

## A baktériumok szaporodásának exponenciális fázisa; a növekedési sebesség hatása a fiziológiai állapotra; shift-up és shift-down kísérletek.

### A baktériumok aszinkron szaporodásának exponenciális fázisa

Az exponenciális növekedési fázis jól definiálható, a többi fázis kevésbé. Egysejtű baktériumoknál (nem fonalasoknál), ha a baktériumok már egy ideje **exponenciális fázisban** szaporodnak és a környezeti feltételek állandóak, a **sejtszám kiszámolható a kezdeti állapotban mért sejtszámból:**

$$n = n_0 \cdot e^{\mu t} \quad \text{ahol } \mu = \ln 2 / T_g$$

Bármely sejtalkotó, vagy akár a sejttömeg is hasonlóan növekszik:

$$x = x_0 \cdot e^{\mu t}$$

Ennek az az oka, hogy a sejtnék mindenét meg kell kétszerezni, nem csak a számát.

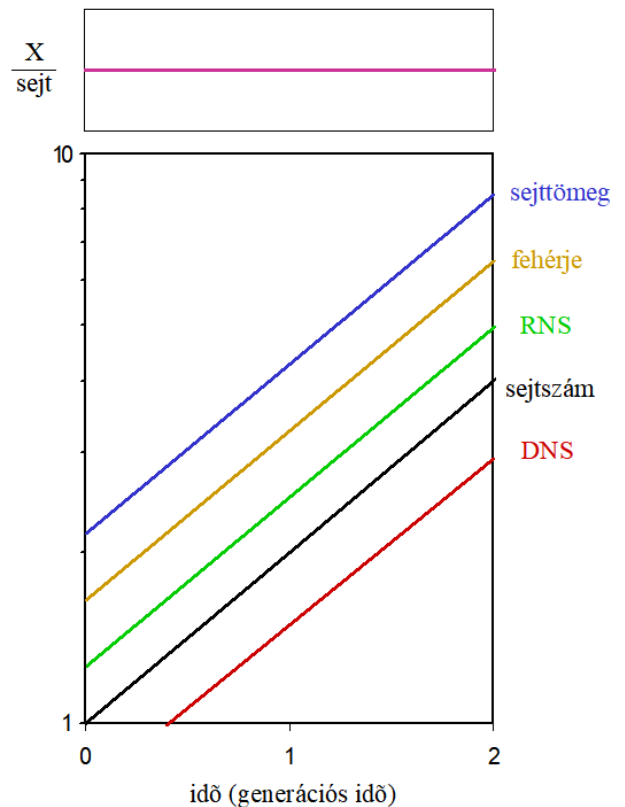
Ilyen esetben logaritmikusan ábrázolva a sejtszám és a különböző sejtalkotók mennyisége az idő függvényében párhuzamos egyeneseket ad.

A sejtalkotók és a sejtek mennyiségének hányadosa állandó. (ez csak aszinkron tenyészetben, időátlagban igaz)

$$x / n = x_0 / n_0$$

Tehát a **sejtek összetétele állandó**, az ilyen állapotot kiegyensúlyozott növekedésnek nevezzük.

#### Exponenciális, kiegyensúlyozott növekedés



A sejtek **koreloszlása**: a legfiatalabb sejtekből pontosan kétszer annyi van, mint a legöregebbekből.

## A növekedési sebesség hatása a fiziológiai állapotra

A külső **környezeti** körülmények (tápanyag, nyomás, pH, hőmérséklet stb.) **meghatároznak egy bizonyos  $\mu$ -t** a sejtekre. Minél **jobb körülményeket** biztosít a környezet, annál **rövidebb** a  $T_g$ . Más tápközeg más  $\mu$  értéket eredményez, ami viszont a növekedés logaritmikus ábrázolásában csak a párhuzamos egyenesek helyét és meredekségét változtatja meg.

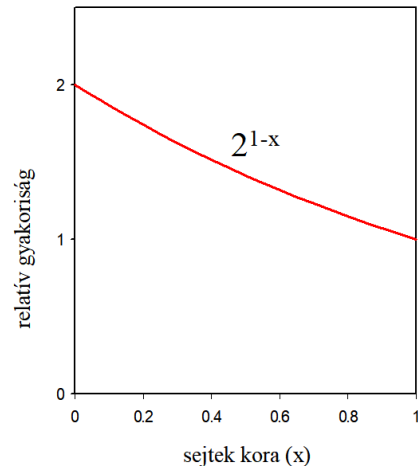
**Minél jobb körülmények közé kerül a sejt, annál nagyobb méretűek a sejtek** (és az egyenesek meredeksége is annál nagyobb). Ennek az a magyarázata, hogy a riboszómák számának meg kell nőnie (gyorsabb sejtciklushoz egyszerre több fehérje kell), ami viszont adott sejtméreten állandó.

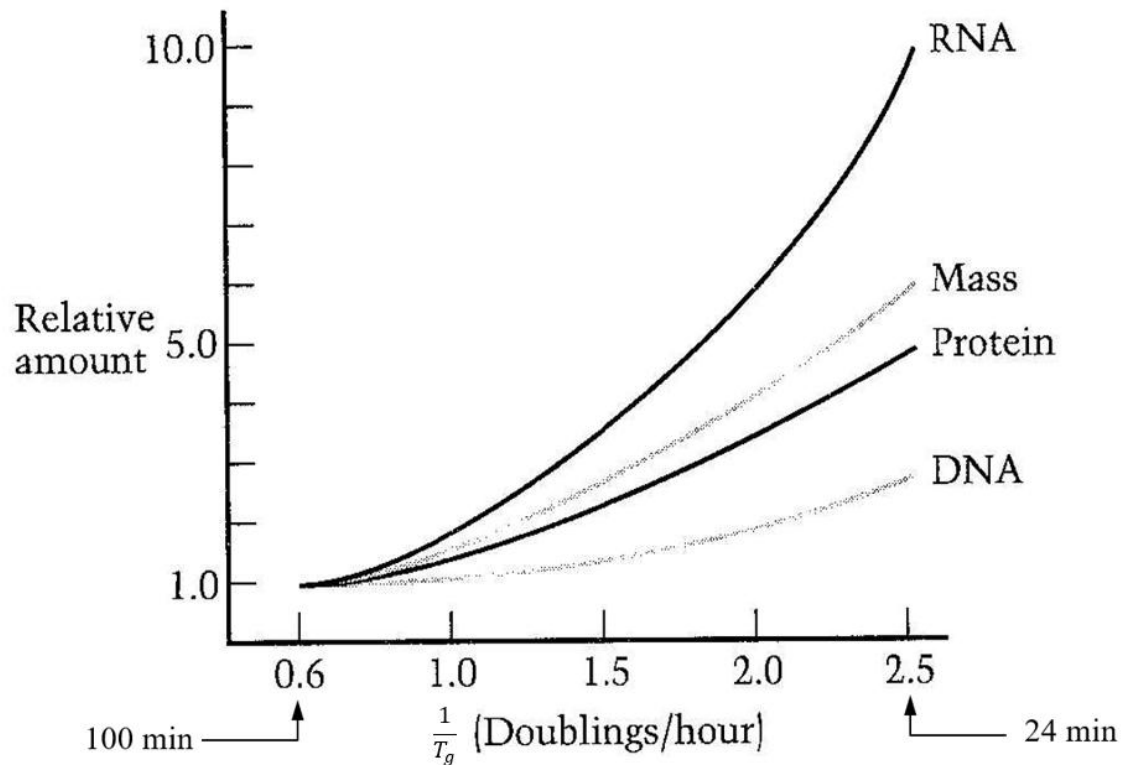
Alapvetően (laboratóriumban) a tápközeg határozza meg a  $\mu$ -t, amiből pedig egyenesen következik a sejt méret, és a különböző sejtalkotók átlagos mennyisége. A tápközeg minősége csak generációs időn keresztül, közvetett módon hat a sejttömegre.

Adott baktériumnak elő lehet állítani **különböző összetételű tápközégeket**, amelyek **egyező generációs időt** állítanak be. Ehhez bizonyos tápanyagforrásokat javítani, másokat pedig rontani kell. Ha a  $\mu$  két különböző tápközegben élő baktériumokra azonos, a sejtek fiziológiai állapota (tehát átlagos mérete) is egyező lesz.

$\mu$  függvényében a sejteket különböző  $\mu$ -t eredményező tápközegbe téve a különböző sejtalkotók mennyisége és a teljes sejttömeg a generációs idő csökkenésével ( $\mu$  növekedésével) exponenciálisan nőnek. Itt viszont logaritmikusan ábrázolva nem párhuzamos egyeneseket kapunk.

Ideális koreloszlás





Eukariótákban is befolyásolja a  $\mu$  a sejt méretet, de sokkal csekélyebb mértékben, mint prokariótákban. **A baktériumok úgy optimalizálják magukat, hogy minden környezetben a lehető leggyorsabban szaporodhassanak.** 100 perces  $T_g$ -ről 24 percre csökkentve azt, az E. coli sejtek mérete például hatszorosára nő.

A külső körülmények hatására az (r)RNS-tartalom változik meg legjobban (E. colinál 10-szeresre nő ugyanabban a tartományban).

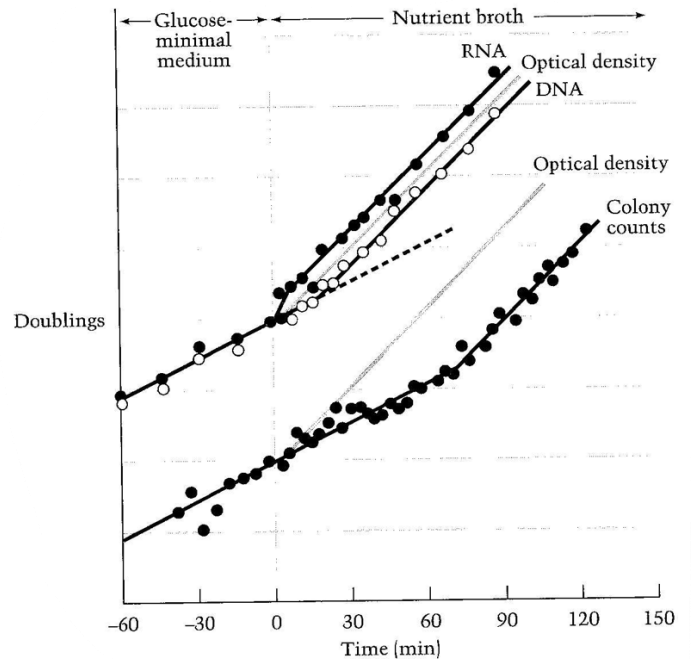
## Shift kísérletek

Más generációs időt determináló tápközegbe helyezzük a sejteket, majd azt vizsgáljuk, hogy **hogyan áll át a sejt** az új exponenciális fázisra. Tehát a **tranzien** (átmeneti) **állapotot**

**vizsgáljuk.** Ha a körülmények javulnak, shift-up-nak, ha romlanak, akkor shift-down-nak nevezzük a kísérletet.

### A shift-up hatásai:

Az új  $\mu$ -érték hatására az **RNS-szint másodperceken belül átáll** az új állapotra, ezt a **fehérjetartalom kb. 10, a DNS - tartalom kb. 20 perccel később követi.** (a fenti ábrán mutatott esetben azért növekszik kevésbé a fehérjeszint, mint az RNS-szint, mert az RNS-szint hamarabb alkalmazkodik az új körülményekhez) **A sejtek viszont egy bő órán keresztül a korábbi generációs idő szerint szaporodnak, és ezalatt megnő a sejtméret.**



### A shift-down hatásai:

Az RNS- és fehérjeszintézis azonnal leáll, a **DNS-szintézis kb. 20 percig még megmarad, majd lelassul.** A **generációs idő fél óra alatt átáll** az új értékre, ezalatt a sejt nem növekszik sokat osztódás előtt, így a sejtméret lecsökken. A fehérjegyártás egy óra múlva újraindul, viszont az **RNS-szint két óra alatt kezd el újra növekedni.**

