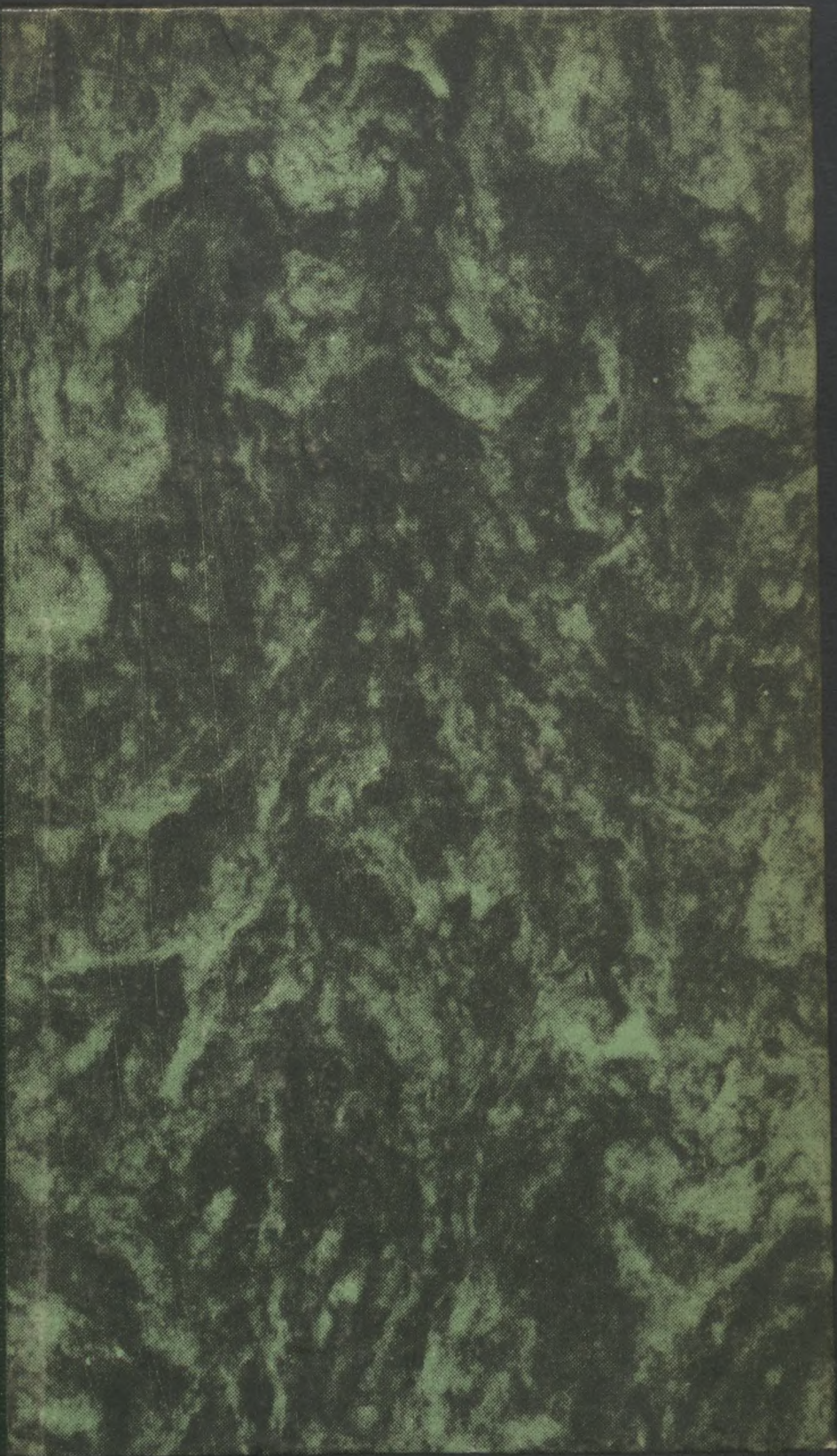
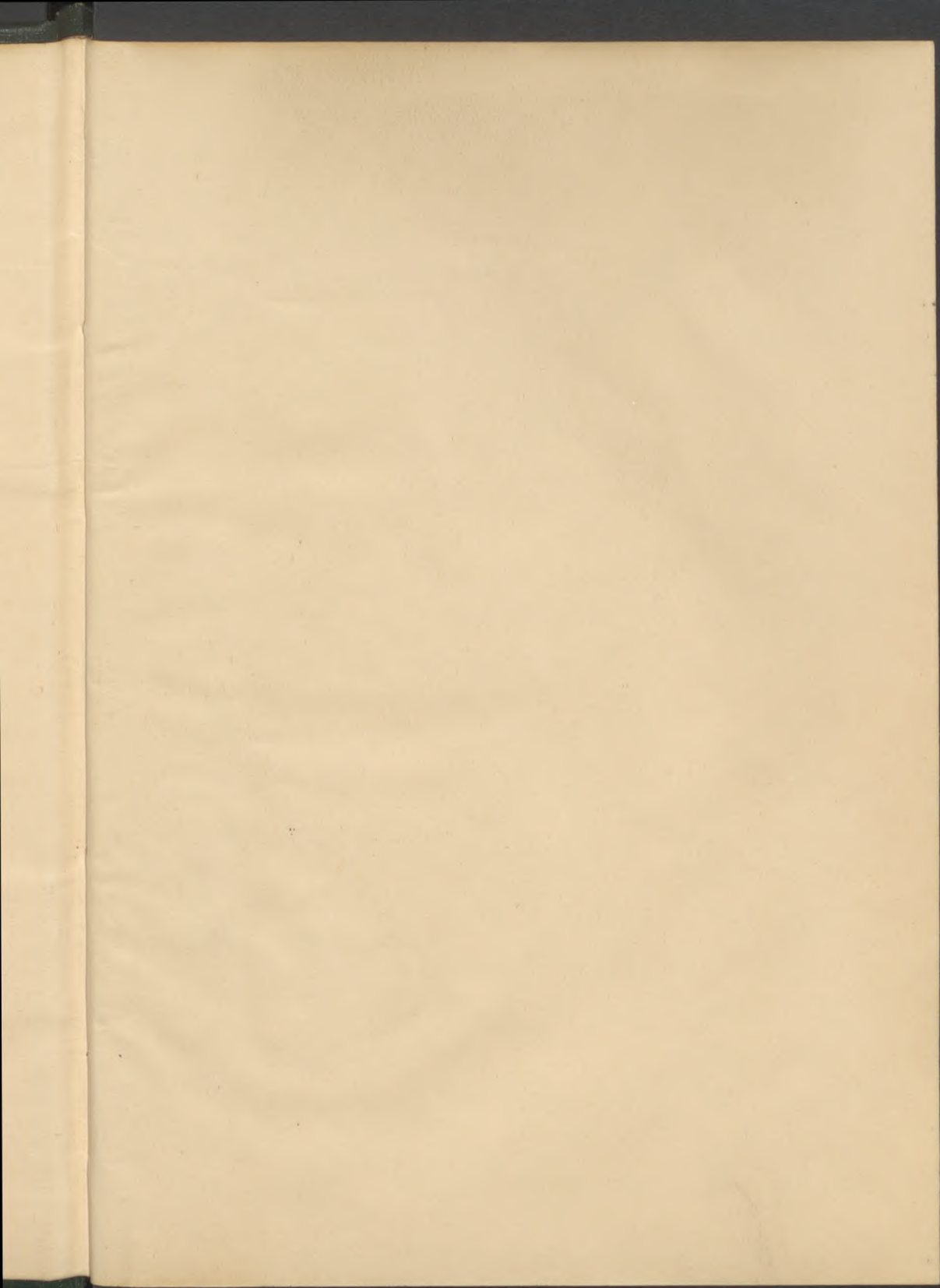


290.812







II
L3
C
M

II
L3
C
L10

290812

A Központi Statisztikai Hivatal
könyvtárának állományából leírt
..... könyv:
olmak átengedett rajztérkép:

II 23. C
M/85. 12

MEZŐGAZDASÁGI BAKTERIOLÓGIA



Dr. KELLER OSZKÁR

gazd. akadémiai rendes tanár

előadásai után



(KÉZIRATNAK TEKINTENDŐ.)

Nyomatott Mérei I. könyvnyomdájában Keszthelyen
1922.

A M. KIR. KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL
KÖNYVTÁRA
1922. évi 656. sz. könyvszáma
Szakcsoport: _____
Főcsoport: _____
Mégyság: _____
Sorszám: _____

Kyo.

KATALOGUSBA FELVEVE
1938

②

296812

290812
BIBLIOTHEQUE NATIONALE
N. 10000000
166 1693 37



A bakteriológia tárgya és a bakteriumok jelentősége.

A bakteriológia azon tudomány, mely a legapróbb szervezetek, vagyis a bakteriumok ismeretére tanít meg bennünket. A „bakteriológia“ görög eredetű, pálcát, vagy botot jelent s a bakteriumok pálcához hasonló, sávszerű alakjára vonatkozik.

A bakteriumok a legparányibb és egyben a legegyszerűbb szervezetek. *Haeckel* és követői a bakteriumokat a „Protista“ élőlények közé sorozzák s szerintük ezek a növény- és állatvilág közötti határvonalat képezik. A bakteriumok tehát ezen két, lényegében különálló csoport közötti ürt hidalják át s a növény- és állatország legegyszerűbb egyedei között alkotnak szoros kapcsolatot. Ennek alapján, a legtöbb tulajdonságuk is a növény-, vagy az állatvilág legtükéletlenebb alakjaira jellemző. Több bakterium az állatok módjára önállóan mozog s chlorophyllt sem tartalmaz. Ennek ellenére azonban physiologiai szempontból a növényvilágba és pedig a legalacsonyabbrendű gombák csoportjába sorozzuk őket. Mivel chlorophylljük nincs, szervesetlen anyagokból szerveseket készíteni sem képesek s így táplálékuk is csupán szerves anyagokból áll.

Hogy a bakteriumok mely geológiai korszakban jelentek meg, azt egyáltalában nem tudjuk. Az ezirányú kutatást különösen az nehezíti meg, hogy ezen rendkívül finom szervezetek elhalásuk után nem maradtak meg a kőzetekben. Mivel ezen parányi szervezetek a föld első élőlényei voltak, feltehető, hogy már a *praecambiumban* megjelentek a földön.

A bakterinmok rendkívül nagy gyakorlati értékét az orvostudomány fedezte fel először annak kiderítése által, hogy a betegségek igen nagy részének ezen mikroorganizmusok az okozói. Ily módon legelőször az „orvosi bakteriológia“ alkult ki, mely nemcsak a fertőző betegségeket előidéző bakteriumok ismertetésével foglalkozott, hanem megmutatta annak a módját is, hogy miként lehet ezen mikroorganizmusokat az emberi érde-

kek szolgálatába állítani az iparban, a mezőgazdaságban, a háztartásban, stb. A baktériumok működése szoros összefüggésben áll az egész szerves világ életével s a baktériumok munkája nélkül megszűnnék minden szerves élet. Ezek a mikroorganizmusok ugyanis a szerves anyagokat a növények táplálására alkalmassá teszik, a növényeket pedig oly módon alakítják át, hogy ezen átdolgozott anyagokat az állati szervezet értékesíteni tudja. Ami a baktériumok gyakorlati hasznát illeti, az igen sokoldalú lehet. Így pl. a baktériumok által előidézett alkoholos-, tejsavas-, ecetsavas erjedés óriási jelentőségű az erjesztő iparban. Általában a szesz-, ecet-, sörgyártás, cserző- és dohányipar, tejgazdaság, a konzerv- és keményítőgyártás terén, igen nagy szerep jut a baktériumok működésének.

Ezenkívül a *közegészségügy* számára is rendkívül sokat jelent a baktériumok jelentőségének ismerete. Korszakalkotó pl. annak a felfedezése, hogy ugyanazon baktériumok, melyek a legrettenetesebb betegségek csirái, alkalmas eljárásokkal úgy állíthatók az ember szolgálatába, hogy az említett betegségek ellen oltalmat nyújtanak. Ezen alapulnak a különféle védő- és gyógyító oltások és a gyógyító serumok sikeres alkalmazása. Fontos továbbá a közegészségügy szempontjából azon halladás is, amelyet a bakteriológia ismerete óta a seborvoslás tett, főleg az antisepticus sebkezelés terén.

A bakteriológia azonban nemcsak az orvos, a sebész gyakorlatában s nemcsak a különféle ipartermékek előállítását tekintve nagyjelentőségű, hanem közelebbről érdekel ez bennünket, mezőgazdákat is. Nagy károktól menti meg pl. a gazdát a háziállatok fertőzőbetegségei ellen sikerrel alkalmazott oltóanyag, a gazdasági növények baktériumok által létesített betegségeinek felismerése és az ellenük való hathatós védekezés. Nagyon fontos továbbá a talajbaktériumok működésének ismerete, aminek segítségével nagy előnyöket biztosíthat a gazda magának.

Legrégibb felfogások a fertőzőbetegségek okairól.

A régi idők orvosai, kik főként papok és varázslók voltak, a betegségeket gonosz szellemeknek vélték, melyek csak az istenek segítségével űzhetők el. Minden rossz szellemet rút és undok teremtménynek képzeltek és oly módon igyekeztek a különféle betegségeket gyógyítani, hogy az illető gonosz szellem utálatos képmását lefestették és ezt a beteg testére tették. Azt gondolták ugyanis, hogy a szellem megrémül saját képmásától és elhagyja a beteget. Az ó- és középkorban a betegséget az istenség haragjának tartották. Ezt vallotta a híres orvos *Celsius*, továbbá *Plinius* is a bölcs természettudós. Ezekkel ellentétben, még Kr. e. az V. században a kiváló görög orvos, *Hippokrates* azt hirdeti, hogy a járványos betegségek oka abban lehet, amit a legtöbb ember közösen használ, nevezetesen pedig a *levegő*. *Demokritos* a fertőző betegségek terjedését úgy magyarázta, hogy a „Kozmosban“ szertehullott égitestek lebegő pora belélegzés útján terjeszti a betegséget. Mások a levegőben jutott gázokban keresték a nyavalyák okait és *Empedokles* épen ebből kiindulva a pestisjárványt úgy igyekezett meggátolni, hogy máglyákat égettetett az utcákon a levegő megtisztítására. *Aristoteles* a legnagyobb görög bölcs, még a Kr. előtti IV. században kimondja, hogy a pestis azért pusztít olyan rettenetesen, mert erősen ragályos s mert az emberek hajlamosak a kór megszerzésére. Később *Galenus* már rendszerbe állította az egyes ragályos betegségeket.

A betegségek valódi okozóinak, a parányi mikroorganizmusoknak felfedezése, a későbbi időkre esik, midőn már megfelelő optikai eszközök állottak a tudósok rendelkezésére, amelyekkel ezen szervezetek érzékelhetőkké váltak. *Kirchner Atanázius* jezsuita atya 1656-ban, az olaszországi nagy pestisjárvány idején, az áldozatul esettek vérében és genyében, az ő kettősen domború lencséjével, apró „férgeket“ észlelt. Ezek vér- és genyesejtek lehettek, vagy pedig nagyobb bakteriumok. Kirchner már ezeket a parányi „kukacokat“ tartotta a betegség előidézőinek. Később, 1675-ben *Antony von Leuwenhoek* hollandi zoológus (egyébként posztókereskedő) saját készítményű lencséjével

kutatott az eső vizében s az egyes állatok béltartalmában levő „állatkák“ után és az általa észlelt baktériumokat le is rajzolta. Nagy haladást tett közben *Jenner Edvard* angol orvos, aki 1796-ban felfedezte a himlő elleni védőoltást, *Müller Ottó Frigyes* dán buvár pedig egyes új baktériumokat ismert fel és ezeket már nem „kukacoknak“, vagy „férgeknek“, hanem infusoriumoknak nevezte.

Ezen időkben vetődött fel a kérdés, a mikroorganizmusok s általában az élő lények keletkezését illetőleg. Igen sokan, hosszú időig az *ösnemzés* elvét vallották, mely szerint élőlények, élettelen szerves, vagy pedig szervetlen anyagokból is származhatnak. Ez a felfogás makacsul tartotta magát s csak hosszas tapasztalatok, főleg *Pasteur* érdekes kísérletei döntötték meg kétségtelenül ezen feltevést és adtak igazat *Harvey-nek*, a vérkeringés felfedezőjének, kinek szavai szerint: „Omne vivum ex vivo“, élőlény csak élőlényből származhatik.

A mikroorganizmusok kutatása terén fontos a XIX. század első fele, mikor is *Cagniard de Latour* és *Schwann* felfedezik a szeszes erjedést s kimutattják, hogy azt élő-, sarjadzással szaporodó szervezetek, az élesztősejtek idézik elő. Ugyanakkor mutatja ki *Bassi*, hogy a selyemhernyó mészkór betegségét egy parányi gomba, a *Botrytis Bassiana* okozza. Ezek után *Henle* 1840-ben minden kétséget kizárva kijelenti, hogy az összes járványos betegségeket parányi élő szervezetek idézik elő. Kevéssel ezután *Semmelweis Ignác* lángeszű magyar orvos deríti ki, hogy a gyermekágyi lázat a nem fertőtlenített kézzel terjesztik s ezzel a felfedezésével az egész emberiségnek nagy szolgálatot tett, a magyar névnek és hazának pedig dicsőséget szerzett. Ezután lépett fel *Ehrenberg*, aki először osztályozta alak szerint a baktériumokat. Tőle ered a „baktérium“ elnevezés is.

Kevéssel később lett általánosan ismert *Pasteurnak*, a lángelméjű francia chemikusnak neve, kit méltán neveznek a „bakteriológia atyjának“. *Pasteur* 1827-ben született Dôle-ban s 25 éves volt, mikor a poláros fény síkját balra forgató borkösavat felfedezte. Nemsokára ezután kimondja, hogy nincs erjedés mikroorganizmus nélkül s megállapítja, hogy a különféle erjedések előidézői más és más mikroorganizmus fajok. Vannak

olyan mikrobák, melyek oxygen nélkül is megélnek, szaporodásra képesek és ezáltal megveti a bakteriumok u. n. anaërobiozisanak alapját. Felfedezései eleinte nem a legkedvezőbb fogadtatásra találtak, annál is inkább, mert azok *Liebig* nagynevű chemikus meggyőződéseivel merőben ellenkeztek. Így pl. *Liebig* szerint azon mikroorganizmusok, melyeket Pasteur az erjedés okozóinak tart, csak kísérői az erjedés folyamatának. Ellentétbe kerül Pasteur *Liebig*gel annak megállapításánál is, hogy a rothadás nem egyéb, mint az erjedéssel rokon, mikroorganizmusok által előidézett folyamat. Pasteur az, ki a bor megromlásának megakadályozására felfedezi és általánosítja a *pasteurözést* (*Pasteurisation*), mely nem egyéb, mint a bornak 55—60C°-ra történő felmelegítése. Ennek jött megelőzőleg nyomára a kevesek által ismert magyar tudós *Preysz Mór* is a budapesti belvárosi főreáliskola néhai tudós tanára, az ő felfedezéséről azonban Pasteur mit sem tudott. Ugyancsak Pasteur derít fényt a bakteriumspórák szokatlan ellenállóképességére, a selyemhernyó renyhekórságát előidéző bakterium tanulmányozásával. Rendkívül nagy jelentőségű Pasteur kutatása a fertőző betegségek okainak kiderítésére, továbbá azon kutatásai, melyeket a fertőző betegségek leküzdésére tett. A baromfikolera bacillusának vizsgálata közben felfedezi, hogy a fertőzőanyagok, ha hosszabb ideig állnak, meggyengülnek s az ilyen gyengült, vagy *attenuált* anyag védőoltásra sikerrel alkalmazható. Felfedezi ezenkívül a sertésorbánc elleni védőoltást, majd a veszettség tanulmányozása közben felismeri a veszettség elleni védőoltást. Nagyrészen a Pasteur által lerakott alapra építve teremtettem meg *Lister* az antisepticus sebkezelés módszerét. Nagy tudása mellett Pasteur nagy hazafi is volt, genális felfedezéseit ugyanis aszerint értékelte, hogy melyik használ többet hazájának. 1868-ban szélütés érte s halála előtt szeretett hazájára és a szenvedő emberiségre gondol, amikor azt mondja: „Sajnálom, hogy meg kell halnom, szerettem volna még néhány szolgálatot tenni hazámnak!”

A bakteriológia rohamos fejlődést, főleg a múlt század utolsó évtizedeiben mutat s annak bámulatos fellendítésében

Pasteur után a német *Koch Róbertnek* van jelentékeny szerepe. Koch ugyanis igen sokat foglalkozott a lépfene bacillusával és ő volt az első, ki az Abbé-féle sűrítő lencse és az u. n. „homogen immersio“ használatát meghonosította a bakteriológiai technikában. Az ő nevéhez fűződik a baktériumok többféle eljárás szerinti festése, a „száritott fedőlemezkészítmények“ előállítása, a friss anyagnak *függőcseppben* való vizsgálati módja, a mikrobák photographálásának feltalálása, továbbá a szilárd, de folyósítható, majd ismét megszilárdítható tenyésztőanyagok alkalmazása, mely felfedezései közül főleg az utóbbi nagyjelentőségű. Igen értékes felfedezése továbbá a *gümöbacillus* kitenyésztési módja. A kolera tanulmányozására bejárta Egyptomot, majd Indiát s tanulmányútjának eredményeként kitenyésztette a kolera baktériumát és körvonalazta annak biológiai tulajdonságait. Emlékezetesek ezenkívül a víz bakteriológiáját, főként pedig az ivóvizet vizsgáló kísérletei. Tovább folytatva a gümőkórra irányuló vizsgálatait, előállította a *tuberculint*, mely a lappangó gümőkór kiváló diagnostikai eszköze. Ez főleg a szarvasmarhák gümőkórjának korai felismerésére alkalmas, általa súlyos veszedelmeknek vehetjük még idejekorán elejét. Igen nevezetes Kochnak Dél-Afrikában tett tanulmányútja, mely alkalommal közelebbről tanulmányozta a keleti marhavészt és szép eredményeket ért el e tekintetben is a védekezés terén. 1910-ben húnyt el a világhírű tudós, kinek az emberiség számos genialis felfedezést köszönhet.

Utána *Laveran* felfedezi a váltóláz okozóját, a *Plasmodium malariae*-nevű protozoát. Ezután az *immunitástan* is kialakul, mely azzal foglalkozik, hogy a baktériumok miként fejtik ki kórokozó hatásukat, hogyan védekezik ellenük a szervezet s hogy miként lehet a szervezetet mesterséges úton is megóvni a fertőzésektől. Ezen a téren *Behring*, *Roux*, *Mecsnikov*, *Erlích*, értek el szép eredményeket, magyar kollégájukkal *Fodor Józseffel* együtt, ki különösen fertőző betegségek ellen való immunitás lényegének kiderítésével szerzett híres nevet magának.

A baktériumok elterjedtsége.

Az élőlények között a baktériumok a legelterjedtebbek. A baktériumok ugyanis mindenütt találhatók, a talajban, a porban

vízben, az állati és emberi testet takaró bőrön, a test üregeiben, mint pl. a száj-, orrüregben, a bélcsatornában, ezenkívül a ruhán, az élelmiszereken és takarmányon, mindenütt vannak baktériumok s csak ott nem találhatók, hol elszaporodásukat gátló tényezők, a baktériumölő anyagok fordulnak elő.

A levegő baktériumai a por közvetítésével kerülnek a levegőbe és mennyiségüket a légnyomás, a levegő mozgása, hőfoka, a csapadék s a baktériumok tenyésztőtalajának közel-, vagy távol-léte szabályozza. A föld felszíne fölötti levegőréteg 1 m.³-ében 100—500 mikroba található, mely szám elenyészően csekély pl. a lakott helyek levegőjében élők száma mellett. A kórházi barakkok levegőjében *Neumann* szerint legtöbb baktérium mutatható ki reggel a felkelés után (1000 l. levegőben 8—14000 a baktérium). Amidőn az ablakon betűző napsugár fényénél, a levegőben rendkívül nagymennyiségben lebegő igen finom porszemcsék láthatókká lesznek, ugyanakkor hemzsegnék közöttük a baktériumok is és számuk annál nagyobb, minél szennyezettebb és porosabb a levegő. Innen van, hogy a nyílt tenger levegőjében alig mutathatók ki mikroorganizmusok, úgyszintén a magas hegyek s általában a magas fekvésű helyek levegőjében is. Ebből magyarázható az is, hogy a házak felső emeleteinek levegője mentesebb a baktériumoktól, mint a földszínt. A baktériumok mennyisége a levegőben változik az évszakok szerint is. Télen legkevesebb, nyáron, legtöbb, tavasszal pedig nagyobb a számuk, mint ősszel. *Rigler* szerint a városok levegőjében legtöbb a baktérium az eső után következő száraz napokon, ha közepes szél fúj, legkevesebb hosszas esőzés után. Erős szélfúvásban kevesebb a baktérium, mert a város szennyezett levegője jól keveredik a tisztább levegővel. A tisztán tartott utcák levegőjében kevesebb a mikroorganizmus, mint a piszkos utcákéban, úgyszintén kevesebb a gyérforgalmú utcák levegőjében, míg a forgalmasakéban több. A tiszta lakásban kevesebb, a piszkosabb lakás levegőjében több baktérium él. A lakóházakban általában reggel, a söprés alkalmával szaporodik fel a számuk, míg éjjelre csökken. Az örök hóval fedett hegycsúcsokon s a tengerek levegőjében minimális a mikroor-

ganismusok száma, a nagy óceánok levegőjében pedig, a parttól több száz kilométerre teljesen csiramentes a levegő.

A víz bakteriumtartalma annak tisztasági fokától függ. Minél tisztább ugyanis a víz, annál kisebb az és vízszint. A szennymentes talajokból fakadó forrásvíz, a frissen esett esővíz igen kevés bakteriumot tartalmaz. A patakok, folyók vizében élő bakteriumok száma aszerint változik, hogy mennyire fertőződnek azok a partoktól. *Flügge* szerint a tiszta vízvezeték, vagy forrásvíz cm.³-re 2—50 bakteriumot tartalmaz. Álló vízben némelykor rengeteg mikroorganizmus él, míg más esetekben csökken a számuk. Igen nagy a bakteriumtartalma a nyitott, por és egyéb szenny bejutása ellen nem védett kutak vizének. Épen ezért, az ilyen nyitott (vedres) kutak közegészségi szempontból is kifogásolhatók, mert a piszokkal a legkülönbébb betegségek csirái is igen könnyen belejuthatnak a vízbe. Általában az ivóvíz annál inkább megbízható, minél kisebb annak bakteriumtartalma. A bakteriumtartalom tehát, mintegy fokmérője a víz tisztaságának, mert minél kevesebb bakterium található a vízben, annál tisztább az. Az ásványvizekben némelykor tetemes mennyiségű bakterium található, ami arra vezethető vissza, hogy a palackolás nem a leggondosabban történik s az üvegek és dugók nem mindig tiszták. A tenger vizében még 5100 m. mélységben is élnek mikroorganizmusok s azok a tengervíz iszapjában is feltalálhatók, a tengerfenék iszapjában azonban Fischer szerint nem hiányoznak. A tenger víze általában nem túlságosan bővelkedik bakteriumokban, eltekintve a partszélektől, ahol a városi csatornák erősen szennyezik azt. A víz megfagyása alkalmával nem minden bakterium pusztul el s így a jégben is élnek mikroorganizmusok és pedig annál nagyobb számban, minél szennyesebb volt a víz, amely jéggé fagyott. A jégeső szemcséiben is található bakteriumok, melyek a szélvihar által felkavart porfelhőkkel jutottak a magasabb levegőrétegbe s minthogy a jégképződés itt történik, tisztátalanítják a keletkező jég szemeket.

A talajban a felszínen és a felsőbb rétegekben élnek a mikroorganizmusok. Minél tisztátalanabb a talaj s minél több benne a szerves anyag, annál több bakterium él benne.

Legkevesebb a bakterium a száraz talajban, mely minden rothadó szerves anyagtól ment, míg a feltalajban a legnagyobb mennyiségben feltalálhatók s a talajban lefelé haladva, egyre csökken a számuk, míg 5 m.-en alul már alig vannak bakteriumok. Dr. Fodor vizsgálatai szerint a száraz, homokos talajban kevesebb a bakterium, mint a nedves talajban s a legalkalmasabb szaporodási helyük az olyan talaj, melynek 2% a nedveségtartalma.

A bakteriumok hol kisebb, hol pedig nagyobb mennyiségben *élelmiszereinken* is feltalálhatók. Főleg akkor élnek az élelmiszereken óriási tömegben, ha azokat nem kezelik tisztán, vagy ha sok kézen mennek át, vagy pedig ha az élelmiszerek kémiai tulajdonságai olyanok, hogy kedveznek a bakteriumok elszaporodásának. Így pl. a tej, bár bakteriummentesen jön ki a tőgyből, mégis kevéssel a kifejés után a bakteriumok milliói fedezhetők fel benne, mert kémiai tulajdonságánál fogva igen alkalmas tenyésztőhelye a mikroorganizmusoknak, melyek a tehén tőgyéről, a fejős kezéről, a sajtárról, a levegőből stb. könnyen belekerülnek a tejbe. A sajtban is sok a bakterium, különösen az erjedés alkalmával, mikor Nágeli vizsgálata szerint, 1 mgr. sajtban 30 milliárdnál is többre szaporodhatik a számuk. Különösen a zöldségféléken élnek nagyszámban bakteriumok, ami arra vezethető vissza, hogy ezek a talajjal közvetlenül érintkeznek. Általában az élelmiszerek úgy óvhatók meg legjobban a bakteriumoktól, hogy ha hűvös tiszta helyen raktározzuk el azokat, mert ily módon az egyes élelmicikkek kémiai és physikai tulajdonságai alkalmatlanná válnak a bakteriumok elszaporodására. Így tehát a nagyon száraz, hideg, vagy igen forró, esetleg savanyú élelmiszerek, nem kedveznek a bakteriumok szaporodásának és csak minimális mértékben tartalmazznak csírákat.

Ha a táplálékot szolgáltató élelmiszereken bakteriumok találhatók, érthető, hogy feltaláljuk ezeket a legegészségesebb *szervezetben* is, főleg pedig az emésztőcsatornában. Ezenkívül a szervezetnek a külvilággal közvetlenül, vagy közvetve érintkező testüregeiben és azok váladékaiban, mindenütt élnek mik-

roorganismusok. Így a szájbán, orrüregben, fülben, gégében, lélekzőcsőben, stb.

Ruházatunkon a baktériumok milliói hemzseghetnek, mert a ruha legjobban kitett az utca szennyos porának. Természetesen minél tisztább a ruha, annál kevesebb azon és abban a baktérium és viszont. Főleg a cipőre tapad az utca szennyével rengeteg baktérium.

A baktériumok vizsgálata.

A baktériumok tanulmányozásával nemcsak az egyes főiskolák illetékes tanszékének laboratóriumai foglalkoznak, hanem külön e célnak szentelt u. n. bakteriológiai intézetek is. Ilyen intézmény Párisban a „Pasteur intézet“, melyet 1888-ban Pasteur tiszteletére nyitottak meg. A németek hasonló tudományos intézetet „Institut für Infektionskrankheiten“ néven létesítettek. Hazánkban 1891-ben az „Állami bakteriológiai intézet“ alakult, mely több ízben kibővítve, ma már szép működést fejt ki.

Az ilyen intézmények célja, főleg a ragályos betegségek okozói, a pathogen baktériumokat tanulmányozni és ennek kapcsán ezen betegségek ellen védekezést keresni. Vannak viszont olyan intézetek is, melyek mezőgazdasági, vagy technikai célok szempontjából foglalkoznak a baktériumokkal. A pathogen baktériumokat vizsgálni s azokkal különféle kísérleteket végezni, csak tökéletesen berendezett és felszerelt helyiségekben megengedett. Ilyen vizsgálatoknál a pathogen baktériumok veszélyessége miatt a legnagyobb elővigyázattal kell eljárni. Elképzelhető, hogy az egészséget fenyegető mikroorganizmusok esetleges széthurcolása, vagy az élő szervezetbe való juttatása, milyen veszélyt jelent nemcsak a kutatóra, hanem embertársaira is. Ezért a bakteriológiai intézetekben csak gondos, a tisztaságot és rendet állandóan szem előtt tartó egyéneket alkalmaznak, ami kívánatos is. Erre vezethető vissza, hogy ámbár ma már minden nagyobb kórházban találunk bakteriológiai laboratóriumot, mégis a legkritikább esetekben fordulnak elő gondatlanságból származó balesetek, vagy szerencsétlenségek. Az pedig, hogy a bakteriológiai laboratóriumokból valamiféle fertőző betegség,

vagy egyéb, az egészségre veszélyes járvány terjedt volna el, még egyetlen egy esetben sem történt meg.

A mikroorganizmusok tulajdonképeni vizsgálata mikroskóppal történik, miáltal ezek alakjait jól megfigyelhetők. Fontosabbak a baktériumok tenyésztésére vonatkozó azon műveletek, melyek által bizonyos anyagban élő baktériumok kimutathatók, meghatározható az alakjuk és ily módon osztályozhatók. Legérdekesebb végül a baktériumokkal való kísérletezésnek az a módja, melyeket egyes állatokon végeznek azon célból, hogy magállapítsák azoknak az élő szervezetekre gyakorolt hatását.

Gyakran megesik, hogy a gazdasági gyakorlatban is szükségünk van a bakteriológus ítéletére. Pl. fertőző betegséggel gyanúsított állatunk hullájának egy darabját, véréből vett mintát stb. akarjuk megvizsgáltatni, hogy esetleg veszélyes járvány felismerésével nagyobb bajnak vehessük elejét. Ilyen mintavételeknél a lehető legnagyobb gonddal és elővigyázattal kell eljárni és számos körülményt kell figyelembe venni. Így pl. ügyelni kell arra, hogy valami úton-módon idegen csírák ne kerüljenek bele a megvizsgálandó mintába. E végből azt steril, baktériummentes edénybe kell tenni s úgy elzárni, hogy ahhoz más baktériumok ne vegyülhessenek. Fontos továbbá, hogy a mintavétel és a csomagolás közben az összes kézenforgó eszközök baktériumoktól mentesek legyenek s ezeket használat után azonnal sterilizáljuk. Vigyáznunk kell azonban arra is, hogy a fertőzött anyaghoz semmiféle desinficiens ne juthasson, nehogy az a vizsgálandó anyag baktériumait tönkretegye. Fontos végül az is, hogy a megvizsgálandó minta sürgősen jusson rendeltetési helyére, mert hosszas vesztegelés esetén a benne keletkező rothadási baktériumok teljesen elpusztítják az eredetileg ott levőket. Némelykor szükséges, hogy a vizsgálandó anyagokat jég közé csomagoljuk. Egyébként a fertőzést okozó baktériumok szétszórásának megakadályozására, minden ilyen minta csomagolását miniszteri rendeletek írják elő. Ilyenkor a lehető legnagyobb elővigyázat szükséges, mert a hanyag csomagolásból nagy veszély származhatik. Egy gazda lépfenében elhullott juháiból vett mintát és azt körmegállapítás céljából egyszerű, vékonyfalú orvosságos üvegbe csomagolva, postán küldte a bak-

teriológiai intézetbe. Nagy szerencse volt, hogy az üveg útközben meg nem sérült, mert hihetetlen szerencsétlenségnek lett volna okozója. Egy szlavóniai intéző lépfenésnek vélt tehenein eret vágatott és 5 l.-nyi vért csapolva ki, ezt közönséges uborkás üvegbe csomagolva küldte postafordultával a budapesti bakteriológiai intézetnek. Az üveg utközben eltörött, a vér nagy része elfolyt s óriási szerencse, hogy — mint a későbbi vizsgálat beigazolta, — a vérben lépene bacillus nem volt. A hasonló esetekből származható végzetes veszedelmek elkerülése végett, rendkívül fontos az ilyen szállításnál mindig az utasítás-hoz híven eljárni.

A bakteriumok megismerése és tanulmányozása csak az összetett nagyító tökéletesedése után vált lehetségessé. Ezen mikroorganizmusok ugyanis, csak erős nagyítású és megvilágítású mikroskópok segítségével láthatók és figyelhetők meg. A nagyobb bacillusok 5—600-szorosan nagyító tárgylencsékkel is jól felismerhetők (így a lépene, sercegő üszög bacillusai). Alaposabb tanulmányozáskor azonban ilyen esetekben is immersziós lencsével és Abbé-féle fényszűrővel ellátott mikroskópot használunk. Az Abbé-féle készülék a fénysugarak összegyűjtésére szolgál, az immersziós tárgylencse pedig azáltal nyújt a vizsgálónak nagy előnyt, hogy a vizsgálandó tárgy és a tárgylencse közé cseppentett immersziós olajon át a fénysugarak egyenesen és megfogyás nélkül érkeznek a szemlélt anyagról a tárgylencsébe. Az immersziós lencsével tehát kikerülhető az a hiba amely a száraz lencsénél sohasem hanyagolható el, hogy t. i. a levegőn áthaladó fénysugarak, egy része a visszaverés folytán elvész. Az immersziós olaj, az üveg fénytörését megközelítő sűrített *cédrusolaj*. Az immersziós rendszert Koch Róbert létesítette a bakteriologia használatára.

A condensorral ellátott mikroskopról a tárgy megvilágítása a sík tükörrel történik, mely a fénysugarakat párhuzamosan veti tovább. A homorú tükör itt azért nem alkalmazható, mert ez összetartó sugarakat ver vissza s így a gyújtópont a tárgy alatt maradna. A vizsgálat alkalmával a modern mikroskópoknál jelenlevő iris-diaphragmát azon esetben, ha festett bakteriumokat vizsgálunk, mindenkor nyitva hagyjuk, míg ha a bakteriumokat festetlen állapotban figyeljük meg, ezen nyílás megfelelő mó-

don szükítendő. A bakteriologiában általában festett bakteriumokkal történnek a mikroskopi vizsgálatok, mivel így azok jobban feltűnnek. Ultramikroskópot a bakteriologiai vizsgálatoknál nem alkalmaznak.

A bakteriumok általános morphológiája.

A bakteriumoknak Chon Nándor szerint három főalakja különböztethető meg és pedig vannak: *gömb- (Coccus, vagy mikrococcus), pálcika- (Bacillus) és csavaralakú (Spirillum) bakteriumok*. A mikrococcus- és bacillus alakoknak egymástól való megkülönböztetése sokszor nehéz. Vannak rövid bacillusok, melyeknek egyes egyénei coccus-szerűek s ezeket *coccobacillusoknak* nevezik.

A gömbalakot mutató bakteriumok, vagyis a coccusok lehetnek *kettős coccusok (Diplococcus)* azon esetben, ha párosával fordulnak elő. Ilyen a tüdőgyulladás lándzsaszerű kettős coccusa, a *Diplococcus lanceolatus*, továbbá a *Gonorrhoea diplococcusa*. Azon esetben, ha a coccusok láncszerűek, gyöngyfűzérhez hasonlóak, *láncos coccus (Streptococcus)* a nevük. Ilyenek az orbánc, gennyedés, gyermekági láz, továbbá a lovak mirigykórjának bakteriumjai. (*Streptococcus pyogenes* különféle alakjai). *Fürtös coccusnak (Staphylococcus)* hívjuk a gömbalakú bakteriumokat, ha a coccusok a szőlőfürtökhöz hasonló csoportokat képeznek. Ezen coccusok a tér három irányában, váltakozó oszlás szerint szaporodnak. Ilyenek a gennyesztő coccusok, (*Staphylococcus pyogenes aureus, St. pyog. citreus, St. pyog. albus*). Ezen bakteriumok az említett módon történő oszlásukkal, a zsinórral átfűzött csomaghoz hasonló csomókat képeznek, melyeknek *sarcina* a nevük. Ilyen a gyomorsarcina (*Sarcina ventriculi*).

A pálcikaszerű bakteriumok, vagy bacillusok szintén többféle alakot mutatnak. Egyesek megkülönböztetnek *rövid és hosszabb* bacillust s az előbbit közönségesen „bakterium”-nak is nevezik. Ezen osztályozás helytelen. A bacillusokat helyesen a mikroskópon észlelhető szabályos elrendeződésük szerint csoportosíthatjuk. E szerint alkothatnak ezek két- vagy több-, esetleg ezertagú *láncokat*, pl. a lépfenénél (*Anthrax*). Lehetnek

csak páronként láthatók, amikor *kettősbacillus* (*Diplobacillus*) a nevük. Némelykor a láncot képező bakteriumok olyan sűrűn helyezkednek el egymás mellett, hogy egyetlen hosszú fonálnak látszanak. Ezek az „álfonalak“. Lehetnek még a bacillusok *egyenesek* és *hajlottak*. A lépfene bacillusa egyenes, a gümőkór bacillusa egyenes, vagy hajlott. Ismerünk még *orsóalakú* és *bunkós* bacillusokat is. Bunkós pl. a diphtheria bacillusa, mely arról is nevezetes, hogy *polymorphismust*, vagy *pleomorphismust* mutat, azaz alakját és nagyságát fejlődése különböző szakaiban bizonyos módon megváltoztatja. Ezen tulajdonság több bakteriumnak sajátja. A bacillusok végei rendszeren legömbölyödöttek, némelykor azonban egyenesek.

A csavaralakú bakteriumokat, vagy spirillumokat, azon esetben, ha görbült pálcikákhoz hasonlóak *vibrióknak*, vagy *mikrospyráknak* nevezzük. Ha a spirillum számos szűk csavarmennettel ellátott, *spirochaeta* a neve. Ilyen a visszatérő lázt okozó Obermeier-féle spirochaeta (*Spirochaeta febris recurrentis*), továbbá a *Spirochaeta pallida*, mely a siphilis okozója. A spirochaetákat sokan már az állatvilágba, a protozoák közé sorozzák, mások pedig a protozoák és a bakteriumok közötti átmenetnek vélik és *zoobakteriumok*-nak nevezik őket.

A bakteriumok testét csak egyetlen egy sejt alkotja. Egy-egy bakterium rendkívül kicsiny, bár nagyságuk fajok szerint változó. Méreteiket a mikronnal, azaz a milliméter ezredrészével mérjük, vagy pedig hozzávetőleg határozzuk meg oly módon, hogy egy ismert méretű vizsgált tárggyal, pl. egy vörös vérsejttel hasonlítjuk össze. Pontos mérésnél specialis mikroszkopi felszerelés szükséges (objektív-, vagy oculármikrometer stb.) A szélességi átmérőjét tekintve, legvastagabb bakterium sem nagyobb 1—2 mikron-nál. Az összehasonlítás eredményeként, sokszor csak megfelelő jelzőkkel tüntetik fel a bakteriumok méreteit. Így pl. „apró“, „rövid“, „hosszú“, „vékony“, „középvastag“, „vastag“, elnevezéseket használnak. A kórokozó bakteriumok közül legkisebb a házinyúl tályogképződését előidéző Koch-féle mikroccoccus (0.15 mikron).

A bakteriumok belső szerkezetét tekintve ezek a növényi és állati sejtekhez hasonlóan különmemű részekből alkotottak.

A bakteriumot képező sejt legnagyobb részét a protoplasma alkotja, mely védelmül szolgáló és *sejthártyával* körülvett. Ezt újabban *ectoplasmának* is nevezik, eltérőleg az ezen belül levő résztől, mely az összes életműködések középpontjául szolgál és *entoplasmának* hívják. Az ectoplasmát átalakult entoplasmának tekintik.

Az entoplasma sajátágaiban az ectoplasmától eltérő. Az előbbi ugyanis anilin-festékekkel színeződik és a külső behatásokkal szemben kevésbé ellenálló, míg az ectoplasma anilin-festékekkel nem, vagy csak nehezen festődő és a külső behatásoknak ellenáll. Az entoplasma az anilin-festékekkel szemben nem mindig egyformán viselkedik, ami kémiai alkotására enged következtetni, amiről azonban nem sokat tudunk. Az entoplasmában sokszor üregek, vacuolák is találhatók, melyekben sejtnedv és tartalék-táplálóanyagok felhalmozottak. Némelykor a bakteriumok testében környezetüknél jobban festődő anyagok a *chromatin-szemcsék* fedezhetők fel. A fényt erősen törő szemcsék is észlelhetők a bakteriumokban, melyeket először *Babes* és *Ernst* tanulmányoztak. Ezek a *Babes Ernst-féle sporogén* testecskék. Eltérőleg avult véleményektől, ezeknek a spóráképződésnél semmi szerepük nincs, épen ezért ma inkább *metachromás szemcséknek* nevezik őket. Innét metachromás festődésnek mondják Ehrlich után azon eljárást, midőn a festett anyagnak csak egy része veszi fel a használt festék színét, míg a másik rész, tekintve ellentétes kémiai alkotását, eltérőleg színeződik. A bakteriumokban *Dr. Krompecher* budapesti egyet. tanár metachromásan festődő szemcséket is talált s az általa felfedezett szemcsék, rendszeren a bakteriumok közepén láthatók. Ezen szemcsék alakja és helyzete sokszor alkalmas lehet a bakteriumok meghatározására is. Ezzel magyarázható a *Neisser-féle festés*, mely a diphteria bakteriumának felismerésére szolgál.

Az elmondottakon kívül tartalmazhat még az entoplasma zsír-, festék-, granulose- (keményítő-) és glikogen- szemcséket is. Ez utóbb említetteket számos bakterium, mint tartaléktáplálóanyagot a spóra kifejlődése előtt készíti. A kénbakteriumok entoplasmájában kén is található.

A bakteriumokban mindeddig nem sikerült magot fellel-

Dr. Keller O.: Bakteriológia

dezni s hogy van-e magjuk, vagy nincs, az ma is vitatott kérdés. *Schottelius*, továbbá *Bütschli* és *Zettnow* azt állítják, hogy a bakteriumokban látható jól festődő rész nem egyéb, mint a *mag*. Ezzel szemben *Fischer A.* követőivel együtt, a leghatározottabban azt vallja, hogy a bakteriumoknak magjuk nincs és sejttüknek azon részét, melyet mások a magvat körülvevő sejtplasmának mondtak, ő a protoplasma zsugorodása folytán létrejött hézagnak tekinti s a magnak vélt részt is plasmának mondja. E szerint ma általánosságban az a vélemény elfogadott, hogy a bakteriumoknak nincs magjuk.

Az *ectoplasma*, körülveszi az entoplasmát s úgy alakra, mint vastagságra igen különböző lehet. Eltérőleg a növényi sejthártyától a bakteriumok ectoplasmája nem cellulose, hanem épen úgy, mint az entoplasma, a fehérjék sajátosságait mutató anyag. Némelykor rendkívül finom, alig észrevehető, máskor azonban annyira megduzzad, hogy mint a bakteriumot övező nyálkás tok (*Capsula*) tűnik fel. Újabb vizsgálatok szerint, ezen capsulák a bakteriumokat védő szervek, melyek a megtámadott szervezet által kifejtett ellenhatásoktól védik meg a bakteriumokat. Ez a vélemény Babestől származik és helyességét 1907-ben, Dr. Preisz tanár is igazolta, a lépfene bacillusain végzett eredményes vizsgálataival. Érdekes, hogy az ectoplasma falának megduzzadásával létrejött vaskos, nyálkás, üvegszerű tömegben, a bakterium oszlas által szaporodhatnak s így az egynemű, nyálkás tömegben belül egyre növekszik a bakteriumcsoport. Az ilyen bakteriumcsoportot *De Bary palmella*-alaknak nevezte, ma azonban általában *Zoogloe*-ának hívják. Ilyen a pestis bacillusa, továbbá a *Streptococcus* (*Leuconostoc*) mesenteroides is. Megemlítendő végül, hogy a sejthártya az u. n. fonálbakteriumokon merev hüvelyt is képezhet, ami a sejthártya külső részének megszilárdulása folytán jön létre. Egyes bakteriumok jellemző alaki tulajdonsága, hogy *ostorral*, *csillangóval* ellátottak, míg mások *spórákat* fejlesztenek.

A bakteriumok ostora (*Cilia*) sajátos festőeljárásokkal, vagy ezek mellőzésével, tükröndensoros sötét látótér alkalmazása mellett jól megfigyelhető. Az ostor a bakterium testénél sokkal vékonyabb, hullámosan görbült finom plasmaképlet s elő-

fordulhat egyes, - vagy többes számban. Első ízben 1875 - ben *Cohn N.* észlelte. Újabb felfedezés szerint nem egyéb, mint az ectoplasma nyúlványa. Az ostornélküli bakteriumokat „*atrich*”-nek mondjuk, az ostorral ellátottakat pedig *Messca* szerint az ostorok számát és elhelyezését véve alapul, 4 csoportba sorozzuk u m:

monotrich-bakterium,	egyik végén egy ostorral ellátott
amphitrich- „	, mindkét „ egy-egy ostorral „
lophotrich- „	, egyik „ több „ „
peritrich- „	, egész testét ostorok övezik.

A kolera bakteriuma monotrich, a tífusé peritrich. A peritrich-bakteriumok számos csillangóikkal a szőrös hernyóra emlékeztetnek. Amphitrich-bakterium pl. a *Spirillum volutans*, míg lophotrich a *Bacillus fluorescens*. Azon bakteriumok, melyeknek csillangójuk nincsen, önállóan nem mozoghatnak, így tehát az ostor a bakteriumok mozgási szerve. Említésre méltó még, hogy a fiatal bakteriumoknak számos, vékony és kurta ostoruk van, az idősebb egyedeké ellenben vastagabb, csavarodottabb, de kisebb számú a fiatalabbakéval szemben.

A bakteriumok spórái.

A spóra némely bakteriumnak lényeges alaki sajátága s tulajdonképen arra szolgál, hogy nagy ellenállóképességével a bakterium fennmaradását kedvezőtlen életfeltételek mellett is biztosítsa és később, alkalmas viszonyok között új bakterium keletkezhessék belőle. Spóratermelést nem minden bakteriumnál látunk és egy bakterium többnyire csak egy spórát fejleszt. Némelykor észlelhető, hogy egy-egy bakteriumban két spóra is keletkezik, kettőnél több spóra azonban egy bakteriumban sohasem fordul elő. A spóra elhelyezkedése a bacillus testében különféle lehet. A lépfene bakteriumánál pl. a bakterium testének közepén, a sercegő üszögnél a test végéhez közel, a dermedés bacillusánál és egyéb talajbakteriumoknál pedig, a spóra egészen a test végén található. A spóra alakja változó, némelykor tojásdad, máskor gömbölyű, de lehet hosszú, pálcikaalakú is. A spóra képződésekor a bakterium testének bizonyos pontja sajátágaiban változást szenved, nevezetesen erőbben festődik és fény-

törőbbé válik. Majd ezen elkülönült rész fejlettebb lesz, erős hártvát növeszt, mely határt von a bakterium teste és ezen átalakult rész között. Ha a spóra teljesen kifejlődött, csak igen nehezen festhető és festetlenül vizsgálva, mint a fényt erősen törő rész ismerhető fel a plasmában.

A bakterium plasmájában egy, vagy több szemcsévé differenciálódott, porszerű vagy szalaghoz hasonló képlet, *sporogén*-szemcse keletkezik. A sporogén-szemcsék később a protoplasmával ismét összeolvadnak és csak ennek megtörténte után képződik ki véglegesen a spóra. Ennek kialakulása belülről kifelé történik és végül a spóra hártvája fejlődik ki. A teljesen kifejlett spóra hártvája két részből összetett. Egyik része a rugalmas *ekto-sporium*, a másik pedig a vastagabb *endosporium*. Ezt a két részt másként *exin*- és *intin*-nek is nevezik. Dr. Preisz vizsgálatai szerint a spóra nem az előbb említett módon, apró szemcsék összefolyásából származik, hanem a bakterium egyik pólusán önállóan képződik ki. Ugyancsak Dr. Preisz megállapítása az is, hogy a bakterium tengelyében látható sejtmagnak mondott képlet nem sejtmag, hanem sűrűbb összeállású plasmatómeg, melyben a növekedő spóra tápláléka felhalmozott. A spóra alacsonyabb fejlődési fokán a bakterium equatorja felé vonul és az *előspórát* alkotja, mely úgy alakul át végleges spórává, hogy kerületi része a spóra héjára, belseje pedig a tulajdonképeni spórára különül. A spóra kialakulása, vagy *megérése* az életfeltételek kedvező-, vagy kedvezőtlen volta szerint némelykor csak néhány óráig tart, máskor pedig 16—20 órát is igénybe vesz. A spóra kifejlődését előmozdító tényezők közül nagy szerepe van a hőmérsékletnek, a bakterium tápláltságának, továbbá a levegő, illetőleg az oxygen jelenlétének. A spórafejlődés okát a táplálék megfogyásával és a bacillusok életére kártékony anyagcseretermékek felszaporodásával magyarázzák, amikor is ezen lényeges átalakulás azért jön létre, mert a bakteriumok spóranélküli, *vegetatív-alakját* veszedelem fenyegeti. A szervezetben spóráképződés nem megy végbe, így csak a szervezeten kívüli *ectobioticus spórafejlődést* ismerünk és *endobioticus spóraelakulással* sohasem találkozunk. Egyes bakteriumtörzsek az elgyöngülés és elkorcsosulás miatt spóráképzésre csak minimális mértékben,

vagy egyáltalán nem képesek. Ily módon jönnek létre a spórát nem fejlesztő *asporogen-törzsek*. Egyes asporogen bakteriumtörzsek kedvező életfeltételek közé jutva, újra visszakapják spóra-fejlesztő képességüket.

A spóra kifejlődése, azaz megérése után, a felvehető táplálóanyagoktól megfosztott anyabakterium, miután hivatását már teljesítette, szétesik és elpusztul. Ha ezután a körülmények a spórának kedveznek, az *kicsírázik* és olyan bakteriummá alakul, mint amilyenből kifejlődött. A csírázó spóra fénytörő képességéből veszt, sötét körvonalai elhalványulnak, teste kb. akkorára növekszik, mint amilyen az anya sejtjének nagysága volt. A növekedéssel a spóra burka kifeszül, majd megreped és a fiatal bakterium szabaddá válik. Némelykor a spóra szétrepedt burkát a bakterium testéhez tapadva magán viseli. A burok felrepedése *hosszanti-* és *harántirányú* lehet. Hosszanti felszakadás esetén a fiatal bakterium a spóra hossz tengelyének irányában kiválik a burokból, mikor is *polaris-*, kétoldali felnyílás esetében *bipolaris kicsírázásról* szólunk, míg ha harántirányú a felnyílás, úgy a bakterium a hossz tengellyel derékszöget alkotó vonalban hagyja el a spórát és ezt *aequatorialis kicsírázásnak* nevezzük.

Régebben különbséget tettek *endo-* és *arthrospórák* között. Endospóra, vagy a „bakterium belsejében fejlődő spóra-“nak hívták azt a burokkal ellátott plasmatömeget, amit ma is közönségesen spórának nevezünk, arthrospóráknak pedig azon mikro-organismusokat, amelyek feltevés szerint a fajfenntartás céljából ellenállóbb, szívósabb alakot öltenek s még erősebben megvastagodott burokkal rendelkeznek. Ezen megkülönböztetés ma már csak, mint történelmi érdekesség szerepel. Megállapították ugyanis, hogy arthrospórák bakteriumok nincsenek. Az azonban bizonyos, hogy vannak egyes bakteriumfajok, melyek fajrokonaiknál sokkal ellenállóbbak és a kedvezőtlen életkörülményekkel is huzamosabb ideig képesek dacolni. Bizonyosnak mondható, hogy a bakteriumok a spóratermelésen kívül még más úton-módon is képesek nagyobb szívósságra és ellenállóképességre szert tenni. Kétségen kívül ezt a célt szolgálja a bakteriumok többé-kevésbé áthatlan hártája is.

Elágazó és rendellenes alkotású bakteriumok.

A bakteriumok rendes körülmények között egymásba fonódó láncokat, tömött csoportokat képeznek, némelykor azonban a rendestől eltérő alakot mutatnak. Így pl. egyik-másik bakteriumfaj bunkószerű *nyúlványokat*, villához vagy Y-hoz hasonló elágazódásokat fejleszthet. Ilyent látunk pl. a diphteria és a gümőkór bacillusainál és főleg az idősebb bakteriumokon fordul ez elő nagyobb számban, mint *elfajulási jelenség*. Régebbi, de jelenleg is helyes az a felfogás, mely szerint ezen nyulványfelesztés kóros állapotnak tekinthető és a bakterium korcsosodásának a jele. Megerősíti ezt azon körülmény is, hogy ez a külső, alaki jelenség akkor is mutatkozik, midőn a tenyésztőanyag a bakteriumok életszükségleteit ki nem elégíti. A kedvezőtlen életviszonyok, vagy pedig a teljes előregedés másféle alaki változásokat is eredményezhetnek. Ezen átalakulások kóros tünetek és általában különböző néven ismeretesek. Így leginkább *involutios*-, vagy *degeneratios-alak* néven emlegetik, újabban azonban *teratogias-alakoknak* is nevezik. Másként ezen rendellenességeket *heteromorph-alakoknak* is hívják, a *polymorphismus* név azonban nem megfelelő és nem használható. Az elfajult bacillusok jellemző alakjai igen változatosak, így golyó-, körte-, orsó-, bunkó-, csavar-, fonál- stb. alakúak is lehetnek, hártájuk pedig rendszerint fejlett burokká alakul át. Némelykor a bakterium vizet veszít és összezsugorodik, miáltal piskótaalakúvá válik, vagy pedig két gomb alakját mutatja.

A plasmolysis rendszeren a bakterium elpusztulását vonja maga után, némelykor azonban a bakteriumsejt felveszi a megsemmisülés ellen a küzdelmet. Ilyenkor a belső nyomás emelkedik, az entoplasma megduzzad, hozzásimul a sejtfalhoz és a bakterium életben marad. Ismeretes végül a bakteriumok *elfajulási jelenségének* azon alakja is, midőn a bakterium teste több kisebb darabra szakad szét. Ez főleg idős bakteriumokon észlelhető és *fragmentacio-nak* nevezik. Sajátságos, hogy némelykor, ha az életfeltételek előnyösen változnak, ezen szertehullott bakteriumdarabok normális bakteriumegyénekké alakulnak át. Ez a jelenség észlelhető a gümőkór bacillusánál is.

A bakteriumok rendszere alaki tulajdonságaik szerint.

A bakteriumok morphologiai rendszerét *Cohn Nándor* állapította meg, ez azonban több javítandót hagyott maga után és többek tökéletesítették. Napjainkban *Fischer Alfréd* lipcsei botanicus rendszere a legáltalánosabban elfogadott. Szerinte a bakteriumok osztályozása a következő:

I. rend. *Haplobacterinae*.

Egysejtből álló primitív szervezetek, egyesével, vagy számosan láncfüzért és különféle csoportokat alkotnak.

1. család *Gömbös bakteriumok. (Coccaceae.)*

Spóranélküli, golyóídomú sejtek.

2. család. *Pálcikaalakú bakteriumok (Bacillaceae.)*

Külsejük pálcikaszerű, oszlásuk hossztengelyükre merőleges irányban történik.

3. család. *Csavaralakú bakteriumok (Spirillaceae.)*

Csavaralakúan hajlott bakteriumok, melyek a hossztengelyre merőleges irányban oszlanak:

II. rend: *Trichobacterinae*.

Soksejtű fonálbakteriumok amelyek lehetnek elágazóak és el nem ágazóak. Belőlük a szaporodást végző ízek (Conidiumok, hormogoniumok) szakadnak le.

1. család: *Chlamydobacteriaceae*.

Conidiumokkal ellátott merev fonalak. Felületüket nyálkás burok, hüvely takarja.

2. család: *Beggiatoaceae*.

Hüvelynélküli, lassan kúszó fonalak, sejtjeik kénszemcséket tartalmaznak, hormogoniumuk kifejlődött.

A bakteriumok alaki sajátságaira épített rendszerek egyike sem mondható tökéletesnek, annál is inkább, mivel a bakteriumok tökéletes morphológiáját még nem ismerjük. A bakteriumok osztályozásánál az alaki tulajdonságok mellett nagy jelentőségű biológiai sajátságuk szerinti osztályozásuk is. *Heim* erlangeni tanár a külső alak tekintetbe vételén kívül már a biológiai tulajdonságokat is figyelemre méltatta és még azon szempontból

is osztályozta a bakteriumokat, hogy vajjon levegő szükséges-e életműködésükhöz, önállóan mozognak-e és hogy a gelatint elfolyósítják-e?

A bakteriumok mesterséges tenyésztése.

A bakteriumoknak mikroskóppal történő vizsgálata legtöbbször nem ad minden kérdésünkre feleletet és így szükségét érezzük annak, hogy a bakteriumokat mesterségesen tenyésztve, bizonyos meghatározott viszonyok közé hozzuk. A tanulmányozás és kísérletezés szempontjából az u. n. *színtenyészetek* előállítása a legfontosabb, azaz olyan tenyészetek létesítése, melyekben más fajoktól teljesen elkülönítve csak egyféle fajhoz tartozó bakteriumok élnek. A bakteriumok elszaporítását és mesterséges úton történő kitenyésztését régebben csak *folyékony* tenyésztőanyagokon végezték. Ilyenek voltak a tej, húslé, cukoroldat stb. és csak később jöttek rá a bakteriumoknak *szilárd* anyagokon való tenyésztésére. A bakteriumok, ha alkalmas tenyésztőterületre kerülnek rohamosan osztódnak és számtalanszor megismételt oszlásukkal sokszor már szabad szemmel is felismerhető *bakteriumtelepet* (*Colonia*) alkotnak. A legelterjedtebb tenyésztőanyagokat részben az állat-, részben pedig a növényvilág szolgáltatja. Állati eredetűek: a gelatin, vérsavó, tojás, tej, húsleves stb. Növényi eredetű pl. az ágár-ágár, a burgonya, a kenyérpép, a rizs stb.

Folyékony tenyésztőanyagok.

A *húsleves* (*Bouillon*) igen alkalmas és széleskörben használatos tenyésztőanyag, amelyet főleg a bakteriumok nagyban való tenyésztésénél alkalmaznak, továbbá ott, ahol a bakteriumok anyagcseretermékeit vizsgálják. A bakteriumok ugyanis a levesnek igen könnyen átadják anyagcseretermékeiket. Jól használható még a húsleves, mint tenyésztőanyag akkor is, ha bakteriumcultúrával állatokat oltunk be. A leves ugyanis, mint folyadék fecskendővel könnyen felszívható, mennyisége pontosan lemérhető. A húsleves „függőcseppben“ történő vizsgálatnál is igen jól alkalmazható, mint tenyésztőanyag, mert a bakteriumok szabad mozgása minden cseppjében jól megfigyelhető és végül a bakteriumok

rohamosan szaporodnak benne. A tenyésztőanyagul használt húsleves megegyezik a táplálkozásra használatos húslevessel, csupán készítési módja tér el attól némileg. A tenyésztőanyag előállítására főleg a lóhúst használják levesnek, de egyéb húsok is megfelelnek a célnak, sőt adott esetekben a halak húsból készült leves is jól alkalmazható, mint tenyésztőanyag. Klinikákon, kórházakban, boncolólaboratóriumokban, ahol emberi hulla állandóan található, a boncolás közben lefejtett izmokból készítik el a tenyésztő húslevest. Jól felhasználható a szülészeti klinikákon rendelkezésre álló méhlepény is e célra. A sovány hús jobban megfelel, mint a kövér és elkészítése a következőképen történik. A húst összeaprítva 2 sr. sós vízzel összekeverik és 12—24 óráig hűvös helyen, esetleg jégszekrényben állni hagyják. Ezután a vizet leöntik róla s a hús által felszívott vizet kipréselve, az előbb leöntött vízhez öntik, majd az egészet felfőzik. Az így nyert húslé rendszeren savas hatású s hogy kissé lúgos kémhatású legyen, ami a baktériumok tenyészetének kedvez, szódaoldatot, vagy nátronlúgot adnak a leveshez, míg a vörös lakmuszt gyengén meg nem kékíti. Ezután kb. $\frac{1}{4}$ órán keresztül a levest forralják, majd lehűtve itatópapíron átszűrrik. Az így elkészített folyadékot kémcsövekbe öntik és eltarthatóságát az által fokozzák, hogy áramló gőzzel igen magas hőfoknak teszik ki, esetleg bizonyos készülékekben (Papin-fazék, autoklav) 1— $1\frac{1}{2}$ órán át 110 C.^o-ú, nagy nyomású gőzbe helyezik.

Egyik-másik baktériumfaj *szőlőcukros* és *glicerines* levesben szaporodik legkönnyebben. Ilyenek a gümőkór, a takonykór bacillusai, melyeket szőlőcukrot és glicerint tartalmazó húslevesben tenyésztene ki. Egyes esetekben a tenyészet érdekében a levesnek savas hatást kell adnunk, amely borkő-, só-, vagy ecetsav adagolásával történik. Némelykor színes anyagokat is kevernek a leveshez, pl. *lakmusztinktúrát*. Ha az ilyen levesben tenyésző baktériumok savat termelnek, a leves kék színe pirosra változik, míg ha a baktérium reducálás folytán a lakmuszt elbontja, a leves színét elveszíti és elszíntelenedik. Sokszor *indigókénsavas natronnal* kezelt levest is használnak. Ha hús nincsen, húskivonatból is készíthető tenyésztőleves. Így újabban

a Maggi húskivonattal is végeztek jó eredménnyel tenyésztési kísérleteket.

A *folyékony vérsavó* szintén igen jó tenyésztőanyag, egyedüli hibája, hogy nagyon nehezen sterilisálható és így eltartósága is körülményes. Sterilisálását megnehezíti az, hogy 65—70 C.^o-nál már megalvad s 58—60 C.^o-on túl nem hevíthetjük. Tenyésztési célokra a legmegfelelőbb vérsavót élő állatokból veszik. E célra rendszeren nagyobb állatok, legtöbbször a ló vérét alkalmazzák a vérsavó előállítására. E végből megnyítják a ló *nyaki gyűjtőérét* (*Vena jugularis*) és ebből 1-2 l. vért bocsátanak ki sterilisált üveghengerekbe. A vércsapolás a *Dickerhoff-féle tű* segítségével történik, amely kaucsuktömlőbe erősített belül üres tű és ezzel a gyűjtőér vére az üveghengerbe vezethető. Egy-egy lóból 5-6 l. vért vehetünk anélkül, hogy annak egészségét veszélyeztetnénk. A vércsapolás után, 10-20 perc elteltével a vérsavó már különválnak s ilyenkor ajánlatos az üveghenger megforgatásával ennek falától a véralvadékokat elmozdítani, hogy a savó további kiválása akadályozva ne legyen. Az így kivált vérsavót kémlelőcsövekbe pipettázzuk és azon esetben, ha a vért nem élő állatból nyertük azt még sterilisáljuk is. A sterilisálás itt úgy történik, hogy 6-7 napon át, naponta kb. 1-2 órán keresztül 58-60 C.^o-nyi melegnek tesszük ki a vérsavót. Vérsavó helyett egyes helyeken ahol könnyen hozzájuthatnak, tenyésztési célokra savós izzadmányokat használnak, továbbá *ascites folyadékot* (hasvízkórosak hasüri savója) és *hydrokele folyadékot* (vízsérv savója). Ezeket főleg sebészek alkalmazzák és sterilisálásuk a vérsavóéhoz hasonló módon történik.

A *tej* széles körben használt tenyésztőanyag. Hátránya, hogy átlátszatlanságával a benne lévő baktériumok fejlődése figyelemmel nem kísérhető és hogy csak nehezen sterilisálható, amennyiben a belekerült baktériumspórák nagyon ellenállók. A tej csiramentesítése legegyszerűbben úgy történhetik, hogy 3 napig $\frac{1}{2}$ órán át 100 C.^o-os gőzzel hevítjük, vagy pedig 20 percen át nagy nyomású, 120 C.^o-ú gőz hatásának tesszük ki. A tejben levő baktériumok igen gyorsan szaporodnak, azért tenyésztőanyagul a friss tej a legmegfelelőbb.

A *tejsavó* ritkábban használt tenyésztőanyag, leginkább a tejgazdasági bakteriológiában használják, továbbá a tífus bacillusának diagnosticájában, ahol mint *lakmuszos tejsavó* szerepel. Előállítására úgy történik, hogy a tejhez egyenlő mennyiségű párolt vizet kevernek és belőle a kazeint kicsapják, ezután a folyadékot nátriumcarbonáttal közömbösítik és 2 órán át áramló gőzzel sterilisálják. Ha lakmuszos tejsavót akarunk előállítani, úgy még 50 cm.³ sterilisált lakmuszoldatot adunk minden liter tejsavóhoz.

A kivételesen használt tenyésztőanyagok közül említésre méltók: az *emberi vizelet*, melyben ha közömbös, vagy kissé alcalisált, jól tenyésznek a baktériumok. Különösen jól szaporodnak a baktériumok az olyan vizeletben, amely — valamely kóros állapot folytán — fehérjéket is tartalmaz. A fehérjék ugyanis jó táplálóanyagot szolgáltatnak a baktériumok elszaporítására. Némelykor az átszűrt és sterilisált *epét* is felhasználják tenyésztőanyagul. Ugyiszintén a szilva és egyéb gyümölcsök, továbbá a burgonya, répalevét is alkalmaznak e célra *mustot*, *sörmaláta kivonatát*, a *gabonafélék* (buza, rozs, árpa, zab) és a *hüvelyesek* (bab, lencse, borsó stb.) *főzetét*, valamenynyit alkalmas módon sterilisálva. Megfelelő folyékony tenyésztőanyag végül a *peptonos konyhasós víz* is, mely nem egyéb, mint peptont, konyhasót, kaliumnitrátot és nátriumcarbonátot tartalmazó steril víz.

Szilárd tenyésztőanyagok.

A szilárd tenyésztőanyagok közül legelterjedtebb a *gelatin* és az *ágár-ágár*. A gelatin, vagy csontenyv, tenyésztőanyagul peptonos, konyhasós húslevesrel keverve használják és pedig 1000 gr. húsleveshez 100—200 gr. gelatint adnak, amikor a gelatin 10—20 %-os. A gelatint a húslevesben 10—15 percig főzik, majd alcalisálják és ismét főzik. Ezután lehűtik 50—60 C.^o-ra és 1 tojásfehérjét kevernek bele, mely a következő főzés folyamán magával rántja a gelatinban és a húslevesben levő csapadékot és így a lé szépen feltisztul. A főzés közben elpárolgott vizet feleresztéssel pótolják és az így elkészített anyagot közönséges

szűrőpapiroson átszűrjük és kémölcsövekbe öntik. A gelatint könnyű előállítás és áttetsző volta miatt sűrűn alkalmazzák. A gelatin sárgásszínű, a baktériumok közül azok, amelyek fejlődésükhöz 25 C.^o-nál magasabb hőmérsékletet nem kívánnak, benne igen jól tenyésznek. A tenyésztendő baktériumok természetének megfelelően, a gelatinnal idegen anyagokat is kevernek, ilyenek a glicerin, cukor, vérsavó stb. melyek egyik-másik baktérium fejlődésére gyorsítólag hatnak. A gelatint tartalmazó kémölcsöveket az alvadás időpontjában ferdén, vagy függőlegesen állíthatjuk és eszerint a gelatin az üveg falán ferdén, vagy merőlegesen alvad meg. Az előbbi módon készített gelatin az u. n. „*felkent*“, az utóbbi módon előállított pedig a „*szűrt*“ tenyészet fejlődésére alkalmas.

A gelatin után a leghasználatosabb szilárd tenyésztőanyag az *ágár-ágár*, amelyet Jáva, Ceylon, Japán, Khína tengereiben található moszatokból állítanak elő. A japánok élelmiszerül is felhasználják, nálunk pedig a háztartásban, a cukrászdában a gelatint helyettesíti, ezenkívül selyemkelmék festésére és ragasztószerül is szolgál. Az ágár-ágár poralakban, vagy igen finom hártyszerű szalagokban, esetleg tablettákban kerül forgalomba. Előnye a gelatinnal szemben, hogy jóval magasabb hőfokon, 90 C.^o-nál válik folyóssá és így a magasabb hőmérsékletnél tenyésző baktériumok számára is megfelelő. A gelatinhoz hasonlóan ez is húsleves-sel készül, de ennek a húslevessel való oldata csak 1-2 0/0-os. Igen nehezen duzzad és lassan olvad fel, ezért kis darabokra szeletelve teszik a levesbe. Főzése 2 órán át tart, azután natronlúggal közömbösítik és normál szódaoldattal lugosítják, végül, hogy átlátszó, világos és csapadégmentes legyen meg is szűrjük. Szűrése a gelatinénál körülményesebb, 40 C.^o-ra lehűtve ugyanis besűrűsödik. Ezért szűrése a főzésre használt gőzsterilisálóban, vagy melegíthető tölcserben, némelykor szűrőpapiros közé helyezett vatta- és üveggyapottrétegen, vagy pedig flanellon át történik. Az ily módon elkészített ágár-ágár kémölcsövekbe osztva 2 órán keresztül forró gőzben sterilizálendő s azután aszerint, hogy függőleges, vagy ferde helyzetben merevedik-e meg, *szűrt*, vagy *felkent* tenyészetre lesz alkalmassá. Idegen anyagok közül, leginkább glicerinnel keverik. Az ágár-ágár pótlására különféle

moszatokkal és növényekkel végeztek kísérletet, mint pl. az izlandi moszattal, *Fucus cipurssal*, stb.

A sterilisált vérsavó megalvasztva szintén jó, szilárd tenyésztőanyagot szolgáltat. Előállítására a folyékony vérsavót 65—75 C.⁰-ra hevítik, mire ez kocsonyásan összeáll.

A *burgonya*, mint tenyésztőanyag, szintén sikerrel használható, egyedüli hátránya, hogy sterilisálása körülményes. Bakteriumtenyésztésre csak hibátlan, egészséges salátaburgonya alkalmas. E végből a burgonyagumókat a talajbakteriumok spóráinak eltávolítására kéfével súrolják, majd tiszta késsel rügeit és kinövéseit eltávolítják és kb. 1 órán keresztül 1⁰/₀-os szublimátoldatban fertőtlenítik. Ennek megtörténtével hámozzák és felszelelelik, amit steril késsel végeznek. Hogy hámozás és metszés közben a kés vasa, a gumó csersavát meg ne kékítse, a burgonyát vízzel jól leöblítik. Az ékalakban szeletelt burgonyát öblösebb kémleőcsőbe teszik, melynek fenekére már megelőzőleg főtt vízzel átitatott gyapotot, vagy néhány üveggyöngyszemet helyeznek s az utóbbi esetben, a kémleőcsőbe még néhány csepp vizet is cseppentenek. Úgy a gyapottal beitatott, mint az üveggyöngy alatt elhelyezett víznek a burgonyaszelet kiszáradásának megakadályozása a célja. Ezután még 2 órán át, áramló, vagy ³/₄ órán keresztül nagyobb nyomású 106—110 C.⁰-ú gőzzel sterilisálják a burgonyát. A sterilisálásnál óvatosan kell eljárni, mert ugyanazon készítménynél a sterilisálást megismételni nem lehet. A többször sterilisált burgonyaszelet ugyanis összezsugorodik megbarnul s a rajta tenyésző bakteriumok jellegzetes külseje megváltozik. Az ilyen burgonya gyengén savanyú kémhatást mutat és így azon bakteriumok, melyek a savanyú kémhatású tenyésztőanyagot szeretik, rajta igen jól tenyészthetők. Ilyenek pl. a gümőkór, a takonykór bacillusai, továbbá a különböző penészgombák. Ha némelykor a burgonya közömbös, vagy épen lúgos kémhatású, hogy rajta a savanyú kémhatást kedvelő bakteriumokat tenyészthessük, a burgonyát ¹/₄ órára híg ecetsavba helyezzük. Ezen eljárással a burgonya savanyú kémhatása fokozható is. Viszont a lúgos kémhatás elérésére a burgonyát alcalisálni is szokták, amikor sterilisálás előtt ezt 1⁰/₀-os szódaoldatban áztatják és ezzel öblögetik. A *glícérines* burgo-

nyát úgy állítják elő, hogy a szeleteket steril vizes glicerines oldattal öntik le és a kémcsövek fenekére is hasonló oldatot cseppentenek úgy, hogy a burgonyaszelet alsó részét elfödje. Ez a tenyésztőanyag gümöbacillus számára kiváló. Használatosak még a *burgonyapép*, mely főtt burgonya reszeléke vízzel keverve, a *burgonya leve*, melyet a burgonya nedvéből 2 sr. víz hozzáadásával s-jégszekrényben való áztatás útján állítanak elő. Ezenkívül a *burgonya-gelatin* (10% gelatinnal) és a *burgonya-ágár-ágár* (1 $\frac{1}{2}$ % ágár-ágárral) szintén alkalmazható tenyésztőanyagok.

A *tojás* ritkábban használt szilárd tenyésztőanyag. A tojást előbb vízzel, majd alkohollal lemoszák, az alkoholt meggyújtják, azután sterilisált túvel a tojás hegyesebb végén nyílást készítenek az oltótű részére s a beoltást elvégzik, a nyílást pedig collódiummal, vagy pecsétviaszkkal befödik.

A bakteriumtenyésztés módjai.

A bakteriumok sikeres tenyésztésének főfeltétele, hogy a használt tenyésztőanyag *szabály szerint készült, friss, be nem száradt legyen*. A beszáradástól úgy óvják meg a tenyésztőanyagot, hogy a kémleőcsőbe, vagy az eltartásra, megfigyelésre szolgáló egyéb edénybe, vattadugót helyeznek, föléje pedig kaucsuksapkát húznak. Ha az eltartásra üvegcsésze szolgál, akkor ezt u. n. »nedves kamrába« helyezik, ahol hónapokig, sőt évekig is eltartható.

A mesterséges eljárással tenyésztett bakteriumokat tovább is szaporíthatjuk, és egyes anyagokból ki is tenésztethetjük azokat. Ezen utóbbi eljárás nehezebb és ez a *higításos* vagy a *szélesztéses* eljárással történhetik.

A *higításos tenyésztés* lényege abban áll, hogy a vizsgálandó anyagból csekély mennyiséget oltótű, vagy oltókacs segítségével szilárd tenyésztőanyagba helyezünk. Szükséges, hogy ezen tenyésztőanyag hevítéssel folyékonyvá tehető legyen (Gelatin, ágár-ágár), az oltótű pedig használat előtt felhevítessék és csak lehűlése után oltunk vele. A beoltott anyagot a platinából készült oltókacs segítségével megkeverjük, a platinakacsot ezután

melegítjük és ezen keverékből 3 kacsnyit átviszünk egy másik kémleőcsőbe, majd ebből a kémleőcsőből 4—5 oltókacsra valót ismét egy harmadikba. Ily módon a kémleőcső közül az elsőben a tenyésztő- és a vizsgálati anyagból kivett teljes mennyiség, a második kémleőcsőben a vizsgálandó anyag egy kis mennyisége a harmadik kémleőcsőben pedig annak csak igen csekély tötrésze található. Így a vizsgálati anyag igen felhígított állapotba került. A bakteriumok a kémleőcsővekben ugyanolyan arányban tenyésznek, mint amilyen arányban tartalmazzák ezek a vizsgálati anyagot. Most ezen kémleőcsővekből a beoltott folyadékot egy-egy sterilisált Petri-féle, vagy egyéb lapos csészébe öntjük, ahol az megaldad és a beoltással beléjutott bakterium az ott lévő gelatinban, vagy ágar-ágarban jó tenyésztőanyagot talál, gyorsan szaporodik és a *bakteriumtelepeket*, vagy *coloniákat* képez. Ezek hamarosan szabad szemmel is láthatókká válnak. Ezen higitásos, tenyésztési eljárás, *bizonyos anyagban lévő bakteriumok mennyiségének megállapítására is alkalmas*.

A szélesztéses tenyésztés, az előbbinél egyszerűbb módja a bakteriumok kitenyésztésének. Itt tenyésztőanyagul folyékonyra nem alakítható szilárd anyag is megfelel, így a burgonya, megaldasztott vérsavó stb. A tenyésztési eljárás annyiból áll, hogy egy platinakacsnyi vizsgálandó anyagot 3—4 kémleőcső *halmazállapotú* tenyésztőanyagára ferdén rákenünk s ezen tenyésztőanyag a kémleőcsőben ferdén alvad meg. A képződő bakterium-colóniák fejlődését gyorsíthatjuk azáltal, hogy a készítményeket melegebb helyre, esetleg thermostátba, költőszekrénybe helyezzük, ahol az ember és az emlősállatok testhőmérsékletének megfelelő hőfok (37—40 C.^o) uralkodik.

A költőszekrény, vagy *thermostát* rézből készült kettősfalú szekrény, kettős fala között vízzel, vagy egyéb hőszigetelő anyaggal kitöltve. Külseje aszbesztlemezzel, vagy vastag posztóval borított. A szekrény lánggal melegíthető. Bakteriológiai laboratóriumokban mindenütt megtalálható és az olyan kísérleteknél nélkülözhetetlen, amikor állandó és pontos hőmérséklet szükséges. Nagy bakteriológiai intézetekben, ahol a bakteriumokat nagy mennyiségben tenyésztik, egész fülkék és thermostát-

szobák találhatók, kettős hőszigetelőanyaggal bélelt falakkal, állandó 37—38 C.^o-os hőmérséklettel.

A thermostatok és thermostatszobák hőmérsékletét a hőszabályozó, vagy thermoregulator meghatározott, állandó fokon tarja. Egy hosszú hőmérő a thermostat belsejébe nyúlik és róla kívülről is leolvasható a thermostat belsejében lévő hőmérséklet. Ezt kiegészíti a hőszabályozó, mely úgy működik, hogy a melegítőlángot tápláló gáz, először ezen gázregulátoron halad keresztül s azt a kívánt hőmérséklet foka szerint erősebben, vagy kevésbé kitérít, eszerint a gáz útja is szűkül, vagy tágul és a melegítőláng is kisebb, vagy nagyobb lesz. Igen célszerű a gázzal való thermostat a fűtésnél a Koch-féle „biztosító égő-t” használni, melynek nagy előnye, hogy ha a gázláng kialszik, a gáz további ömlését automaticusan elzárja és így elhárítja a robbanás veszélyét.

Az anaërobionta bakteriumok tenyésztése.

Az anaërobionta bakteriumok levegő és oxygenben nem tenyésznek s a felsorolt tenyésztőeljárásokkal sem tenyészthetők. Ezen bakteriumokat csak az oxygen kizárásával tenyészthetjük. Beoltás előtt forralás útján úzzuk ki a tenyésztőanyagból a levegőt és hirtelen 40 C.^o-ra hűtjük le azt s gondoskodunk arról, hogy a tenyésztőanyag levegővel ne érintkezhessek. Az oxygen eltávolítására különféle kísérleteket végeztek. Legmegfelelőbb *Kitasato* eljárása, aki *Hauser* módszerét követve hydrogennel szorította ki a levegő oxygenjét. *Kitasato* hydrogenfejlesztő-készülékben állítja elő a hydrogent, ezt tenyésztőedénybe vezeti, mely csövekkel ellátott két lapos üvegedényből áll. A csöveket kaucsuktömlő borítja s ennek végében egyre vékonyodó másik üvegcső elhelyezett. A tenyésztőanyagot az edénybe öntik keresztülvezetik rajta a hydrogent és ez a csövek egyikén kiszorítja a levegőt az edényből. Ha az edényből már minden levegő eltűnt, a bevezető- és elvezetőcsöveket beforrasztják. Ily módon az oxygentőlmentes edényben a bakteriumok akadálytalanul tenyésznek. *Kitasato* módszerét Ferran úgy módosította, hogy hydrogen helyett acetilént alkalmazott.

Az anaërobionta bakteriumok közül azok, amelyek nem túlságosan érzékenyek az oxygen iránt, oly módon is tenyésztethetők, hogy *forralás után lehűtött és beoltott* gelatint, vagy ágár-ágárt 2—3 rétegben öntünk egymás fölé. A vastag, merev felső rétegek az alsó beoltott rétegtől távol tartják az oxygent és így a bakteriumok fejlődése megindul. Azon anaërobionták, melyek még kevesebb érzékenységet mutatnak az oxygen iránt, friss tojásban is tenyésztethetők, még ha ezen tenyésztőanyag nem is teljesen oxygenmentes.

Különféle bakteriumok ugyanazon tenyésztőanyagon hasonló sajátságokat mutathatnak, egyéb anyagokon tenyésztve azonban, sokféle módon viselkedhetnek és ezen eltérő viselkedésükből meg is határozhatók. A bakteriumok nagy része a folyékony és tiszta tenyésztőanyagban *egyenletesen* szaporodik s azt egyneműen zavarossá teszi. A bakteriumok másik csoportja a tenyésztőanyag *felületén* szaporodik és ott pókhálószerű, majd vastagabb bevonatot alkot. Így főleg a sok oxygent igénylő az *aerophil*-bakteriumok szaporodnak, ezért a tenyésztőanyag felületére núzódnak. A harmadik csoportot alkotó bakteriumok a folyékony tenyésztőanyagban apró *göböket, pelyheket* képezve szaporodnak.

A bakteriumok táplálkozása.

A bakteriumok táplálékuk szerint igen eltérően viselkednek. Minden bakteriumnak azonban föltétlenül szükségesek az alábbi táplálóanyagok. Ezek a *szén, nitrogen, oxygen, hydrogen, phosphor* és *valamely fémsó*. Ezek közül, mint táplálóanyagot legfontosabbnak tartják a nitrogent, a phosphort és valamelyik fémét. Ismerünk azonban sok olyan kényesebb bakteriumot is, amelyek a felsorolt elemeken kívül életműködésükhöz meg számos más elemet is megkívánnak. Ezekkel szemben vannak olyan bakteriumok is, melyek csak egyféle táplálékkal élnek. A bakteriumok a számukra szükséges táplálóanyagot a lehető legkülönbözőbb anyagokból veszik magukba és a legmostohább életfeltételek mellett is képesek megélni. Azon anyagokból, amelyekből a bakteriumok táplálékukat szerzik, *Tangl, Rubner és Gottslied*

vizsgálatai szerint jelentékeny *energiát* is elvonnak. Az ily módon szerzett energiát egyrészt növekedésre és szaporodásra, tehát *plasticus* célra, másrészt mozgásra, hőfejlesztésre, különféle kémiai működésekre, némelykor fényfejlesztésre, azaz *dinamogen* működésekre fordítják. A táplálóanyagokat a bakteriumsejt csak feloldva, folyékony állapotban osmosis útján, esetleg gáznemű állapotban veszi fel. Egyes bakteriumok csakis holt szerves anyagokból táplálkoznak és élő szervezetben elpusztulnak, ezek De Bary szerint *saprophita-bakteriumok*. A bakteriumok másik része élő szervezetekből, parasitamódra táplálkozik ezek a *parasita-bakteriumok*. Mindkét csoportban megkülönböztetünk *obligát-alakokat*, melyek táplálkozásukhoz szigorúan ragaszkodnak és *facultatív alakokat* melyek nem kötöttek teljesen ugyanazon táplálkozási módhoz. Vannak *obligát saprophiták* és *parasiták*, úgyszintén *facultatív saprophiták* és *parasiták*. Ezen osztályozás nem megfelelő. Fischer Alfréd, ugyancsak a táplálkozás módját tekintve, 3 csoportba sorozta a bakteriumokat és megkülönböztetett *prototroph*-, *metatroph*- és *paratroph-bakteriumokat*. Minden csoportba obligát és facultatív-alakok is tartoznak.

Prototroph-bakteriumok.

Ezen csoportba a legprimitívebb módon táplálkozó bakteriumok tartoznak. Nitrogen- és egyesek szénszükségletüket is szervesen nitrogéntartalmú szénvegyületek átalakítása útján szerzik meg. Ezen prototroph mikroorganizmusok tehát a zöld növényekhez hasonlóan *autotrophok* (azaz szervesen anyagokból önállóan táplálkozók), míg a metatroph- és paratroph-bakteriumok *heterotrophok* (más szervezetekből származó szerves anyagokkal táplálkoznak). A prototroph-bakteriumok közé sorozzuk a *nitrificáló*-, vagy „*salétrombakteriumokat*“, a *denitrificáló* és a *nitrogenlekötő*-, vagy *nitrogen-bakteriumokat*. Némelyek a kén- és vaskbakteriumokat is ide osztják.

a) A *nitrificáló bakteriumok* a talajban élnek, a táplálkozásukhoz szükséges nitrogént a talaj ammoniájából, vagy salétromsavas sóiból, szénszükségletüket a levegő szénoxydjából, illetőleg szénsav sókból assimiláció útján veszik fel. A zöld

növények chlorophylljukkal szintén felbontják a levegő széndi-oxydját, erre azonban csak a napfény energiájának felhasználásával képesek, míg a nitrificáló bakteriumoknak ezen folyamat-hoz napfényre nincs szükségük. Az energiaforrást ugyanis itt az ammoniák és a salétromossav oxydálása nyújtja.

A nitrificáló bakteriumok mezőgazdasági szempontból rendkívül nagy jelentőségűek, mert ezek átalakítják a talajba került szerves vegyületeket úgy, hogy ezen vegyületek a növények számára a lehető legkedvezőbb állapotba jutnak. A nitrificáló bakteriumok ezen munkáját *nitrificationnak* nevezzük. Ezzel ellentétes működésnek a talajban a *denitrificáló bakteriumok*, melyek a nitrátokat nitrítékké reducálják, a nitrítéktől elvonják az oxygent, a növények számára igen értékes nitrogént pedig szabaddá teszik (*Denitrificatio*). A nitrificatiót megelőzőleg a talaj szerves vegyületei korhadnak és átalakulnak egyszerűbb vegyületekké. Ezen átalakulást szintén mikroorganizmusok indítják meg. Ennek folyamán a szerves vegyületekben található nitrogénből ammóniák és salétromsav, a hydrogenből víz, a szénből pedig szén-oxyd keletkezik. Ezt a munkát az ammóniákat bontó bakteriumok létesítik és ezzel, mintegy előkészítik a nitrificáló bakteriumok működését. Ilyenek az u. n. *húgyanyagbontó*, *urobakteriumok*, a *Bacterium termo*, a *Proteus vulgaris* stb. Az ezek által készített ammóniákból alakítják azután a nitrificáló bakteriumok a nitrít-, majd a nitrátvegyületeket. A nitrificáló bakteriumoknak Winogradsky szerint két csoportját különböztetjük meg. Az első csoport a táplálóanyagul elhasznált ammóniákat salétromsavvá oxydálja, ezek a *nitrít*-, vagy *nitrozobakteriumok*. A második csoport az anyagcseretermékül kiválasztott és nitrogéntáplálékul felvett salétromossavat salétromsavvá oxydálja. Ezeket *nitrát*-, vagy *nitrobakteriumoknak* nevezzük. Fontosabb nitrítbakteriumok a *Nitrosomonas* (*Pseudomonas*) *europaea*, *Nitrosomonas* (*Pseudomonas*) *iavensis*, míg nitrátbakterium a *Bacterium nitrobacter*. Úgy a nitrificatiót előkészítő korhadásnak, mint magának a nitrificációnak elegendő nedvesség, mérsékelt hő és sok levegő jelenléte a főfeltétele.

b) A *denitrificáló bakteriumok*, a nitrificáló bakteriumokkal ellentétes működést fejtenek ki, mert reducciós munkájukkal

felbontják a növények táplálására igen alkalmas nitrátvegyületeket és a talajból nitrogént vonnak el; működésük tehát a gazdára nézve káros. A reduálás némely bakteriumnál olyan nagy, hogy egészen a szabad nitrogenig terjed. Ilyen a tulajdonképeni denitrificáló bakterium, a *Bacillus denitrificans*, továbbá a különféle fluoreszkáló bakteriumok.

c) A Nitrogen lekötő bakteriumok nitrogenszükségletüket a levegőből fedezik, a szén pedig a denitrifikáló bakteriumokhoz hasonlóan szerves vegyületekből készítik. Ezek a bakteriumok a levegő szabad nitrogenjét a hüvelyes és egyéb növények gyökereinek gumóiból képesek lekötöni, ezért mezőgazdasági szempontból igen nagy fontosságúak. Ilyen bakteriumok a *Clostridium Pasterianum*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus amylobacter*, *Clostridium americanum*, *Bacillus saccharobutyricus*. A nitrogént lekötő bakteriumok másik csoportja a hüvelyesek és egyéb növények gyökérgumóiban él és ezen növényeknek nitrogéntáplálékot szolgáltat. A talajban a növényeknek annyira fontos nitrogént oly módon pótolhatjuk, hogy hüvelyesekkel (*Leguminosae*) és pedig leginkább a csillagfürtfélékkel (*Lupinus-félékkel*) bevetjük a talajt és ezek kifejlődése után a földet ezekkel együtt alászántjuk. Ezt az eljárást zöldtrágyázásnak nevezzük. Legelőszőr *Schultz* lupitzi gazda alkalmazta és ő hívta fel rá úgy a gazdák, mint a szaktudósok figyelmét. A talajba temetett növények gyökérgumóiban lévő bakteriumok, főleg pedig a *Bacillus radicola* nagy mennyiségű nitrogént juttatnak kulturnövényeinknek s ezáltal azoknak nitrogenszükségletét fedezik. A *Bacillus radicola* felfedezése körül *Woronin*, *Brunchorst* és *Beijerinck* szereztek érdemeket, *Prazmowski*, *Hiltner*, *Nobe* vizsgálatai pedig beigazolták, hogy a csillagfürtfélék és hüvelyesek gyökérgumócskái a *Bacillus radicolával* való fertőzése útján keletkeznek. Megállapították azt is, hogy a gumócskák bakteriumaival az a növényfaj fertőzhető a legkönnyebben, melynek gyökérgumócskáiból az illető bakteriumot kitenyésztették. Ez azzal magyarázható, hogy a *Bacillus radicola* azon a növényen fejlődik a legjobban amelyhez már hozzászokott. Innét magyarázható az is, hogy a közeli rokon növényeket könnyen sikerült fertőzni. Fl. a borsón keletkezett bakteriumokkal a bükköny jól

fertőzhető, míg ugyanezen mikroorganizmusokkal a bab, vagy lóhere egyáltalában nem, vagy csak kis mértékben inficiálható. *Hiltner* a nitrogént lekötő bakteriumokat fertőzési kísérletei alapján és ezek morphologiai sajátosságait tekintve, 2 fajra osztja, amelyek közül a *Bacillus radiculicola* az egyik, *Bacillus Beijerincki* pedig a másik. A utóbbi Beijerinck tiszteletére kapta nevét és főleg a csillagfürtön, szóján és rekettyén található, míg a *Bacillus radiculicola* fajváltozatai a bükkönyön, borsón, babon, lóherén, mészkerepen, nyúlzapukán stb. tenyésznek. Ezeket a bakteriumokat mesterségesen is jól tenyésztethetjük és pedig hüvelyes növények leveleinek főzetével kevert gelatinban, amely még nádcukrot és asparagint is tartalmaz. Találunk bakteriumokat az ezüstfa (*Eleagnus argentea* L.) és az égerfajok (*Alnus*) gyökerein is, ahol *Mágoöcsy-Dietz* vizsgálatai szerint, sokszor ökölnagyságú gumókat alkotnak és a levegő szabad nitrogénjét képesek lekötöni. Hasonló sajátosságúak a csormolya, kakascímer stb. is. A nitrogént lekötő bakteriumoknak nagy szerepük van a nitrogénkörforgalom folytonosságának fenntartásában. A rothadás, különféle kémiai folyamatok és a denitrificatio ugyanis, nagy mennyiségű kötött nitrogént tesznek szabaddá, ami ily módon a levegőbe kerül. Ezért az állati és növényi szervezet számára nélkülözhetetlen kötött nitrogén teljesen elfogyna és ezzel az élet egyik főfeltétele szűnnék meg a földön. Ez nem következhetik be és ez a nitrogénlekötő bakteriumok működésének köszönhető. Ezen bakteriumok ugyanis az említett növényeken élnek s a szabad nitrogént assimilálják, ily módon fenntartják az egyensúlyt és elejét veszik a denitrificatio és egyéb nitrogént felszabadító folyamatok által előidézheto veszedelemnek. A gazdát közelebből érdekli, hogy a gyökérgumócskák fejlődését nagyban elősegíti, ha a talaj hamualkotórészekben, főleg kálium- és phosphorsavvegyületekben bővelkedik s ha a talaj jól szellőzőtt, ezenkívül elegendő nedvességet is tartalmaz. Ily módon a nitrogént lekötő bakteriumok a levegő szabad nitrogénjének jelentékeny részét képesek assimilálni s az a növényeknek táplálékul szolgál, majd azoknak dús fejlődését lehetővé teszi. Érthető, hogy sokat fáradoztak olyan készítmények előállításán, melyek a talajt ezen bakteriumokkal fertőzik és így a kultúrnövényeket

nitrogenhez juttatják. Ilyen az „*Alinit*“ nevű készítmény, melynek azonban csak a reklámja volt nagy, mezőgazdasági értéke ellenben nincs. *Cserhúti* és *Gyárfás* vizsgálatai alapján tudjuk, hogy nitrogént nem köt le s tulajdonképen nem más, mint az alinitbacillus (*Bacillus Ellenbachensis* à Caron) spórák alakját tartalmazó burgonyapép. Jobb eredményre vezettek azon kísérletek, melyekkel a *Bacillus radicoláns* gazdag ezen földdel bakteriumoktól teljesen mentes talajt fertőztek. Ezen eljárás a gyakorlatban *talajoltás* néven ismeretes. A talajoltást oly módon is végzik, hogy a *Bacillus radicoláns* tiszta tenyészetét direkt a talajba oltják be. Ilyen oltóanyag a *nitragin*, továbbá a *nitrobacterin*, amelyeknek alkalmazásával igen szép eredményeket értek el. Mezőgazdasági használatban, főleg a nitragin terjedt el, melyet *Nobbe* és *Hiltner* utasításai alapján a höchsti festékgyár készített el és adott át a forgalomnak s a mai napig már jelentékeny tökéletesítésen ment keresztül oly annyira, hogy a hüvelyesek terméseredményét 80—200%-al is emelheti. Újabban ezen kultúrákkal nem a talajt, hanem egyenesen a vetőmagot fertőzik. Ilyenkor vetés előtt a vetőmagot 3%-os tejet és nitragint tartalmazó vízben áztatják. Ezenkívül, különösen Németországban a sovány földek nitrogéntartalmát *zöldtrágyázással* is emelik s erre szerradellát, csillagfürtöt, lucernát, lóhereféléket használnak.

d.) A *kénbakteriumok* a tengerfenéken, állóvizek iszapjában, kénes forrásokban élő prototroph-bakteriumok. Táplálékukat kénhydrogenből veszik, nitrogénszükségletüket ammoniákból, míg szénszükségletüket zsírsavból merítik. Jellemző sajátosságuk, hogy a kénhydrogen irányában a többi bakteriumtól teljesen eltérően viselkednek. Míg ugyanis a kénhydrogen egyéb bakteriumokra méreg, addig a kénbakteriumok ezt oxygen felhasználásával kénre oxydálják. A kén tartálék táplálóanyagul raktározzák és később tovább oxydálják kéntrioxyddá, majd pedig vízzel kénsavvá. Ily módon a bakteriumok energiaforrását szerves anyag képezi, saját szerves anyagukat energiatermelésre nem használják, ezért nagyon kevés szerves anyagot fogyasztanak. A *színes kénbakteriumok*, vagy *purpurbakteriumok* (*Rhodobacteriaceae*) vörös színanyagot (*Bacteriopurpurin*) tartalmaznak. Ezen anyag a növények chlorophylljéhez hasonló és vele a

purpurbakteriumok a széndioxydot a napfény energiájával felbontják és ily módon oxygenhez jutnak.

e.) *A vasbakteriumok.* (*Cladothrix, Crenotrix*) Winogradsky vizsgálatai szerint a ferrooxydot (FeO) ferrioxyddá (Fe_2O_3) oxydálják és így szerzik meg életükhöz a szükséges energiát. Ezeket a prototroph-bakteriumokhoz sorozzuk, bár táplálkozási módjuk még nincs teljesen kiderítve.

A metatroph-bakteriumok.

A bakteriumok nagy része ide sorozható. Ezek *saprophiták*, azaz élettelen szerves anyagokból táplálkoznak. Találhatók azonban közöttük fakultatív-saprophiták is, ezek élő szerves anyagokból is táplálkozhatnak, azaz a parazitákhoz hasonlóan élőködhetnek. A metatroph-bakteriumokat nitrogéntáplálékuk szerint feloszthatjuk az *ammoniák*-, *amido*- és *peptonbakteriumok* alcsoportjára.

a.) Az *ammoniák-bakteriumok* nemcsak a szerves nitrogenvagyületekből, hanem az ammoniákból is felvehetik a táplálkozásukhoz szükséges nitrogent. Ezek túlnyomóan saprophiták. Ilyenek a szénabacillus s ennek féleségei, továbbá a kolera vibriója.

b.) Az *amidobakteriumok* az amidotesteken kívül a fehérjetestekből is táplálkoznak, így pl. a *lucinból*, *asparaginból* stb. Ide sok saprophita-bakterium tartozik, de ide sorozzák a tífusbacillust is, mely fakultatív-parazita.

c.) A *peptonbakteriumok* nitrogéntápláléka tisztán csak assimilálással nyert fehérjetestekből áll. Nagyobb részt saprophiták, de néhány fakultatív-parazitát is találunk közöttük.

A metatroph-bakteriumok szénszükségletüket a magasabb szerves vegyületekből fedezik, így fehérjékből, cukrokból, glicerinnél, peptonból, zsírokból, továbbá aromás vegyületekből, alkoholból, összetett étherekből, különböző szerves savakból stb.

A paratroph-bakteriumok.

Ide a táplálkozás szempontjából legigényesebb bakteriumok sorozhatók. Ezek ugyanis csupán olyan speciális összetételű szerves anyagokkal táplálkoznak, melyek a magasabbrendű élő

szervezetekben találhatók. A paratroph-bakteriumok lehetnek *valódi parasiták*, melyeket ha azon élő szervezetből, amelyben élőködtek eltávolítunk, rövidesen elpusztulnak. Mesterséges úton is csak olyan tenyésztőanyagokon tenyészthetők, melyek az általuk megszokott élő szervezet anyagával megegyeznek. A bakteriumok között a paratroph-bakteriumok találhatók a legkisebb mennyiségben, mégis igen fontos csoportot képeznek, mert ezek között találjuk a legveszedelmesebb betegségeket okozó bakteriumok legnagyobb részét.

A bakteriumok egyéb életföltételei.

Az alkalmas táplálóanyagon kívül, a bakteriumok élet- és tenyészföltétele, a tenyésztőanyag kémiai sajátágához, a levegő, illetőleg oxygen jelenlétéhez és bizonyos hőmérséklethez kötött.

A *tenyésztőanyag kémiai reakciója is fontos*. A bakteriumok nagy része ugyanis, a gyengén lúgos kémhatású anyagokat kedveli, amiért is, a mesterséges tenyésztőanyagokat leginkább 1—1.5%-os normál szódaoldattal lúgosítják. Ezzel szemben közömbös, vagy enyhén savanyú kémhatást mutató anyagokban, csak igen kevés bakteriumfaj tenyészik. Ezért szabályul tekinthető, hogy mesterséges tenyészetnél a tenyésztőanyag gyengén lúgos reakciót mutasson. Vannak azonban olyan bakteriumok is, melyek csak savanyú anyagban tenyésznek, ilyen a tífus, a gümőkór, a takonykór bacillusa. Megjegyzendő, hogy a tenyésztőanyag csak 0.1—0.5% savtartalmú lehet, az *ecetbakteriumok* tenyésztőközege pedig legfeljebb 2% savat tartalmazhat. Ha a tenyésztőanyagban a kívánt mennyiségnél több a lúg, vagy a sav, benne a bakteriumok rendesen elpusztulnak.

A bakteriumok között, a levegő oxygenjével szemben lehetnek olyanok, amelyek a levegő oxygenje nélkül nem élhetnek meg, ezeket *aërob*-, vagy *aërobionta-bakteriumoknak* nevezzük, a másik csoportba tartozók viszont oxygentartalmú környezetben elpusztulnak és ezeknek *anaërob*-, vagy *anaërobionta-bakterium* a nevük. Ismerünk azonban olyan bakteriumokat is amelyek épen úgy tenyésznek szabad oxygen jelenlétében is, mint ennek elvonásával. Ezek az u. n. *fakultatív anaërobionta*-

bakteriumok. Ilyenek a tiphus, a lépfene bacillusa, a paratiphus bacillus, a *Streptococcusok*, a *Staphylococcusok* stb. Azon bakteriumokat, amelyek csak oxygenmentes levegőben élhetnek, *obligat anaërobiontáknak* hívjuk, azokat pedig, amelyek életműködéseikhez föltétlenül oxygent kívánnak, *obligat aërobiontáknak* nevezzük. (Obligat anaërobionta pl. a sercegő üszög bacillusa, obligat aërobionta az infulenza, a takonykór, a tuberkulózis a pestis bacillusa.) Az aërobionták oxygenfelvétele széndioxyd fejlesztésével jár és megfelel a magasabbrendű szervezetek lélekzésének. Az anaërobionták a fejlettebb szervezetű növények u. n. *intramolecularis lélekzését* mutatják (itt az oxygenfelvétel széndioxydkilehelés nélkül történik), tehát a bakterium a levegő oxygenjét alkotórészeiből vett oxygennel pótolja.

Igen fontos azonban az a körülmény, hogy az anaëro- és az aërobionta-bakteriumok közötti különbség az oxygenszükséglet szempontjából csak fokozatos. Nyilvánvaló ugyanis, hogy élő szervezet oxygen nélkül nem élhet meg és így még az obligat anaërobionták sem nélkülözhetik *teljesen* az oxygent. Azon oxygen ellenben, amelyből ezek táplálkoznak, nem szabad, hanem *kötött oxygen*. Ezt az oxygent még a „föltétlen“ anaërobionták is megkívánják és ezzel végzik azt az oxydációt, amely az életműködésükhöz nélkülözhetetlen energiát termeli. Ennek szemmeltartásával Beijerinck a bakteriumokat oxygenigényüket, tekintve más elnevezéssel jelölte meg. *Aerophil-bakteriumnak* nevezte azon mikroorganizmusokat, amelyek megkívánják a szabad oxygent, *mikrophil-bakteriumoknak* pedig azokat hívja, melyek a levegő oxygenjében nem élhetnek és életfolyamataikat csak úgy végezhetik, ha kevesebb oxygen jut hozzájuk, mint amennyi a levegőben van. Beijerinck észlelte azt is, hogy a bakteriumoknál háromféle „lélekzési mód“ különböztethető meg. Az oxygent nagy mértékben igénylő bakteriumok a víz felszínén helyezkednek el, ezalatt az oxygent kevésbé kedvelő bakteriumok találhatók, a harmadik réteget pedig az anaërobok alkotják.

Igen fontos tényező a bakteriumok életében a *hő*. Általában a bakteriumok a külső hőmérséklet iránt nagyfokú érzékenységet mutatnak, az a hőmérséklet pedig, amelynél életműkö-

déseik a legkedvezőbbek, fajok szerint változó (28—30 C.^o). Azon baktériumok, melyek a különféle emberi és állati betegségeket okozzák, a legbiztosabban az ember, illetőleg az állat testhőmérsékletének hőfokán élnek és szaporodnak. Aszerint, hogy a baktériumok életműködése milyen határok között folyik még zavartalanul, *fejlődésbeli optimumot, maximumot és minimumot* különböztetünk meg. A fejlődésbeli optimum fok mellett a baktériumok fejlődése a leggyorsabb, a maximum fok azon legmagasabb hőmérsékletet fejezi ki, amelynél nagyobb hőfoknál a baktériumok már meg nem élhetnek, a fejlődésbeli minimum pedig azt a hőfokot mutatja, melynél alacsonyabb hőmérsékleten a baktériumok elpusztulnak. Sok olyan baktérium van, mely a 0 C.^o alatti hőmérsékleten, jégbefagyva is életképes. A baktériumok egy csoportjának fejlődésbeli optimuma + 20—25 C.^o, minimuma 0 C.^o, maximuma + 37—38 C.^o. Ezen csoportba tartozó baktériumokat minimumuk alacsony foka miatt, *psychrophil*-, vagy *kriophil*-baktériumoknak nevezzük. Ide tartoznak a *jég*- vagy *glacialis baktériumok*, melyek 0 C.^o-on is szaporodnak. A baktériumok másik csoportjának fejlődési optimuma + 30 C.^o, minimuma — 6 C.^o, maximuma pedig + 50 C.^o. Ezeket *eurytherm*ás baktériumoknak hívják. Gyakoriak még az u. n. *stenotherm*ás baktériumok, melyek a legélénkebben 37 C.^o-nál fejlődnek, minimumuk 18—25C.^o, maximumuk 39—42 C.^o. Ismerünk végül olyan baktériumokat is, melyeknek optimuma igen magas, + 60 C.^o, minimuma — 40C.^o, maximuma pedig + 70 72 C.^o. Ezek a *thermophil*-baktériumok. Ezen különféle baktériumok hőigénye is mutatja, hogy a baktériumok a hőmérséklettel szemben nagyon eltérő magatartást mutatnak.

A baktériumok szaporodása rendkívül gyorsan történik. Testük kissé megnyúlik, középen finom harántfal keletkezik és mentén történik a kettéválás. Azon baktériumok, melyek spórát is termelnek, az oszlással történő szaporodáson kívül, spórával is szaporodhatnak. A spóra kifejlődéséig azonban ezek is oszlással szaporodnak, amikor azonban a spóra már kiképződött, a fejlődő baktériumegyed a spórából csirázik ki. Úgy a szaporodás, mint az egyes baktériumok elhalása az egyes baktériumfajoknál, még ugyanazon külső körülmények mellett is változik. A szaporodóképességet

az oszlás időtartamával határozzuk meg, az elhalás pedig az ellenállóképesség szerint változik. Sajátságos, hogy azok az anyagok, melyek a bakteriumokat megmérgezik és elpusztítják, *erősen felhígítva* ellenkező hatást mutatnak és a baktériumok szaporodását elősegítik, így pl. az *erősen hígított* sublimát, karbol, az u. n. baktericid-vérsavók stb. Általánosságban kimondható tehát, hogy gyenge ingerek az életműködést fokozzák, a közép-erősek még jobban elősegítik, a túlerősek azonban teljesen megszüntetik.

A bakteriumok mozgása. A Brown-féle molekuláris mozgás, a bakteriumoknál kivétel nélkül megtalálható. Ezen mozgás azonban nem tekinthető életjelenségnek, hanem csupán egyszerű rezgésnek. Ezt ugyanis bármely folyadékban lebegő finom testen is észlelhetjük. A bakteriumok egy csoportja önállóan, *úszásszerűen* mozog s ez az illető bakteriumnak jellemző életnyilvánulása. Ezen mozgásjelenség csillangókkal történik, a csillangónélküli bakteriumok képtelenek önállóan mozogni. Leggyorsabban az ázsiai kolera bakteriuma mozog, továbbá a tífus bacillusa. A fiatal, rövidebb testű bakteriumok gyorsabban, az idősebbek lassabban mozognak. A bakteriumok mozgását az *oxygen hiánya* és az *alacsony hőfok* is korlátozhatja míg magasabb hőmérséklet mellett élénkebb a mozgás, egészen 49—55 C.^o-ig, mikor a csillangók megbénulnak s így a mozgás is megszűnik. A bakteriumok mozgásánál gyakran tesznek említést *positiv és negativ chemo-, photo-, thermo-, galvanotaxisról*, úgy szintén *chemo-, photo-, thermo- és galvanotropismusról*. Ezen kifejezések szerint a bakteriumok törvényszerűen vonzódnak a tenyésztőanyag azon egyes részeihez, melyek a leginkább megfelelő physikai, vagy kémiai sajátságokat mutatják. Így pl. sótartalmú anyagban tenyésző bakteriumok csillangóik segítségével a tenyésztőoldat azon részéhez iparkodnak, ahol az oldat sótartalma számukra a legkedvezőbb és ugyanakkor elkerülik az oldatnak kémiai hatásokat mutató részét. Fischer felfogása szerint az egyes kémiai anyagok, továbbá a fény, a hő, az elektromosság, a bakteriumok ostoraira bizonyos ingerrel hatnak és ily módon megszabják azok mozgási irányát. Eszerint *positiv chemotaxist*, vagy *positiv chemotropismust* mutat az a bakterium,

mely a rá nézve kedvező chemiai anyagokat felkeresi. *Negatív chemotaxist*, vagy *negatív chemotropismust* pedig akkor mutat a bakterium, ha ugyanazon chemiai anyagokat elkerüli, mert ezek életműködését hátrányosan befolyásolják. A *positív phototaxis* vagy *phototropismus* a bakteriumoknak a fényhez való vonzódását jelenti, míg *negatív phototaxis* vagy *phototropismuson* a bakteriumoknak a fénytől való tartózkodását értjük. A *positív thermotaxist*, *thermotropismust* mutató bakteriumok a fény felé igyekeznek, a *negatív thermotaxist*, *thermotropismust* mutató mikroorganizmusok pedig a fénytől eltávolodnak. A galvánárammal szemben a bakteriumok egy része pozitív-, másik része pedig negatív galvanotaxist, vagy galvanotropismust mutat. A bakteriumoknak az említett tényezők iránti pozitív, vagy negatív viselkedését úgy állapítják meg, hogy a vizsgálandó bakteriumokat függőcseppbe helyezik, hogy azokhoz finom pipettával chemiai anyagokat vihessünk. Így megfigyelhető, hogy az egyes bakteriumok a kérdéses anyagtól eltávolodnak-e, vagy pedig közelednek ahhoz. A bakteriumok pozitív chemotropismust olyan anyagok iránt mutatnak, melyek életműködéseiket előmozdítják (kálisók, pepton, asparagin stb.). Az *aerophil-bakteriumok* a levegő oxygenjével erősen pozitív chemotropismust mutatnak. Ezt a jelenséget *aerotaxisnak* is nevezik. Ezt *Engelmann* igen sajátos módon mutatta ki. *Aerotacticus* bakteriumokat tartalmazó folyadékból keveset tárgylemezre cseppentett, a csepp közepébe zöld moszatfonalat helyezett, majd az egészet fedőlemezrel letakarta. A fedőlemez széléit vaselinnel körülkente, azután a készítményre tükör segítségével fényt vetített. A moszatfonal a fény hatására asszimilálni kezdett, oxygen keletkezett, mire a bakteriumok nagy tömegekben az oxygen felé huzódtak. A bakteriumok az erős savak, lugok, sűrű sóoldatok és az alkohol iránt általában negatív chemotropismust mutatnak. A bakteriumok nagy része negatív phototaxist, vagy phototropismust mutat. A *galvánáram* hatására a bakteriumok a *katód*on gyűlnek össze, ha pedig a bakteriumokat, *inducált áramlökések* hatásának tesszük ki, az *áramlökések irányával párhuzamosan helyezkednek el*.

Mint minden test, úgy a bakteriumok is életfolyamataik

közben meleget fejlesztenek. A bakteriumok hőfejlesztőképességét *thermogeniának* nevezzük. Ez rendszerint csekély és általában a bakteriumok tömege szerint kisebb vagy nagyobb. A bakteriumok egyik csoportját *thermogen-bakteriumoknak* hívjuk. Ezek ugyanis a levegőből nagy mennyiségű oxygent vesznek fel és oly heves oxydálási folyamatot indítanak meg, hogy ezáltal nagyarányú felmelegedés észlelhető. Egyes korhadó, rothadó anyagok felhevülve sokszor meg is gyúlladhatnak. Ennek magyarázata ma még nem teljesen világos. Sajátságos, hogy ezen anyagok lángra lobbanásához 500—800 C.^o hőmérséklet szükséges s mivel a bakteriumok csak 70 C.^o hőmérsékletet képesek előállítani, feltehető, hogy itt olyan bomlási termékek származnak melyek már a bakteriumok által előidézett, hőfokon is lángot vetnek.

Egyes bakteriumfajoknak sajátos biológiai tulajdonsága a *fluoreskálás*, a *phosphoreskálás* és a *világítás*.

A fluoreskálás jelensége a tenyésztőanyagon éles ragyogás, villanás, vagy csillogás alakjában mutatkozik. Magyarázata az, hogy a bakteriumok más hullámhosszúságú rezgésekkel adják ki magukból a fénysugarakat, mint ahogyan azokat elnyelték. Ilyen jelenséget a fluorit nevű ásványon is megfigyelhetünk. A fluoreskálást főleg gyenge napfény mellett észlelhetjük, különösen a *Bacillus fluorescens liquefaciens* és a *Bacillus fluorescens non liquefaciens* nevű bakteriumokon.

Egyes bakteriumfajok a sötétben határozott kékes fényt terjesztenek s ez a fény igen hasonlít a phosphor, vagy a széntjánosbogár világításához. Ezt az igen szép tüneményt *phosphorekálásnak* vagy egyszerűen *világításnak* nevezzük, a fényt adó bakteriumokat pedig *világító*, *photogen*-, vagy csak *photobakteriumoknak* hívjuk. Világító bakteriumok okozta fényt láthatunk némelykor a víz felszínén, főleg az Északi- és a Keleti-tengeren, vagy némely folyóvíz tükrén. Nem ritka jelenség a hús phosphoreskálása sem, mely szintén a romlott húson levő bakteriumoktól ered. Gyakori a bakteriumok világítása tengeri halakon, vagy egyéb tengerlakó állatok testén is. Észlelték már a phosphoreskálást élelmiszereken is, így kolbászon, tojáson, burgonyán, répán stb. Az orvosi irodalomban számos helyen felemlítik a világító vizeletet, verejtéket, világító emberi tetemet,

sőt élő ember sebe is világíthat, az ott megtelepedett bakteriumok phosphoreskálására. A bakteriumokon kívül növények és állatok is létesíthetik, valamely tárgy világítását. Főleg egyes gombák myceliumjai világítanak hevesen. Az ezekkel behálózott korhadó fadarab pl. oly erős fényt terjeszthet, hogy mellette olvasni is lehet. A bakteriumok világítását *Molisch* azzal magyarázza, hogy a bakteriumok életfolyamataik közben a sötétben fénylő anyagokat termelnek. Megjegyzendő azonban, hogy a világítás csak oxygen jelenlétében történhetik. A bakteriumok phosphoreskálásának előidézőanyagát, *Molisch photogennek* hívja. A bakteriumoknak a világításhoz oxygenen kívül még 2—4% sóra is szükségük van, ezenkívül a baktériumok fénylésükhöz bizonyos hőfokot is megkívánnak, mely azonban fajok szerint igen eltérő lehet. A világító bakteriumok az emberre és a nagyobb állatokra nézve ártalmatlanok, a kisebb tengeri állatokat azonban beteggé tehetik azáltal, hogy ellepik őket és világítanak rajtuk.

A bakteriumok chemiai működései. A bakteriumok azon anyagokból, amelyeket életfolyamataik végzésére táplálékul használnak, nemcsak az életbenmaradásukhoz szükséges, hanem egyéb anyagokat is készítenek. A bakteriumok anyagcseretermékei nagy változatosságot mutatnak, megtalálhatók ezek között a legegyszerűbb és a legmagasabbrendű vegyületek. Ezek lehetnek gázok, nitrátok, víz, kén, illékony anyagok, lóxisavak, sulphosavak, amidok, arómás anyagok, szín anyagok szénhidrátok, peptonok, alcaloidszerű és fehérjenemű mérges anyagok, *hydroliticus fermentumok*.

Reducáló bakteriumok. A bakteriumok reducáló hatása annál erősebb, minél gyorsabban fejlődik valamely bakterium. Régebben azt hitték, hogy a bakteriumok reducáló tehetsége annál nagyobb, minél határozottabb anaërobionták azok. Ily módon leghevesebb reducálók lennének az obligát anaërobionták, legenyhébben pedig az aërobionták reducálnának. Ez a feltevés azonban ma már megdőlt.

Oxydáló bakteriumok. A természetben végbemenő mindenemű olyan oxydatio, mely mikróbák közreműködésével történik, anaërobionta bakteriumok, továbbá apró gombák műve

Az oxydáló bakteriumok pl. az *ecetsavbakteriumok*, a levegő jelenlétében, bizonyos hőfok mellett az alkoholt először aldehiddé és vízzé oxydálják, az aldehidet tovább oxydálják ecetsavvá, ebből pedig széndioxydot és vizet készítenek. Az ecetsavnak etilalkoholból ily módon történő származását *oxydáló erjedésnek* nevezzük.

Az erjesztő bakteriumok és az enzímák. Az erjedést, vagyis a nitrogenben gazdag, vagy nitrogenben szegény vegyületeknek, különösen pedig a szénhydrátoknak szétbontását igen sokféle bakterium és alacsonyrangú gomba stb. teljesíti. Ezek működésükkel részben hasznosak, munkájuk pedig az iparban, a háztartásban, a tejgazdaságban, a szeszgyártásban, az ecetkészítésben, a kenyérsütésnél stb. értékesíthető, részben azonban az élelmiszerekre, a különféle ipari termékekre károsak is lehetnek. A legtöbb erjedésnél speciális erjedési termékek keletkeznek és a különböző erjedéseknek *sajátságos* mikroorganizmusuk is van, amely erjesztő hatását egy, vagy több enzímától nyeri. Ezek az *enzímák*, vagy *fermentumok* a bakteriumok testében találhatók és alkalmassá teszik ezeket arra, hogy a bakteriumok szerves vegyületeket szétbonthassanak. Az enzímák igen különfélék lehetnek s általában az *oxydáló-reducáló* és *hydroliticus bomlást előidéző enzímák* csoportjába oszthatók. Oxydáló enzímák, vagy *oxydasok* pl. a *lakkáz*, reducáló enzima a *reductas*. A hydroliticus bomlást okozó enzímákat *fehérjék-, zsírok-, glikosidok- és szénhydrátok* szétbontását előidéző enzímák alcsoportjára osztjuk. Fehérjét bontó enzímák pl. a *pepsin*, *erepsin*, *tripsin*. A zsírokat glicerinre és zsírsavra hasítják a *lipások*. Glikosidokat bontó enzímák a *mirosin* és az *emulsin*. A szénhydrátokat átalakító enzímák is különfélék lehetnek, a keményítőt oldható cukorra alakítják át, ez *amilasok*, *diastasok*, a nádcukrot, a maláta-, vagy tejcukrot az *invertáló* enzímák *hexosokká* változtatják. Invertáló enzímák az *invertas*, a *maltas*, a *laktas*. A cellulosenak és az ezzel rokon szénhydrátoknak elcukrosítását a *citasok* végzik. Az enzímák aszerint, hogy a sejten belül, vagy azon kívül fejtik-e ki működésüket feloszlának *endoenzimákra* és *ektoenzimákra*.

Az enzímák működését mérsékelhetik és meg is szüntethetik ellentétes tevékenységet kifejtő, *paralizáló enzímák*, melye-

ket *antienzimáknak* nevezünk. Sokszor előfordul, hogy a bakteriumok a mesterséges tenyésztőanyagból bizonyos idő múltán eltűnnek. Ezt a jelenséget *önemésztődésnek* (*Autolysis*) mondjuk és ezt mindig a bakteriumok enzimái idézik elő. Azokat a bakteriumokat, amelyek specifikus erjedést indítanak meg, *erjesztő*-, vagy *zymogen-bakteriumoknak* nevezzük. Ilyenek az alábbiak.

A tejsavbakteriumok.

Cukorból, esetleg fehérjékből nagy mennyiségben képesek tejsavat termelni. A metatroph- és paratroph-bakteriumok szintén készítenek tejsavat, ezek azonban az előállított tejsav kis mennyisége miatt még nem nevezhetők tejsavbakteriumoknak. A tulajdonképeni tejsavbakteriumok főképviselője a *Bacterium lactis acidí*, mely a tej megsavanyodásával az üdítő *aludttejet* létesíti. Rövid, pálcikaalakú bakterium a levegőben nagy számmal található. Nevezetesebb tejsavbakteriumok még a *Bacillus acidí lactici*, mely kevesebb tejsavat, de sok széndioxydot termel, továbbá a *Bacillus acidificans longissimus*. Ez sok tejsavat fejleszt, a tejcukrot azonban nem bontja meg, így tehát a tejet sem erjeszti ki. A tejsavbakteriumok szintenyésztését a *vajgyártásban* nagy mértékben alkalmazzák. Tapasztalás szerint ugyanis ha a *Bacterium lactis acidí*, más néven *Streptococcus lacticus* csoportjába tartozó bakteriumokkal a tejet mesterségesen megsavanyítjuk, ebből úgy minőség, mint tartósság tekintetében jobb vajat készíthetünk, mint abból a tejből (tejszínből), amely magától savanyodott meg. Ez úgy magyarázható, hogy a közönségesen megsavanyodott tejbe, vagy tejszínbe a tejsavbakteriumokon kívül másféle bakteriumok is bekerülnek, amelyek a tejsavbakteriumok fejlődését gátolják és a különböző vajhibákat okozzák. Ezekről származik továbbá a bor megsavanyodása, megecsesedése, a sör megromlása stb. is.

A vajsavbakteriumok.

Ezen bakteriumok a vajsavas erjedést létesítik. Nitrogenmentes vegyületeket, különösen szénhydrátokat szétbontják oly módon, hogy ezekből vajsav, széndioxyd és hydrogen keletkezik,

s ezeken kívül még egyéb melléktermék, mint pl. a butilalkohol, ecetsav, hangyasav, borostyánkősav, propionsav, merkaptán stb. is keletkezik. Ezen baktériumok a természetben igen gyakoriak, nagy részük rendkívül szívós és ellenálló spórát fejleszt. Legfontosabb vajsavbaktériumok a *Clostridium butyricum*, vagy *Bacillus butyricus*. A vajsavbaktériumok működése abban áll, hogy közreműködnek az elhalt szerves anyagok szétbontásában és ezáltal némileg hasznosak. Sokszor azonban fellépnek olyan helyeken is, ahol kárt tesznek. A gazdaságban a vajsavbaktériumok károsak, a zsombolyázott, vagy elvermelt takarmány megerjesztését, ami által az avas ízű lesz, a bor megtörését, ők okozák. Megronthatják a sört, az élelmiszereket, a szeszgyártásban az általuk készített vajsav megakadályozza az élesztő elszaporodását és az élesztőt meg is rontja. Így tehát a vajsavbaktériumok nem tartoznak a leghasznosabb baktériumok közé.

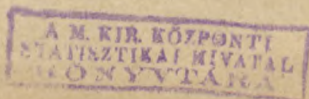
A tejsavbaktériumok gyakorlati felhasználása.

Dániában, Svédországban, Norvégiában, Finnországban, Észak-Németországban majdnem minden tejgazdaságban értékesítik a *Bacterium lactici acidii* = *Streptococcus lacticus* és fajváltozatainak említett előnyös sajátosságait. Hazánkban *Ujhelyi Imre* kezdeményezésére először Moson megye tejszövetkezetei, majd a sárvári tejgazdasági szakiskola alkalmazták a vajgyártásnál ezen baktérium tenyésztését. A tenyésztet ma már igen egyszerűen be lehet szerezni s többek között igen jó minőségben szállítja a budapesti állatorvosi főiskola tejhygieniai laboratóriuma is.

Az u. n. *yoghurt-tej* szintén a tejsavbaktériumok munkájának eredménye. A yoghurt tejespuddinghoz hasonló s főleg Törökországban, Bulgáriában kedvelt eledel. Felére, vagy harmadára besűrített, vagy besűrítetlen tejből, yoghurt beoltásával készítik. A beoltás a yoghurt fermentumos anyagával is történhetik. Ezt „majá“-nak hívják s nem más, mint beszárított yoghurt, gyengén savanyú, sárgás színű poralakban. A yoghurt könnyen emészthető és nagy tápláléértékű eledel.

A tejsavas erjedésnek a háztartásban még számos helyen jut szerep. Így pl. a *sajtkészítésnél*, a *savanyú káposzta* és a

Dr. Keller O.: Bakteriológia



savanyú ugorka készítésénél, kenyérsütésnél stb. Ha a *Bacterium lactis acidii* szintenyészetét gyengén megsózott, friss káposztába oltjuk és a hőmérsékletet 35 C.^o-on tartjuk, igen jó savanyú káposztát készíthetünk. A kenyérsütésnél a tejsavbakteriumok az élesztőgombákkal együtt hozzájárulnak ahhoz, hogy a kenyér sajátságos jóízű legyen és széndioxyd termelésével a kenyér likacsosságát létesítik. Szeszgyártásnál az édes cefre megsavanyítását tejsavbakteriumok végzik. A tejsavbakteriumok, a sör- és az élesztőgyártásban szintén szerepelnek, azonban a baktériumok ezen működése kártékony is lehet, mert az élelmiszerek, főtt főzelékek megromlását létesíti.

A nyálkás erjedés bakteriumai.

Ezek a nyálkás-, vagy *dextrán-erjedés* megindítói, amely folyamatot *nyúlósodásnak* is nevezik. Lényege abban áll, hogy a cukortartalmú anyagok és folyadékok (kenyér, tej, bor, sör) átalakulnak nyálkás vegyületekké s ezek nagy részben dextrán- és mucinszerű, nitrogéntartalmú anyagok. A nyúlósodás folyamán hydrogen, széndioxyd, zsírsavak és némelykor különféle bűzös vegyületek származnak. A nyúlósodást okozó bakteriumok legnevezetesebbike a *Streptococcus mesenterioides*, mely azáltal, hogy a cukorrépa levét nyálkás tömeggé változtatja, a cukorgyárak legnagyobb veszedelme. A *Mikrococcus lactis pituitosi* és a *Bacillus lactis viscosus* a tejgazdaság veszedelmes ellenségei, mert a tejet olyan sűrű ragadós anyaggá változtatják, hogy ez az edény felfordításával sem önthető ki. A *Bacillus mesentericus vulgaris*, más néven *burgonyabacillus*, a burgonya nyálkás erjedésének okozója. A kenyér és a különféle sütemények szalonnásodását, tapadós és nyúlós tömeggé átváltoztatását, szintén a nyúlósodás bakteriumai idézik elő. Az említett károkon kívül, ezen bakteriumok hasznosak is lehetnek. A nevezetes hollandi *eidámi-sajt* csak olyan tejből készíthető, melyet megelőzőleg a *Streptococcus hollandicus* nevű bakteriummal megnyálkásítottak. Az iparban s főleg növényi mézgák előállításában is igen fontosak ezen bakteriumok.



A saprogen-bakteriumok.

Rothadás és korhadás. Rothadásnak a nitrogent tartalmazó szerves anyagok, főként fehérjék szétbomlását nevezzük. Ezt a bomlasztó folyamatot a *rothasztó-* vagy *saprogen-bakteriumok* végzik. Ezen szervezetek nagy fontosságúak, mert a növények által lekötött nitrogent felszabadítják. Az így felszabadított nitrogén a nitrificatio útján ismét visszakérül a növényi szervezetbe. A rothadás reductio folyamat, ahol kevés oxygen jelenlétében, vagy anélkül, bűzös anyagok keletkezése mellett történik a felbomlás. Fontosabb saprogen-bakteriumok a *Bacillus putrificus*, *Proteus mirabilis* stb. A saprogen-bakteriumok az emberi, vagy állati szervezetbe jutva, ott gyorsan elpusztulnak, amiért is rendszerint nem veszélyeztetik az egészséget. Némelykor azonban a termelt kórokozó bomlástermékekkel, vagy *ptomainokkal* mégis okozhatnak bajt. Ezen mikroorganizmusok kártékonyak még azáltal is, hogy megtelepszének a szervezet elhalt részein és azokat septicus intoxicatio útján megfertőzik. A belekben is állandó rothadás folyik, ahol óriási mennyiségű bakterium él és egyes anyagok szétbontásánál is közreműködik. Az intenzív rothadási folyamatokkal kártékony, mérges melléktermékek keletkeznek. A *Bacillus coli* és a *Bacillus aerogenes* a bélrothadást gátolják és a bélben lefolyt rothadási melléktermékeket közömbösítik. A *korhadás* oxygen jelenlétében lefolyó bomlás, vagy oxydatio, amikor rendesen szagtalan gázok keletkeznek. A korhadás is bakteriumoktól származik s végtermékei ammoniák, víz, széndioxyd, nitrogén, hydrogen stb. Nagy jelentőségű a saprogen- és rothasztó bakteriumok felhasználása a csatornák és szennyvizek megtisztításánál. Ez az eljárás a biológiai szennyvíztisztítás s ez igen nagy haladás a közegészségügy terén.

Gázok és szagos anyagok termelése. A bakteriumok életfolyamataik közben különféle illanó anyagokat is termelnek. Ezek közül leggyakoribbak a széndioxyd, hydrogen, kénhydrogen, ammoniák stb. A gáztermelés a mesterséges tenyésztőanyagon légbuborék alakjában ismerhető fel. Meg nem felelő életkörülmények között, a gáztermelés szünetel s általában a bakterium faja, chemiai összetétele, a jelenlevő hőfok stb. nagy mértékben

befolyásolja. A felszabaduló gázok rendszeren kellemetlen szagúak, eltekintve az *aroma-bakteriumok* által termelt kellemes illatú gázoktól. Ilyenek a vajban élő *Bacillus aromaticus butyri*, a *Bacillus butyri aromafaciens* stb. A szagos anyagok keletkezése közben, a bakteriumok behatására az élelmiszerek íze is megváltozhatik s ez a jelenség rendszerint az élelmicikkek megromlását vonja maga után. Gyakori a tej és a tejtermékek ízének megváltozása is. A „szappan ízű tej“ a *Bacillus lactis saponacei*-től ered. Ez a bakterium a szénáról, vagy a szalmáról kerül a tejbe, ott elszaporodik és a tejet szappanízűvé teszi. A tej némelykor *édeskéskeserű* ízű is lehet s ez az undorító ízváltozás kellemetlen szaggal is jár. Előidézője a *Bacillus foetidus lactis*. Egyéb bakteriumok, ha a tejbe kerülnek, ennek *kozmás*, *zsírosan kozmás*, vagy a *malátához* hasonló ízét és szagát létesítik. Az aludttej *olajos* ízét szintén bacillusok idézik elő.

A bakteriumok mérgező termékei. A bakteriumok egy része mérges anyagokat is termel, ami főleg kórtani szempontból fontos. Ezek közül több bakterium oly módon létesít valamilyen betegséget, hogy a mérges anyag, melyet kiválasztott, a vérkeringésbe jut, ahol fertőzést idéz elő. A bakteriumok közül egyesek fajlagos mérgeket is készítenek. A bakteriumok által termelt mérges anyagokat *toxinok*-nak nevezzük. Ilyenek a halhúsból elkülönített *kadaverin* az emberi tetemből kivont *cholin*, *neuridin* és a *trimetilamin*, melyet kagylókból különítettek el. A bakteriummérgeket az *intracellularis* és *extracellularis* toxinok csoportjára osztják. Az intracellularis toxinok a bakteriumok belsejében találhatók, míg az extracellularis mérgeanyagok kíválnak a bakteriumok testéből és a tenyésztőanyagban gyűlnek össze. Az *intracellularis* toxinok lehetnek: 1.) *bakteriumproteinek* és 2.) *endotoxinok*, az *extracellularis* mérgeket pedig a.) *ectotoxinok* és b.) *ptomainok*-alcsoportjára osztják. Ez utóbbiak azon anyag szétbomlása folytán keletkeznek, melyen a bakteriumok tenyésztettek. (Fehérjék, lecitin stb.) Ezeket a ptomainokat ma már jól ismerjük s tudjuk, hogy bázisos vegyületek az alkaloidokkal rokonságban állanak, hőállóképességük különösen fontos.

A bakterium-ptomainek nem fajlagos természetű mérgek.

A bakterium testéhez kötött fehérjetestek s 100 C.^o melegt hosszabb időn át is elviselnek.

A *toxínok* ugyancsak mérgek, melyek hatásukat csak bizonyos lappangási idő után fejtik ki és a szervezetben immunitás útján bizonyos *mérget* termelhetnek. A toxintermelő bakteriumok egy része ezen méreganyagot testéből kiválasztja s ilyenkor a termelt méregnek *ectotoxin* a neve. Ezzel szemben az *endotoxin* a bakteriumtestbe bezárt méreganyag, mely onnét csak a bakterium szétroncsolásával, vagy feloldásával vonható ki. Ilyen pl. a *sértésorbánc* bacillusának toxinja. A toxinok chemiai természete ma még ismeretlen. Hatásukra nézve, főleg bizonyos szerveket, vagy szervrendszereket támadnak meg. Az idegrendszert a *neurotoxinok*, a vesét a *nephrotoxinok*, a fehér vérsejteket a *leukotoxinok*, a vörös vérsejteket pedig a *haemotoxinok* veszélyeztetik. Ha pl. vörös vérsejtekhez haemotoxint keverünk, a vérfesték a vérsejtekből kiválik és a *haemolysis* jelensége áll elő.

A *bakterium-ptomainok* a saprogen-bakteriumoktól különböznek s lecitinből, fehérjetestekből keletkeznek. Mérges természetű ptomain aránylag kevés van és ebből magyarázható, hogy a romlásnak indult élelmiszerek, főleg a hús fogyasztása csak ritkán válik veszedelmessé.

A bakteriumok szívóssága.

A bakteriumok ellenállóképessége egyes fajok szerint változik. Általában a spórák sokkal szívósabbak, mint a vegetatív alakok, úgyszintén ellenállóbbak a spórát termelő bakteriumok, a spórát nem termelőknél. Az előbbiek élettartama évtizedekre terjed, míg az utóbbiak, mivel csekély ellenállóképességűek, csak rövid ideig élnek. A bakteriumok életére ható külső körülmények részben physicaik, részben pedig chemiaik.

A *kiszáradást*, mint physikai hatást a bakteriumok nagy részben nehezen viselik el. Némely faj már a levegő szárító hatására is, aránylag rövid idő alatt elpusztul, mások azonban hónapokig, sőt a spórák évekig is kibírják a szárazságot. A spórák ellenállóképessége általában a növénymagvak szívósságával egyenértékűnek tekinthető.

A *napfényt* a bakteriumok nagy többsége nem képes sokáig kiállani és hatására hamarosan elpusztul. Itt ugyanis a hőhatáson kívül, a fénysugarak szárító hatása is ártalmas a bakteriumokra, továbbá a kék és az ibolyántúli sugarak is siettetik elpusztulásukat. A sárga, vörös és a vörösonnineni sugarak kevésbé veszélyesek a bakteriumokra. Ha higanygőzös quarc-lámpával mesterségesen ibolyántúli sugarakat fejlesztünk, kiváló anyagot nyertünk az ivóvíz sterilizálására és ugyanezen sugarakkal a tejet is megtisztíthatjuk a benne levő kártékony bakteriumoktól. A tej sterilizálását úgy végzik, hogy a tejjel megtöltött edényeket 2 leydeni palackkal kapcsolt szikraközzel megvilágítják s a szükséges nagyfeszültségű váltóáramot Rhumkorfféle inductorral állítják elő.

Az *elektromos fény* a bakteriumokra sokkal erélyesebben hat, mint az elektromos áram. Főleg az elektromos ívfény öli meg tömegesen a bakteriumokat, míg az izzófény, kevesebb lévén benné az ibolyántúli sugár, nem nagy pusztítást tesz közöttük. Az elektromos fénynek ezt a hatását a gyógykezelésben igen jól értékesítik, főleg a bőr gümőkóros elváltozásának gyógyításánál (bőrfarkas, vagy Lupus).

A *röntgensugarak* a bakteriumok fejlődését megakadályozzák, szaporodásukat csökkentik, életüket azonban nem igen veszélyeztetik. A bakteriumoktól termelt toxinokat azonban a röntgensugarak szintén nem közömbösítik. A *becquerelsugarak* hatása a röntgensugarakénál érzékenyebben érinti a bakteriumokat. Ezek már megölik a bakteriumokat, hatásuk azonban több körülménytől függ.

A folyékony bakteriumtenyésztetre vezetett *elektromos áram* a bakteriumokat a pozitív sarkon nagy mennyiségben elpusztítja. Itt a keletkezett sav öli meg a bakteriumokat, azok tehát nem az elektromos áram közvetlen, hanem annak hő és kémiai hatására pusztulnak el.

A bakteriumok általában könnyebben elviselik a túl erős hideget, mint a nagy forróságot, míg a spórák ez iránt sem érzékenyek. A bakteriumok fagyállóságának bizonyítéka az a kísérlet, melynél egyes bakteriumok 20—30 C.^o-ú hideget hónapokig elviseltek.

A *rázkódtatásnak* kitett bakteriumok mindaddig beszűntetik szaporodásukat míg újból nyugalomba nem kerülnek. A hosszú ideig rázásnak, vagy erős mozgatásnak kitett bakterium sejthártyája gyakran úgy megsérül, hogy az endoplasma ezen át kilép a szabadba, a bakterium pedig elpusztul. Laboratóriumokban ennek felhasználásával vonják ki a bakteriumsejtekben foglalt hatóanyagokat. Az eljárás megkönnyítésére elektromos motorral hajtott rázókészülék szolgál.

A nagy nyomás szintén megakadályozza a bakteriumok szaporodását, azonban nem öli meg őket, sőt, ha ismét normális nyomás alá kerülnek, akadálytalanul tovább szaporodnak.

A bakteriumokat érő *chemiai hatások* közül többet ismerünk, melyek a bakteriumok életműködéseit megakadályozzák. A töményebb lugok, savak, egyes sóoldatok és chemiai vegyületek mind ezen hatóanyagok közé sorozhatók. Ezeket általában *fertőtlenítő-, desinficiálószer*eknek nevezzük s egy részük csak megakasztja a mikroorganizmusok fejlődését, másik részük pedig el is pusztítja azokat. Ha a fertőtlenítőszer csak akadályozza a bakteriumok fejlődését, úgy annak hatását *kolisepticus-nak* mondjuk, ha pedig meg is öli a bakteriumokat, *baktericid* fertőtlenítőszerrel szerről szólunk. Kolisepticus hatású fertőtlenítőszer pl. a chlorophorm. A gyakorlatban „fertőtlenítőszer“ elnevezésen csak a baktericid hatásúakat értik, ezek között is a gyorsan és biztosan hatókat.

A fertőtlenítés.

Azt a nagy érzékenységet, amit a mikroorganizmusok egyes physikai és chemiai hatások iránt tanúsítanak, az egészségre ártalmas bakteriumok elleni védekezésnél fertőtlenítéskor felhasználjuk védőfegyverül. A fertőtlenítéssel, vagy desinficiálással a kártékony mikroorganizmusokat elpusztítjuk és ártalmatlanná tesszük. Ez esetben azonban csakis az egészségre káros bakteriumokat öljük meg, egy másik eljárással, a *sterilisálással* pedig *minden csirától mentesítjük* a kezelt anyagot. Ily módon a sterilizálás a legintenzívebb fertőtlenítés. Helytelen a „pasteurözött tejet“ „sterilizált“-nak mondani, mivel a pasteurözésnél

nem célunk minden csirát megölni, csupán a tejnek bizonyos ideig történő konserválására törekszünk.

A fertőtelenítésnek több módja van. A *mechanikai fertőtelenítés* a fertőzött anyagnak vizes ruhával történő ledörzsöléséből áll és tulajdonképen nem egyéb mint erélyesebb tisztogatás. A *physikai fertőtelenítések meleggel, tűzzel, forró levegővel, forró vízzel és gőz segítségével* történnek. Forró levegővel azon esetben fertőtelenítünk, ha a fertőtelenítendő tárgyakban a száraz, nagy meleg nem tesz kárt (üveg neműek, fémeszközök, vatta stb.). Az ilyen fertőtelenítésre a *száraz sterilizálókészülékeket* használják. A szükséges 140—160 C.^o-ú hőmérsékletet a szekrény alján lévő gázlánggal érik el, ez ugyanis a készülék levegőjét állandóan ezen megkívánt hőfokon tartja. A *nedves meleg* gyorsabban és sikerebben pusztítja el a mikroorganizmusokat, mint az ugyanazon hőmérsékletű száraz meleg, amiért a forró víz, vagy gőz gyakrabban nyer a fertőtelenítésnél alkalmazást. A forró vízzel való kifőzés igen egyszerű és eredményes fertőtelenítés, mert a forró víz 15 perc alatt még a legmakacsabb spórákat is elpusztítja. Kár, hogy a kifőzés nem minden tárgynál alkalmazható.

A gőzt fertőtelenítésre két alakban használják: vagy mint *áramló-* vagy pedig, mint *nagy nyomású gőzt*. A gőz alkalmazása főleg ruha-, ágy- és fehérneműek fertőtelenítésénél gyakori. Túlhevített gőzt fertőtelenítésre nem használnak. Nagy nyomású gőzzel *autokláv* nevű készülékkel fertőtelenítenek. Ez az igen erős kivitelű fertőtelenítőkészülék, manométerrel ellátott, amely a belül uralkodó nyomást állandóan mutatja. Ehhez hasonló az általánosan elterjedt *Papin-féle fazék* is. A *physikai fertőtelenítési módok* között megemlíthető még a *szűrés* is, mely a sterilizáló eljárások közé tartozik s vele a folyadékokat megfelelő szűrés által elég jól megszabadíthatjuk a baktériumoktól. Szűréssel a közfogyasztásra olyan vizeket is alkalmassá tehetünk, melyek a bennük lévő mikroorganizmusok miatt egyébként ihatatlanok lennének. A közhasználatban elterjedt *házi vízszűrők* nem megbízhatók, csupán arra alkalmasak, hogy a felzavart vizet megtisztítsák.

A fertőtelenítésre szolgáló *chemiai szerek* közül a legálta-

lánosabban használt és legmegbízhatóbb a *sublimát*. Leginkább 1—2⁰/₀₀, vagy pedig 1:500⁰/₀-os hígításban használják. A forgalomba hozott sublimátpasztyillák felerészben konyhasót is tartalmaznak és rendszeren pirosra színezettek, nehogy a mérges oldatot a vízzel összetévevesszék. Az 50⁰/₀-os konyhasó elősegíti a sublimát feloldását és lehetővé teszi a sublimátnak fehérjeanyagokba való beszívódását. A *karbolsav* szintén elterjedt, régi fertőtelenítőszer, az 1⁰/₀₀ karbolsav hatását 3—4⁰/₀-os vizes oldatban éri el. Jó fertőtelenítőszer a kőszénkátrányból készült *kreozolkészítmények* is. A *formalin* ugyancsak jól felhasználható fertőtelenítésre. Ez a formaldehyd 40⁰/₀-os vizes oldata s 1⁰/₀-os hígítása hatás tekintetében megfelel az 5⁰/₀-os karbolsavnak. Az általánosan ismert *lysoform* formalinnak szappanos és szagos olajos keveréke. A *mosószódát* is sikerrel használhatjuk fertőtelenítőszerül. Egyszerű elkészítésénél a háztartásban is fontos szerepet tölt be. Főleg forrón alkalmazva használható s minél forróbb, annál erélyesebben fertőtelenít. A *szappanok* lúgos hatásukkal szintén fertőtelenítenek. Jó házi desinficiálószer a *mésztej* is, mely égetett mésznek 1:5 arányban összekevert vizes oldata s főleg ürülékek, árnyékszékék, csatornák fertőtelenítésére használják. Ha a szobák falát mésztejjel többször desinficiáljuk, a meszelést meg kell ismételni, mert a mésztej vizét gyorsan elpárologtatja és a levegő szén-savával egyesülve mészcarróntá változik. Ezért, hogy tőle a szivósabb baktériumok is elpusztuljanak, a meszelés 10—12 óra után megismétlendő. A *chlór-meszet* a mésztejhez hasonlóan fertőtelenítésre szintén felhasználják, 1⁰/₀-os oldatát frissen kell készíteni, ez ugyanis a levegőn könnyen felbomlik.

A gőz- és gázállapotban levő desinficiálószeresek közül legelterjedtebb a *formaldehyd*, melyet fertőtelenítésre gázfejlesztőgépekben állítanak elő. A formaldehydgáz hőmérséklete 15 C.⁰ s a fertőtelenítendő szobába a kulcslyukon át különféle gázfejlesztőkészülékekkel vezetik be. Azon esetben, ha az ajtók és ablakok jól zárnak és a kályharés is jól elzárt, 7—8 órán át a szobában levő tárgyak felszínét jól desinficiálja. Formaldehydgázzal történt fertőtelenítés után a fertőtelenített szobába csak erős szellőztetés után mehetünk be, mivel a formalingőzők a nyálkahártyákat hevesen izgatják. A *chlór-gőzők* a tárgyak fel-

színét szintén elég jól deszinficiálják, hátrányuk azonban, hogy a színes tárgyakat és a különböző fémeket megtámadják és a levegőnél nehezebbek, azért hatásuk csak a szoba alsó részein érvényesül. Ugyanez a hibája a kén meggyújtásakor fejlődő *kénessavgáznak* is. Ez egyébként szintén jó deszinficiens. *Rigler* a kénessavgázt nem kénből, hanem szénkénegből állította elő, miáltal az nagy mennyiségben fejlődik és ilyen alakban a kellemetlen rovarok és férgek (légy, szúnyog, bolha, poloska stb.) irtására a formalingőzőknél is sokkal alkalmasabb. Az *ózon* nagyobb mennyiségben alkalmazva, szintén megöli a baktériumokat.

A chemiai fertőtlenítőszeresek különféle módon pusztítják el a baktériumokat. A marósavak és lugok mondhatni elégetik azokat, hígabb oldataikban pedig szétroncsolják a baktériumsejt plasmáját. Ezzel szemben a karbol, a krezólok stb. valósággal megmérgezik a kártékony baktériumokat, vagy a baktériumsejt testének fehérjéjével (sublimát) oldhatatlan vegyületeket képeznek. Más deszinficiensok, mint pl. a hydrogenhyperoxyd, a káliumhypermanganát, heves oxydatiojukkal megölik a mikroorganizmusokat, vagy reducálással pusztítják el azokat. Ezekből eltérőleg némely só, továbbá az alkohol oly módon ölik meg az egészséget veszélyeztető baktériumokat, hogy megfosztják azokat víztartalmuktól. Ezen különféle fertőtlenítőszeresek felhasználásával módunkban áll tehát az egészségre káros mikroorganizmusok ellen a leghathatósabban védekezni.

