

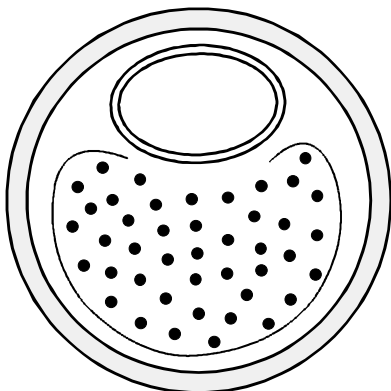
Spirochaeten

1. Morphologische Merkmale

Charakteristische Gestalt, einmalig unter den Bakterien: diese typischen morphologischen Merkmale haben sich in dieser Gruppe (im Gegensatz zu morph. Merkmalen anderer Bakteriengruppen) als phylogenetisch relevant erwiesen. Daher stellen die Spirochaeten auch nach rRNA-Daten ein relativ einheitliches Phylum der Eubakterien dar.

Folgende morphologische Merkmale sind typisch:

- oft sehr geringer Durchmesser: 0,1 - 0,6 μm (selten bis 3,0)
Konsequenzen: - im Hellfeld-Mikroskop kaum sichtbar, daher Dunkelfeld- oder Phasenkontrastmikroskopie anwenden.
- können z. T. feinporige Filter (0,2 - 0,45 μm Porengröße bei normalen Bakterienfiltern) passieren, durch die andere Bakt. zurückgehalten werden.
- große Länge der Zellen: 5 - 250 μm
- schraubige Gestalt der Zellen
im Gegensatz zu den Spirillen, die zum Phylum der Proteobakterien gehören und eine starre schraubige Form (mit normalen Geißeln) haben, sind die Spirochaeten außerordentlich flexibel und geschmeidig.
Diese Fähigkeit ist bedingt durch eine besondere morphologische Struktur, die periplasmatischen Geißeln (= Endo-Geißeln, = periplasmat. Fibrillen); die Gesamtheit der einzelnen Geißeln wird Axialfilament (od. Axostyle) genannt.



Protoplasmazyylinder

CM

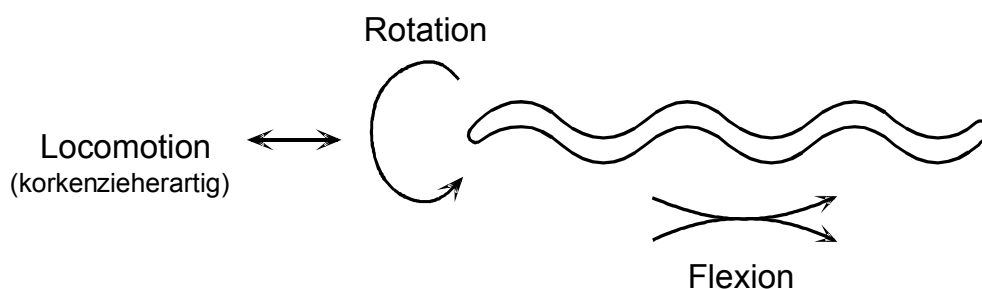
Mureinschicht

Axialfilament (2-100 periplasmat. Geißeln)

outer CM (äußere Hüllenmembran)

Die periplasmatischen Geißeln, die in der Grundstruktur anderen Bakteriengeißeln gleichen, sind zwischen Mureinschicht und äußerer Hüllenmembran um den Bakterienkörper gewunden; sie haben keinen Kontakt mit dem Außenmedium (Abb. 2). Dadurch sind die Bakterien selbst in hochviskosen Medien (1 % Agar, eingedicktes Serum) noch gut beweglich; sie können sich auch auf Oberflächen kriechend fortbewegen.

Insgesamt sind drei Bewegungsarten möglich:



Verankerung in CM mit Basalkörper (wie normale Geißeln)

2. Weitere Merkmale

Chemoorganotroph, anaerob bis aerob, keine Sporen, keine Pigmente, natürlicherweise resistent gegen Rifampicin (offenbar andere RNA-Polymerasen als in and. Bakterien), unter Laborbeding. schwer zu kultivieren (z. T. nur in Versuchstieren möglich), oft abnorme Formen (Degenerationsformen): Granula, Cysten, „Sphaeroide“ (blasenartige Abkugelungen am Ende der spiralförmigen Zellen).

3. Lebensweise

saprophytisch oder harmlose Schmarotzer oder gefährliche Parasiten; in Wasser, Körperhöhlen, Blut

4. Taxonomie/Beschreibung von Gattungen u. Arten

Familie 1: Spirochaetaceae

Enden der Zellen ohne Haken, Murein enthält Ornithin, sensibel gegen 5'-Fluoruracil.

Spirochaeta (7A)

Freilebend in Wasser (Abwasser, Jauche, Dorfteiche, H₂S-haltiges W.), nicht pathogen, z. T. gemeinsames Vorkommen mit Purpurbakterien. Kohlenhydrate werden zu Lactat u. Ethanol vergoren; ATP-Bildung in Glykolyse u. bei Umwandlung v. Acetyl-CoA in Acetat, Aminosäuren i. d. R. kein Wachstumssubstrat; Gattung phylogenetisch uneinheitlich, einige Arten gruppieren sich nach rRNA-Analysen innerhalb der Gattung Treponema.

S. plicatilis: bisher keine Reinkultur möglich, 1/4 mm lang, „Riese“ unter den Bakterien, ruhelose Bewegungen, möglicherweise nicht einzellig

S. stenostrepta: anaerob

S. halophila: fak. anaerob, unter O₂-Einfluß Karotinoid-Pigmente gebildet.

Morphologie: versch. Formen

Cristispira (1A)

Obligate Kommensalen oder Symbionten v. Mollusken (Muscheln, Tunikaten, Seeigel); nur kurzzeitig im Labor zu halten, rel. groß (30 - 180 µm lang), z. T. mehr als 100 periplasmatische Geißeln → dehnen outer CM rippenartig aus, so daß eine Art Saum („Crista“) um die Zell läuft.

Treponema (14A)

relativ kurze Spirochaeten (5 - 15 µm), schwer anfärbbar u. schlecht sichtbar im Lichtmikroskop, i. d. R. obligat anaerob (Katalase -, Oxidase -), keine Fettsäure-de-novo-Synthese (FS-Bedarf);

zwei verschiedene ökologische Gruppen:

a) meiste Arten: Kommensalen/Saprophyten in Mundhöhle, Verdauungs- oder Genitaltrakt v. Mensch u. Tieren, Bestandteil der Normalflora (Speichel, Zahnbelag); rel. gut kultivierbar („Reiter“-Spirochaeten als Modell für schwer kultivierbare pathogene Treponemen in Laborversuchen).

b) wenige Arten: Parasiten, pathogen, kaum kultivierbar im Labor.

T. pallidum: Syphilis-Erreger, einzige microaerophile Art (besitzt Cytochrom-System), wird in Kaninchenhoden vermehrt (intratestikuläre Inokulation), Übertragung allgemein über Schleimhäute (nicht nur genital), natürlicherweise offenbar nur beim Mensch vorkommend; drei Unterarten existieren, nur die Unterart T. p. ssp. pallidum ist der Syphilis-Erreger, sexuell übertragbar und weltweit

verbreitet, die andern beiden Unterarten sind nicht sexuell übertragbar und verursachen (nur in den Tropen) Hautkrankheiten bei Mensch u. Tieren.

Serpulina (2A)

schwach fermentative Bakterien, in Faeces v. Säugern

S. hyodysenteriae: enteropathogen für Schweine

Brachyspira (1A)

Darmspirochaeten, anaerob - aber 6 - 8 h in Luft lebensfähig, z. T. pathogen f. Mensch

Borrelia (21A)

meist microaerophil, rel. kurz wie *Treponema*, aber leichter anfärbbar; i. d. R. parasitisch auf Schleimhäuten, pathogen für Menschen u. a. Säuger (Nager) sowie Vögel, übertragbar durch Insekten, bes. Zecken u. Läuse (hier z. T. transovariale Weitergabe an nächste Generation möglich); nur 6 Arten künstlich kultivierbar, z. T. durch Befall v. Insektenarten differenzierbar.

B. anserina: pathogen für Vögel: Geflügelspirochaetose, Paul Ehrlich überprüfte an diesem Keim verschiedene Mittel (meist Arsenpräparate) gegen Syphilis, führte zur Entwicklung des „Salvarsan“ (hochwirksames Mittel gegen Syphilis).

B. burgdorferi: Erreger der Lyme-Krankheit; Lyme: Stadt in Connecticut (USA), in deren Nähe erkrankten (1975) an einem Fluß entlangwandernde Wald- u. Feldarbeiter, Camper, Naturfreunde u. Ornithologen, Übertragung d. Krankheit durch Zecken (Holzböcke); Krankheit inzwischen auch in Vorpommern bekannt.

Primärstadium: sich ausbreitender roter Ring auf der Haut neben der Einstichstelle („Erythema migrans“) → Hinweis für Infektion mit *B. burgdorferi* u. nötige Behandlung; bei nicht erfolgter Behandlung stellt sich nach mehreren Wochen bis 2 Jahren das Sekundärstadium ein: schwer diagnostizierbare neurologische u. kardiologische Probleme sowie Arthritiden (Gelenkentzündungen); *B. burgdorferi* besitzt als einziges bisher bekanntes Bakterium ein lineares Chromosom.

B. recurrentis: Rückfallfieber durch Läuse.

weitere 10 *Borrelia*-Arten: Rückfallfieber durch Zecken, bisher nur in Tropen, USA, Iberischer Halbinsel.

Familie 2: Leptospiraceae

Enden der Zellen mit Haken (d. h. kleiderbügelartige Abkrümmung der Enden), Murein enthält DAP, resistent gegen 5'-Fluoruracil, aerob; vorwiegend Verwertung von Fettsäuren (> C15) oder Fettalkoholen, kein W. auf Kohlenhydraten u. Aminosäuren: dünnste Vertreter der Spirochaeten (\varnothing 0,1 - 0,2 μm), ungefärbt nicht sichtbar im Lichtmikroskop (wohl aber im Phasenkontrast).

Leptospira (10A)

aerob, Oxidase +, Katalase +, bisher keine Phagen u. Plasmide.

L. biflexa: freilebend in Böden, Süß- und Meerwasser, gehören mit weiteren *L.*-Arten zu den „Wasser-Leptospiren“, sehr leicht kultivierbar; Wachstum bis 13 °C.

L. interrogans: parasitisch in Mensch und Tieren, Wachstum nicht bei 13 °C (nur bei höheren Temp.); kultivierbar, aber nur nach Zusatz von Supplementen: Blut, Serum, ungesätt. Fettsäuren (dafür oft auxotroph); zwischen 37 °C und 40 °C zunehmende Wachstumshemmung (Fieber als Abwehr!);

Erreger einer Vielzahl von Krankheiten; Übertragung von Tieren auf Mensch (Zoonosen) und umgekehrt, i. d. R. über Schleimhäute od. kleinere Hautverletzungen.

Mensch: Weilsche Krankheit, Japan. Siebentagefieber, Reisfeldfieber, Schlammfieber, Schweinehüterkrankheit,

Symptome: Fieber, Leberentzündung, Gelbsucht, Nierenentzündungen, Magen/Darm-Probleme (Durchfall/

Erbrechen); Erregerausscheidung durch Speichel oder Urin (z. B. Infektionsgefahr durch urinverseuchtes Wasser in Badeanstalten bei zu geringer Chlorung); oft mehrere Monate latente Infektionen, Erreger halten sich über längere Zeit (z. T. lebenslänglich) in Nierentubuli (Reservoir, Dauerausscheider ohne Beschwerden)

Tiere: Leptospirosen der Haustiere (zunehmende Bedeutung), ständige Quelle u. Reservoir f. menschl. Erkrankungen.

Die verschiedenen Leptospira-Arten lassen sich serologisch sehr gut weiter untergliedern (z. Zt. > 200 Serovare). Diese Serovare werden z. T. (ähnl. wie bei Salmonella) mit Artnamen (binäre Nomenklatur) versehen und stellen daher vielfach das Basistaxon dar.

Leptonema (1A)

morpholog. ähnl. Leptospira, auch aerob.

Unterschiede: a) apathogen

b) besitzt intracytoplasmatische Tubuli

c) Geißel-Basalkörper (der periplasm. Geißeln) besitzt nur 1 Scheibenpaar (Leptospira: 2 Paare).

L. illini

Weitere Spirochaeten

Seit 1988 wurden in Insektendärmen weitere neue Gattungen von Spirochaeten entdeckt, die als Symbionten bes. in Holzverwertenden Arthropoden vorkommen, bisher i. d. R. nicht kultivierbar sind und vor allem nach morphologischen Kriterien versch. Gattungen zugeordnet wurden:

Pillotina, Hollandina, Diplocalyx, Clevelandina