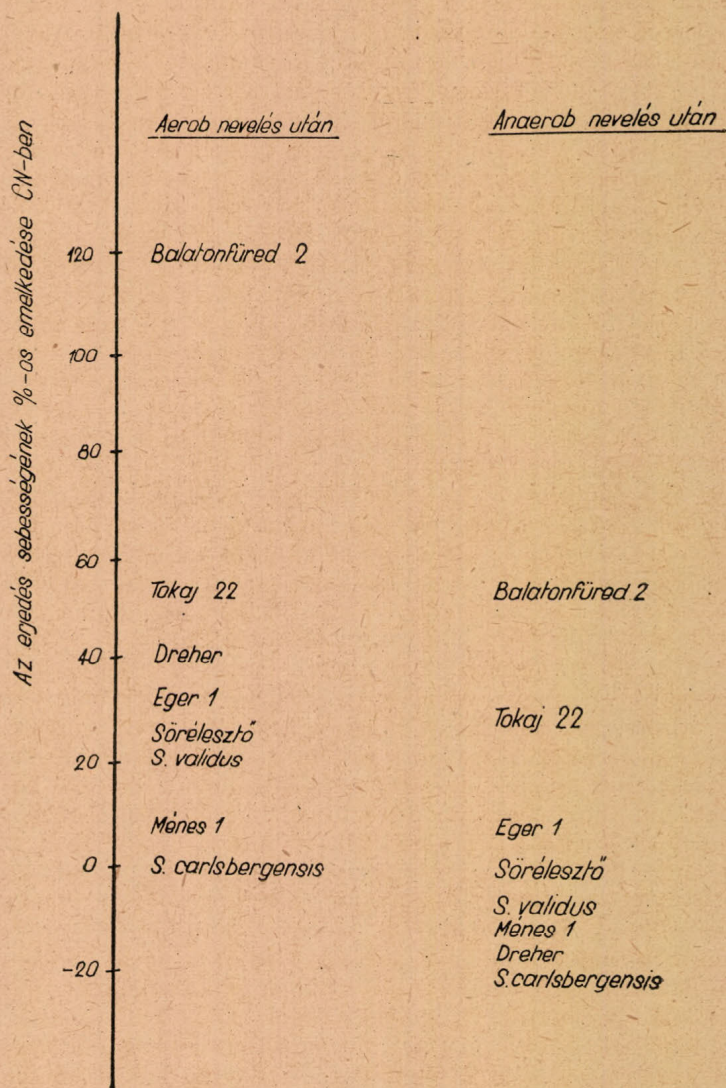
Az erjesztőképeség kialakulásával kapcsolatban egész sor kísérleti adatot ismerünk, melyek szerint az anaerób körülmények között nevelt, ill. ilyen körülmények között tartott élesztő erjesztőképesége emelkedik az aerób kontrollal szemben. Ismerünk adatokat, melyek szerint cián jelenlétében nevelt, tehát légzésükben gátolt élesztők erjesztőképesége jelentősen emelkedett (PETT, 1936). Ez a megváltozás öröklődött is.

Mind ezek ellenére még mindig nem ismerünk új, meghatározott tulajdonságú mikroorganizmusok előállítására alkalmas gyors és biztos módszereket. (IJERUSZÁLIMSZKIJ, 1952.) A sikeres átalakítások legtöbbször a megfelelő körülmények között való »hosszas tenyésztéssel« sikerültek. Az ilyen hosszás tenyésztés alatt pedig nagyon sok minden történhet a tenyészetekkel!

Az élesztőket ezek szerint fokozati sorba rendezhetjük a légzési és erjesztési anyagcsere aránya alapján. Egyszerű módszer az egyes törzsek e szempontból való jellemzésére a Pasteur-reakció mérése. Az erősebben lélegző törzsek esetében a Pasteur-reakció nagyobb lesz, mint a gyengébben lélegzőknél. Az ábrán néhány élesztőtörzs ily módon megejtett vizsgálatát mutatom be (1. ábra).

Tekintve, hogy az anaerób körülményeket 0,001 M KCN-el biztosítottam, egyes esetekben negatív értékeket is kaptam. Akkor következett ez be, mikor a cián közvetlen erjedésgátló hatása nagyobb volt a Pasteur-reakció útján létrehozott erjedésgyorsulásnál.

A cián hatását az erjedés sebességére mértem rázott tenyészetben, tehát aerób körülmények között és nyugvó tenyészetben, tehát többé-kevésbé anaerób körülmények között nevelt anyagon is.



1. ábra — Рис. 1 — Fig. 1

Mint látjuk, az erjedés sebességének emelkedése a ciános szuszpenziókban általában eltérő volt. Az anaeróban nevelt anyagon az erjedés sebessége cián hatására csak kis mértékben emelkedett, esetleg csökkent is. Az aeróban nevelt anyagnál jóval erősebb gyorsulásokat kaptam egyes törzseknél. Másoknál ilyenkor is csak kis emelkedés mutatkozott. Ez érthető. Anaerób körülmények között az élesztőkben nem alakul ki számottevő lélegző rendszer, ezért kapunk csak kis mértékű erjedésgyorsulást a cián hatására. Aerób körülmények között azonban komoly méretű lélegző apparátus keletkezhet. Azokat a törzseket, melyeknél valóban keletkezik is, filogenetikusan fiataloknak tekinthetjük, mert még aránylag közel állnak az ősi, lélegző típushoz. Azokat a törzseket, melyek aerób körülmények között sem fejlesztenek komolyabb lélegzőrendszert, filogenetikusan előrehaladottaknak tarthatjuk.

Ez utóbbiak közé tartoznak mindenekelőtt a sörélesztők: Dreher, Sörélesztő, *Saccharomyces validus* és *carlsbergensis* jelzésű törzsek. Hogy az 1937-ben begyűjtött Balatonfüred 2 borélesztő filogenetikusan fiatalnak mutatkozik, egészen természetes. Az a tény azonban, hogy a század elején gyűjtött magyar borélesztők közül egyesek, különösen a Ménes 1, úgy viselkedik, mint a legöregebb sörélesztők, már érdekesebb. Ez azt mutatja, hogy az aerób anyagcsere visszaszorulásának filogenetikus folyamata aránylag rövid idő alatt is végre mehet.

Az »alkoholtűrésre«. Az erjesztőképesség kialakulásával az élesztők — képletesen szólva — új probléma elé kerültek. Lehetővé vált így számukra az anaerób életterek benépesítése, viszont új külső körülményt jelentett az erjedés következtében felhalmozódó alkohol káros hatása. Az élesztő fajtájától, a tápoldat összetételétől és a hőmérséklettől függően az alkohol-koncentráció az erjedő oldatban különböző magasra emelkedhet.

Az anaerób anyagcsere káros következményeit a sejtek legegyszerűbben úgy kerülhetik el, hogy leállítják az erjedést, mielőtt még a felhalmozódó alkohol veszélyessé válhatnék számukra. LINDNER (1922) sörélesztővel erjesztett UV-besugárzás közben és azt találta, hogy így a sejtek magasabb %-ig erjesztettek, mint anélkül. Ismerve az UV-sugárzás romboló hatását, kézenfekvő feltenni, hogy egy, az erjesztő enzimrendszerénél érzékenyebb gátló mechanizmus károsítása adja az észlelt eredményt. Hogy az anyagcsereleállító mechanizmus feltételezése nem csupán elképzelés, mutatják LINDEGREN (1945, 1946) vizsgálatai. Ő kimutatta, hogy anaerób körülmények között a sejtekben glikogén halmozódik fel, és ennek hatására a sejtek fokozatosan nyugalomba jutnak. És jól egyeznek ezzel LINDNER jóval korábbi megfigyelései, melyek szerint a besugárzott élesztőkben glikogénfelhalmozódás nem volt.

Azoknál az élesztőknél, melyek besugárzás nélkül is magas %-ig erjesztenek, feltehető, hogy ez a védekező mechanizmus degenerálódott. Itt az erjedés leállítását legnagyobb részt a felhalmozódó alkohol közvetlen plazmakárosító hatása okozza.

Ezek alapján az erjesztő élesztőknél két fokozati sort állíthatunk fel. Az egyik csúcán a sörélesztők állnak, a leginkább házasított élesztők, melyek nagyszerűen alkalmazkodtak a sörgyártás technológiája folytán előálló, csaknem állandó anaerób körülményekhez. Erjesztés segítségével fenntartják magukat az anaerób környezetben, de erjedésgátló mechanizmusuk leállítja az erjedést, még mielőtt a felhalmozódó alkohol a sejtekre végzetessé válhatnék. A másik fokozati sor a szesz- és borélesztőkben végződik. Ezt patológikus elváltozásnak foghatjuk fel.

Különböző törzseknél néztem az alkohol behatolását a sejtekbe és azt találtam, hogy éppen a gyengén erjesztő élesztők képesek belsejükben több vizet viszonylag alkoholmentesen megőrizni; a jól erjesztők sokkal gyengébben védekeznek az alkohol behatolása ellen. Jól erjesztők alatt itt a borélesztőket értem. A gyengén erjesztők közül sörélesztőket és gyakorlatilag egyáltalán nemerjesztő vadélesztőket vizsgáltam. E két utóbbi esetben a védekezés kb. egyforma mértékű volt. Így tehát a borélesztőkben az anyagszereléálító mechanizmus sorvadásával együtt az alkoholbehatolás ellen dolgozó mechanizmus is csökkent. A sörélesztőkben viszont az egyéb irányú nagyfokú alkalmazkodás ellenére episztatikus tulajdonságként megmaradt a lélegző ősöknek az a képessége, hogy plazmakolloidjaik hidratációját jól meg tudják őrizni (ZSOLT 1953).

Meg kell jegyeznünk, hogy PELC, SIMEK és VAMOSNÉ (1952) újabb, a régebbi megfigyeléseknek ellentmondó eredményei az alkoholtűréssel kapcsolatban a fentebb vázoltak módosítását tehetik szükségessé. Ők ugyanis azt találták, hogy még magas alkoholkoncentráció mellett is van nagyszámú élő, sőt sarjadzó sejt!

Különböző cukrok erjesztése. Ezt a tulajdonságot a szisztematikusok állandónak tartják és általánosan használják az élesztőformák jellemzésére (LODDER, KREGER VAN RIJ 1952). Másrészt igen sokat vizsgálták különböző cukrokkal kapcsolatban az úgynevezett adaptív enzimek képződését. A mi szempontunkból itt az az érdekes, hogy egyesek szerint az adaptáció folyamán csupán meglevő enzimek mennyiségi gyarapodásáról van szó, mások szerint az enzimek újonnan is képződhetnek. Amennyire biztos, hogy egyes esetekben valóban csak mennyiségi megváltozásról van szó, annyira biztos az is, hogy valamikor (a törzsfejlődés folyamán) ezeknek az enzimeknek keletkezniök kellett, hiszen öröktől fogva nem létezhettek. Hogy az eddigi kísérletek új enzimeknek adaptív úton való létrehozására valóban újonnan hozták-e létre azokat, persze más kérdés. És más kérdés az új enzimek létrejöttének mechanizmusa is, amit egyelőre még nem ismerünk. Talán DICKEY (1949) kísérleteit specifikus adszorbensek előállítására hozhatnók fel a specifikus enzimképződés analógiájaként?

A különböző cukrok iránti erjesztőképeségek szempontjából primitíveknek tarthatjuk azokat az élesztőket, melyek csak glukózt erjesztenek, fejlettebbeknek pedig azokat, melyek más cukrokat is. Az is elképzelhető azonban, hogy az erjesztőképeség valamely cukor iránt másodlagosan elvész és így jönnek létre a primitívekhez hasonló, redukált formák.

Biosz-igény. Ismeretes, hogy az élesztők egy részének a fejlődéséhez szüksége van igen kis mennyiségben bizonyos vitaminszerűen ható anyagokra. Több ilyen vegyületet ismerünk már: biotin, inozit, pantoténsav stb. Nem mindegyik élesztőnek van szüksége valamennyire. A biosz-igény kialakulását a házasítás hatásának foghatjuk fel. Az efféle anyagokban bővelkedő cefrékben a sejtek nem szintetizálják őket s így lassan el is vesztik szintetizáló képességüket.

A fokozati sor ezen az alapon a biosz-autarkiatól megy a biosz-anautarkiaig.

Érdekes kísérleteket végeztek a biosz-igény megváltoztatására vonatkozóan LEONIAN és LILLY (1942). Élesztőiket szintetikus, biosz-komponenseket is tartalmazó táptalajon tenyésztették, melyből az egyes biosz-komponenseket fokozatosan és egymásután elhagyták. Sikertől így elérniük,

hogy az élesztők biosz-igénye csökkent: egyesek teljesen biosz-autarkká váltak.

Filogenetikusan legfejlettebbnek e kísérletek alapján azt az élesztőt tarthatjuk, melyben a biosz-igény a legjobban van rögzítve, míg legfiatalabbnak azt, melyet sikerült teljesen biosz-autarkká változtatni.

Összefoglalás

Az élesztők a fonalas testű, lélegző típusú, bioszautotróf gombákból alakultak ki, mégpedig polifiletikusan. A ma elfogadott családok és genuszok jórészt heterogének. A morfológiai és fiziológiai jelek alapján több fokozati sort lehet megállapítani. A felvett fokozati sorokban egyes lépések kísérleti megvalósítása jelzi, hogy jó nyomon járunk, mikor ezek alapján képzeljük el a filogenezis tényleges lefolyását. Az, hogy a fokozati sorokban egyes esetekben »visszafelé» is végezhetünk bizonyos fokú átalakításokat, nem jelent nehézséget. Nyilván nemrég kialakult formákról van szó, melyekben a kérdéses tulajdonságok még nem rögzültek kellőképp.

A megvizsgált tulajdonságok alapján a következő fokozati sorokat tételeztem fel:

A vegetatív test alapján: fonál → fonál + sarj → sarj → pseudomycélium, illetve fonál → fonál + oidium → oidium.

A szexualitás alapján: két sejt kopulációja — *Nadsonia*-típusú — direkt diploidizáció — asporogenitás. A kopuláció és a redukeiós osztódás időbeli elhelyezkedését egyelőre nem tudjuk értékelni filogenetikai szempontból. A spórák alakját a heterogenitás megítélése szempontjából tekinthetjük lényegesnek.

A fiziológiai tulajdonságok közül ősi a lélegző anyageseretípus, másodlagosan jut túlsúlyra az erjesztés. A magas alkohol-koncentrációk létrehozása az erjedési eljárások következtében kialakult patológikus elváltozásnak fogható fel.

Az erjesztő élesztők között a csak glukóz-erjesztőktől megy a törzsfejlődés a más cukrokat is erjesztők felé. De számolnunk kell az erjesztőképesség elvesztésének lehetőségével is.

Biosz-igény alapján a fokozati sor a biosz-autarktiától megy a biosz-anautarkkiáig, bár itt is lehet szó ellenkező irányú megváltozásról.

A részletesebb vizsgálat nyilván még több fokozati sort fog majd megállapítani. Ezeknek a fokozati soroknak megfelelő változások mentek végbe valószínűleg a múltban, mégpedig a szabad természet és főleg az emberi gazdaságok nyújtotta külső körülmények hatására. Így jöhettek létre a ma kezünk közé kerülő élesztők, egy rendkívül bonyolult, egyelőre világosan át nem tekinthető filogenetikai »bozót« végső ágai.

IRODALOM

- DICKEY, F. H. (1949): Proc. Nat. Acad. Sci. **35**, 227.
 DUDICH E. (1952): Állatrendszertan, Budapest.
 IJERUSZALIMSZKIJ, N. D. (1952): Uszpehi szovremennoj biologii **33**, 148.
 KRASZILNYIKOV, F. I. (1935): Mikrobiológia **4**, 1.
 KUDRJAVCEV, V. I. (1939, 1946, 1951): Mikrobiológia **8**, 393; **15**, 6; **20**, 155.
 LEONTIAN, L., LILLY, V. (1943): J. Bact. **45**, 329.
 LINDEGREN, C. C. (1946): Arch. Biochem. **9**, 353.

- LINDNER, P. (1922): Wochenschr. f. Brauerei **39**, 166.
 LODDER, J. (1937): Antonie van Leeuwenhoek, J. Microbiol. Serol. **12**, 273.
 LODDER, J., KREGER VAN RIJ, N. J. W. (1942): The yeasts. Amsterdam.
 PAZYNYI B. (1954): Acta Microbiologica **1**, 49.
 PELC A., SIMEK F., VÁMOSNÉ VIGYÁZÓ L. (1952): Erjedésipari Kutatóintézet Évkönyve.
 WINGE, Ö., LAUSTSEN, O. (1937): C. r. trav. labor. Carlsberg, **22**.
 ZENDER, J. (1926): Bull. Soc. Botan. Geneve **17**, 272.
 ZSOLT, J. (1953): Annal. Biol. Tihany **21**, 119.

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ

Я. Жолт

Резюме

Дрожжи образовались из биос-автотрофных гифомицетов с дыхательным типом обмена веществ, а, именно, полифилетическим путем. Признанные в настоящее время семейства и роды по большей частью являются гетерогенными. На основании морфологических и физиологических признаков можно различать несколько эволюционных рядов. Первые шаги, предпринятые в экспериментальном осуществлении предположенных эволюционных рядов, доказывают правильность представлений о действительном протекании филогенеза на этом основании. То обстоятельство, что в отдельных случаях в эволюционных рядах можно производить определенные преобразования и в «обратном направлении», не означает еще трудности. Очевидно речь идет о недавно образовавшихся формах, в которых обсуждаемые свойства еще не фиксированы соответствующим образом.

На основании исследованных свойств автор предполагает следующие эволюционные ряды:

На основании вегетативного тела: нить → нить → побег + побег → псевдомицелий, или же нить → нить + оидий → оидий.

На основании сексуальности: копуляция двух клеток → тип *Nadsonia* → прямая диплоидизация → аспорогенность. Копуляция и расположение восстановительного деления не имеет значения с филогенетической точки зрения. При оценке гетерогенности можно считать, что форма спор играет известную роль.

Из физиологических свойств, первичным является дыхательный тип обмена веществ, а вторично приобретает перевес брожение. Получение высоких концентраций спирта можно рассматривать как патологическое изменение, образовавшееся вследствие приемов бродильной промышленности.

Среди бродильных дрожжей, развитие штаммов идет только от ферментов глюкозы в направлении ферментов других видов сахара. Однако, необходимо считаться с возможностью потери бродильной способности.

На основании требования к биосу эволюционный ряд идет от биос-автаркии до биос-анаатаркии, хотя и в этом случае возможно изменение в обратном направлении.

На основе более подробных исследований наверно возможно будет определить еще больше эволюционных рядов. Соответствующие этим рядам изменения происходили в прошлом, по всей вероятности, под действием окружающей природы и, главным образом, под действием внешних условий, созданных хозяйством человека. Таким образом могли возникнуть попавшие в настоящее время в наши руки дрожжи, конечные ветви чрезвычайно сложной, пока еще ясно не обозримой филогенетической «заросли».

PHILOGENETICAL INVESTIGATIONS ON YEASTS

JÁNOS ZSOLT

Summary

The yeasts evolved from filamentous respiratory typed bios-autotrophic fungi, i. e. polyphyletically. The families and genera accepted today are for the most part heterogeneous. From their morphological and physiological characteristics several series of graduations can be established. The experimental effectuation of certain steps in the

series of graduations undertaken means that we are on the right track when, on their premises, we envisage the actual process of philogenesis. The fact that we may in some cases achieve a certain degree of retrograde transformation in the series of graduation involves no difficulties. It is obviously a matter of recently evolved forms in which the characteristics in question are not yet adequately stabilized.

On the basis of characteristics investigated, the following series of graduations were presumed :

On the basis of the vegetative body : filament $\rightarrow$ filament + bud $\rightarrow$ bud $\rightarrow$ pseudomycelium, or filament $\rightarrow$ filament + oidium $\rightarrow$ oidium.

On the basis of sexuality : copulation of 2 cells $\rightarrow$ *Nadsonia* type $\rightarrow$ direct diploidization $\rightarrow$ asporogenesis. We do not know as yet the philogenetical value of chronologically locating the copulation and reduction division. We may consider the shape of the spores important in judging heterogeneity.

Among the physiological characteristics, the respiratory-metabolic is the primary ; fermentation prevails secondarily. The production of high alcohol concentrations may be regarded as a pathological alteration which has developed in consequence of industrial fermentation processes.

Among the fermenting yeasts, strain-development proceeds only from the glucose-fermentors towards the fermentors of other sugars — but account must also be taken of the possibility of the fermenting capacity's being lost.

In respect to bios requirement, the series of graduations goes from bios-autarchy to bios-anautarchy, though, here too, there may be question of a change in the opposite direction.

More detailed investigation will, no doubt, reveal still more series of graduations. Changes corresponding to these series probably took place in the past under the influence of external conditions as afforded by Nature and still more by human husbandry. Thus there could come about the yeasts which get into our hands in these days, the final branches of an extraordinarily complicated philogenetical thicket, through which we still cannot clearly see.