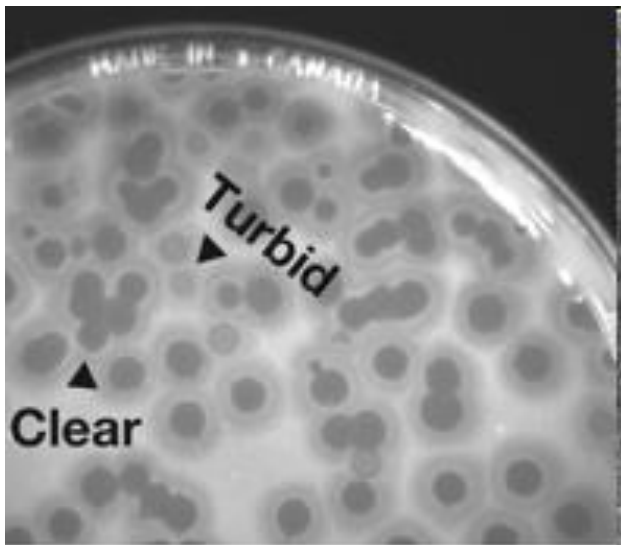


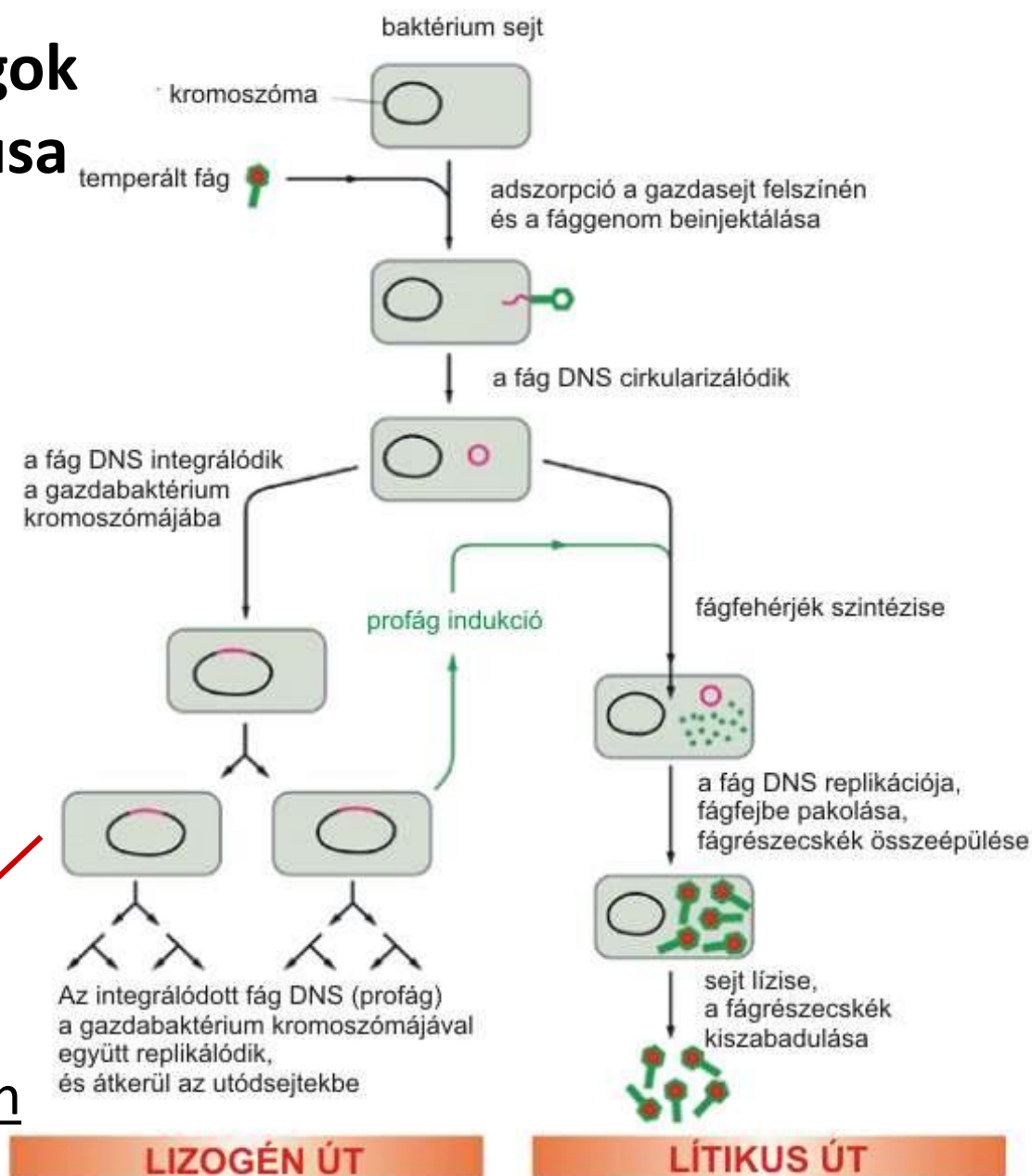
Fágok litikus-lizogén ciklus váltás

Mérsékelt (temperált) fágok lítikus és lizogén életciklusa

zavaros (*turbid*) plakk

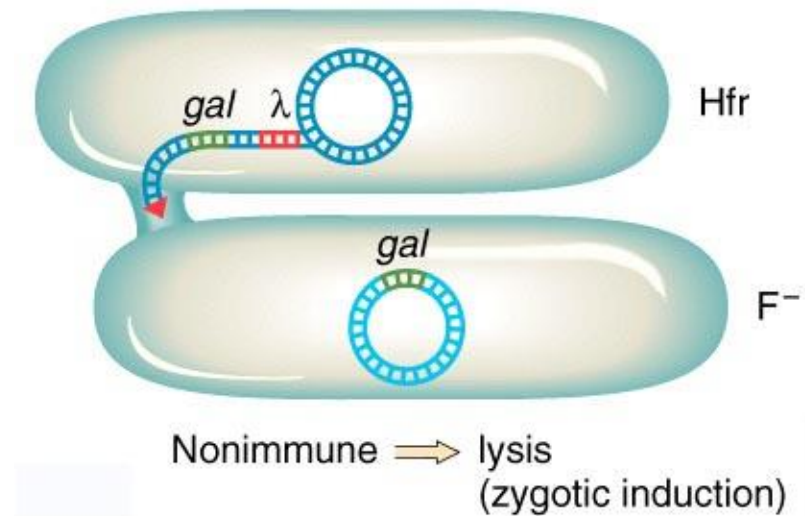


Profág jelenlétében az adott baktérium védtté válik a további fágfertőzéssel szemben (felülfertőzéssel szembeni immunitás) - zavaros plakk



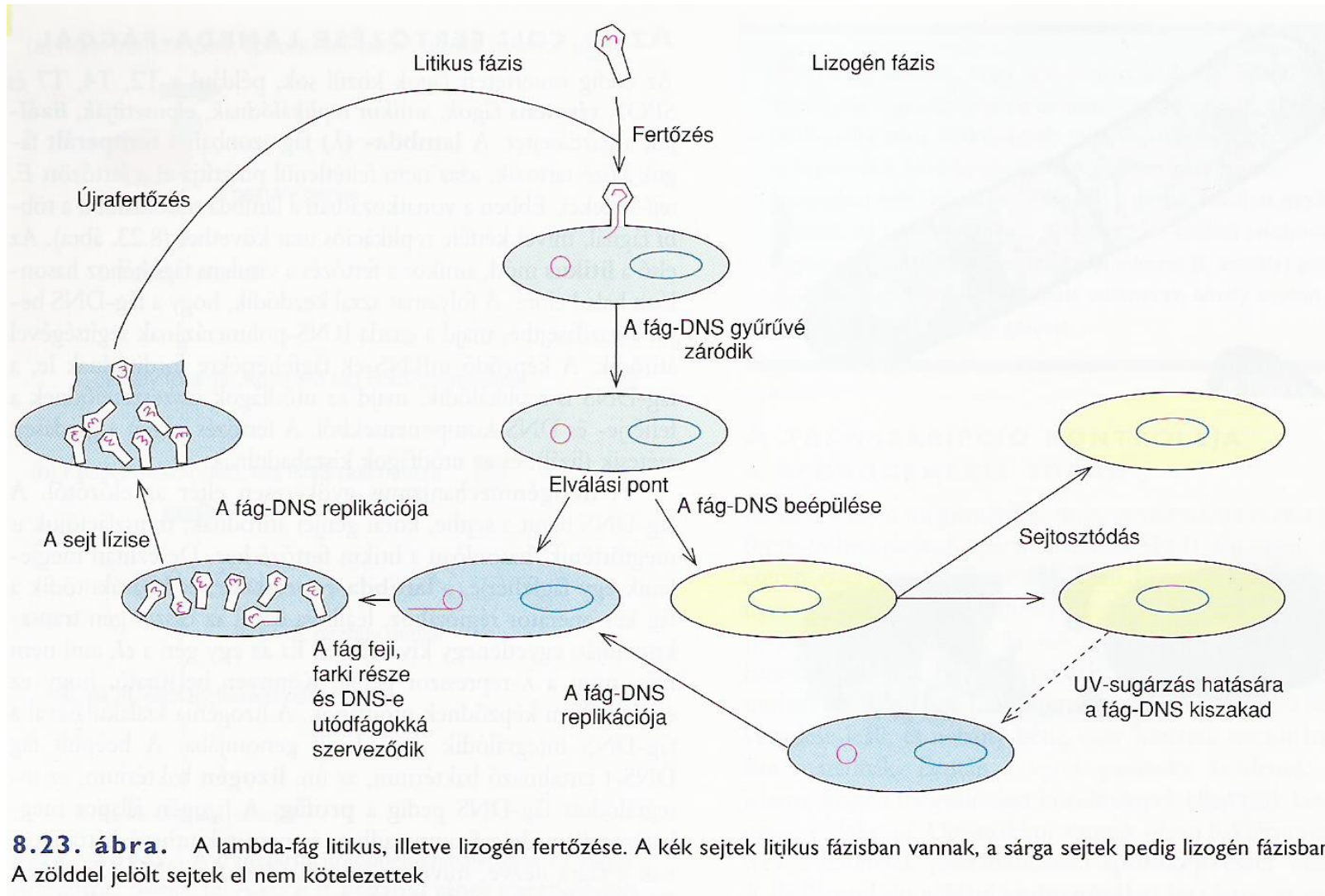
A beépült profág környezeti hatásokra ismét kivágódhat és lítikus ciklusba kezdhet

A lizogén állapotot egy represszor fehérje tartja fenn

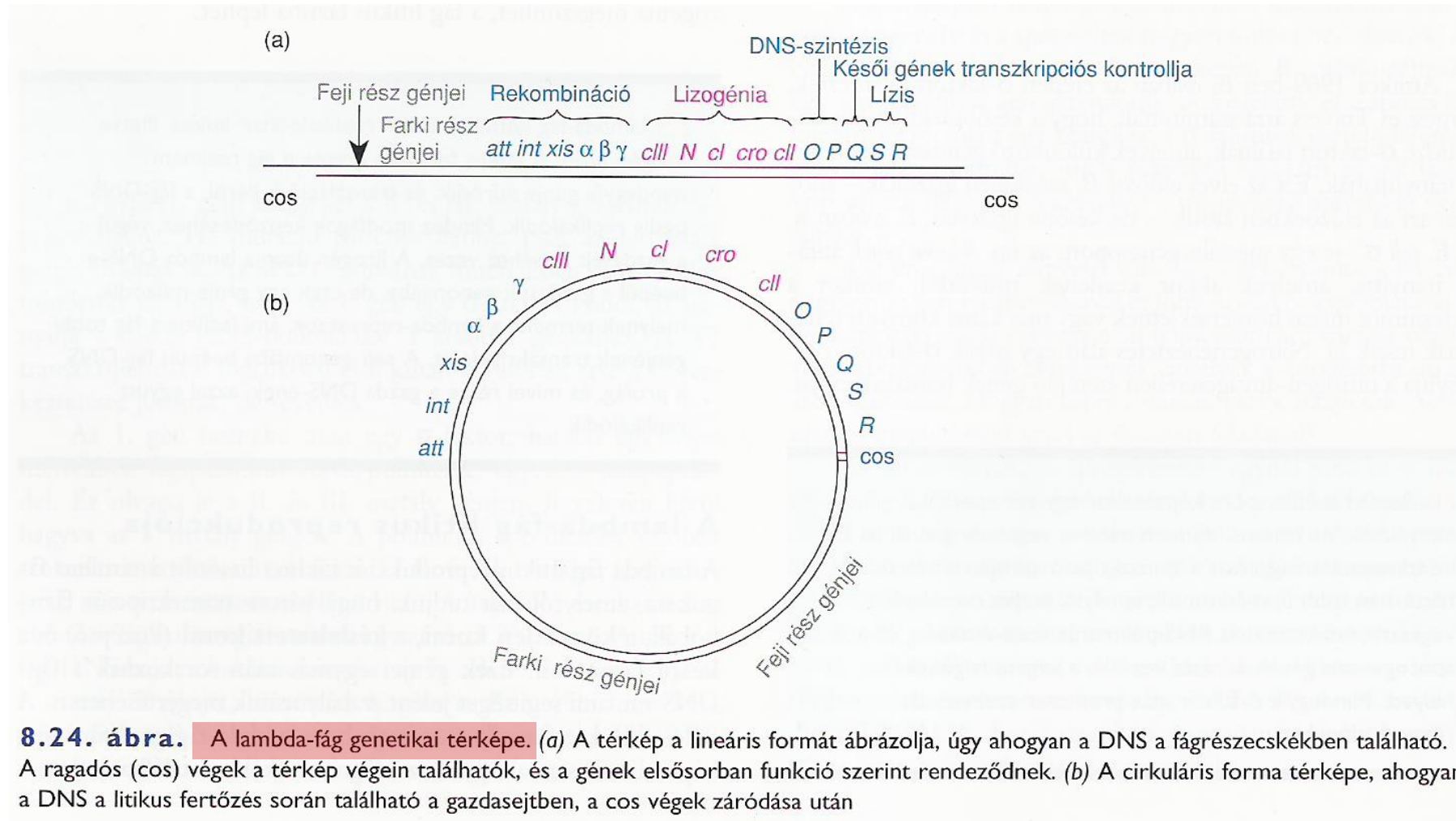


A beépült profág egy citoplazmatikus represszort termel, ami gátolja a litikus ciklust. A profágot nem tartalmazó baktériumba konjugációval átkerült profág a represszor hiánya miatt azonnal lízisbe kezd.

A λ fág lízis – lizogénia döntése a fejlődésgenetika legismertebb modellrendszerre



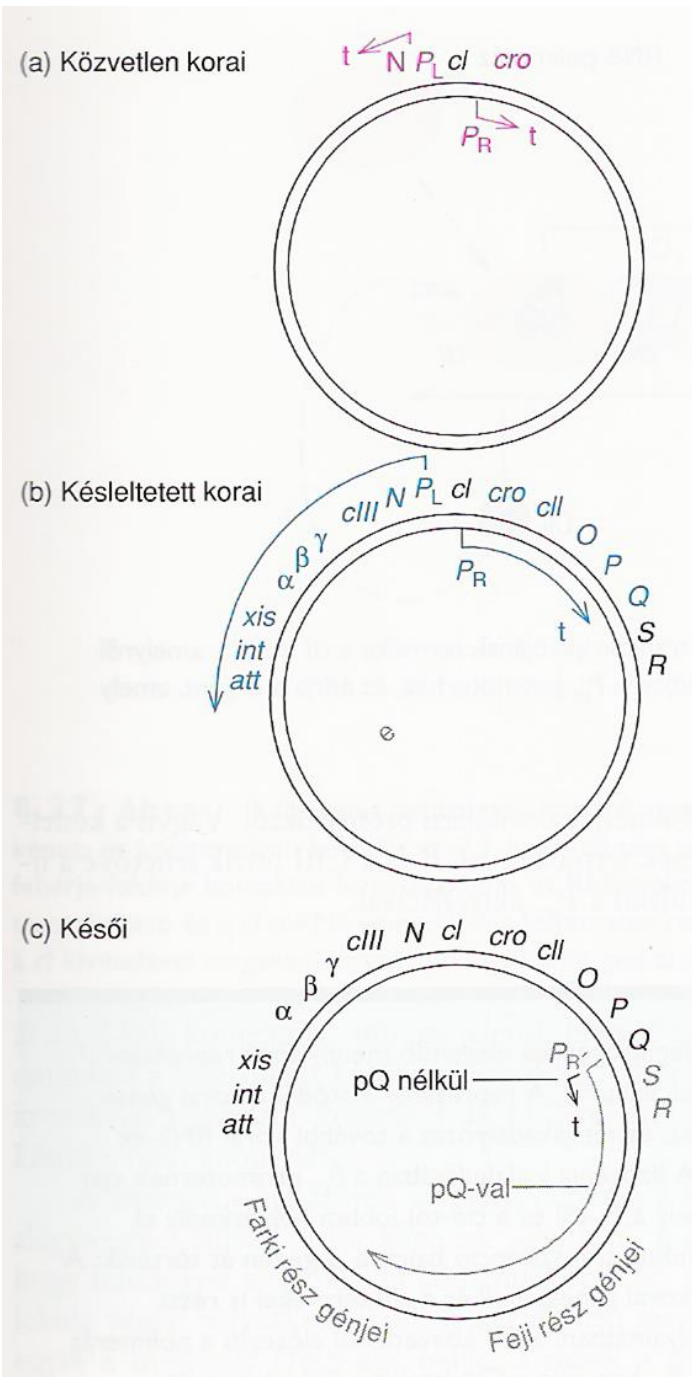
A λ fág genetikai térképe



8.25. ábra. A transzkripció időbeli szabályozása a lambda fág litikus fertőzése során. (a) A közvetlen korai gének transzkripciója (piros) a jobb (P_R), illetve a bal oldali (P_L) promoterekről indul, amelyek a represszor gént (cl) határolják. Az átírás leáll a ρ -faktortól függő terminátoroknál (t) az N és a cro gének után.

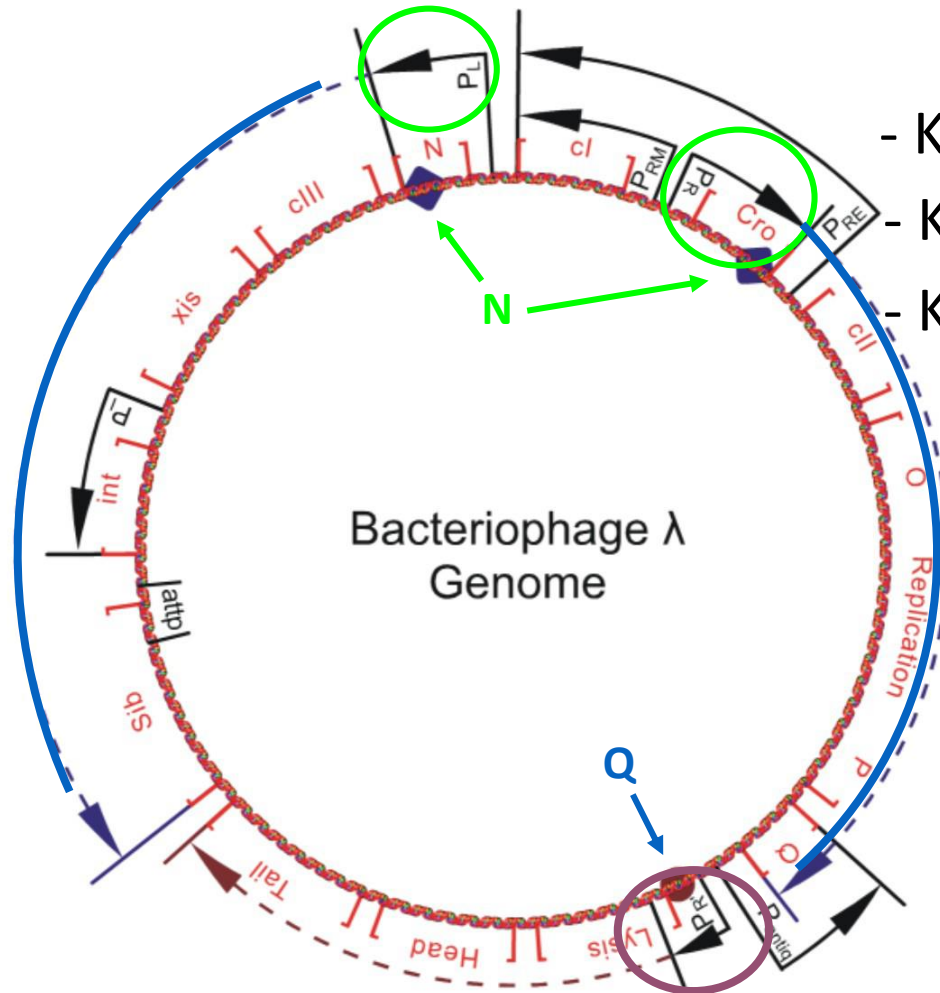
(b) A késleltetett korai gének transzkripciója (kék) ugyanazoknál a promotereknél kezdődik, de áthalad a terminátorokon az N gén termékének, a pN antiterminátornak a hatására.

(c) A késői gének transzkripciója (szürke) egy új promoternél ($P_{R'}$) kezdődik, de nagyon hamar leállna a terminátornál (t) a Q gén terméke, a pQ nélkül, amely szintén egy antiterminátor. Az O és a P fehérjét kódoló késleltetett korai gének, nem pedig az operátor, illetve a promotor jelei



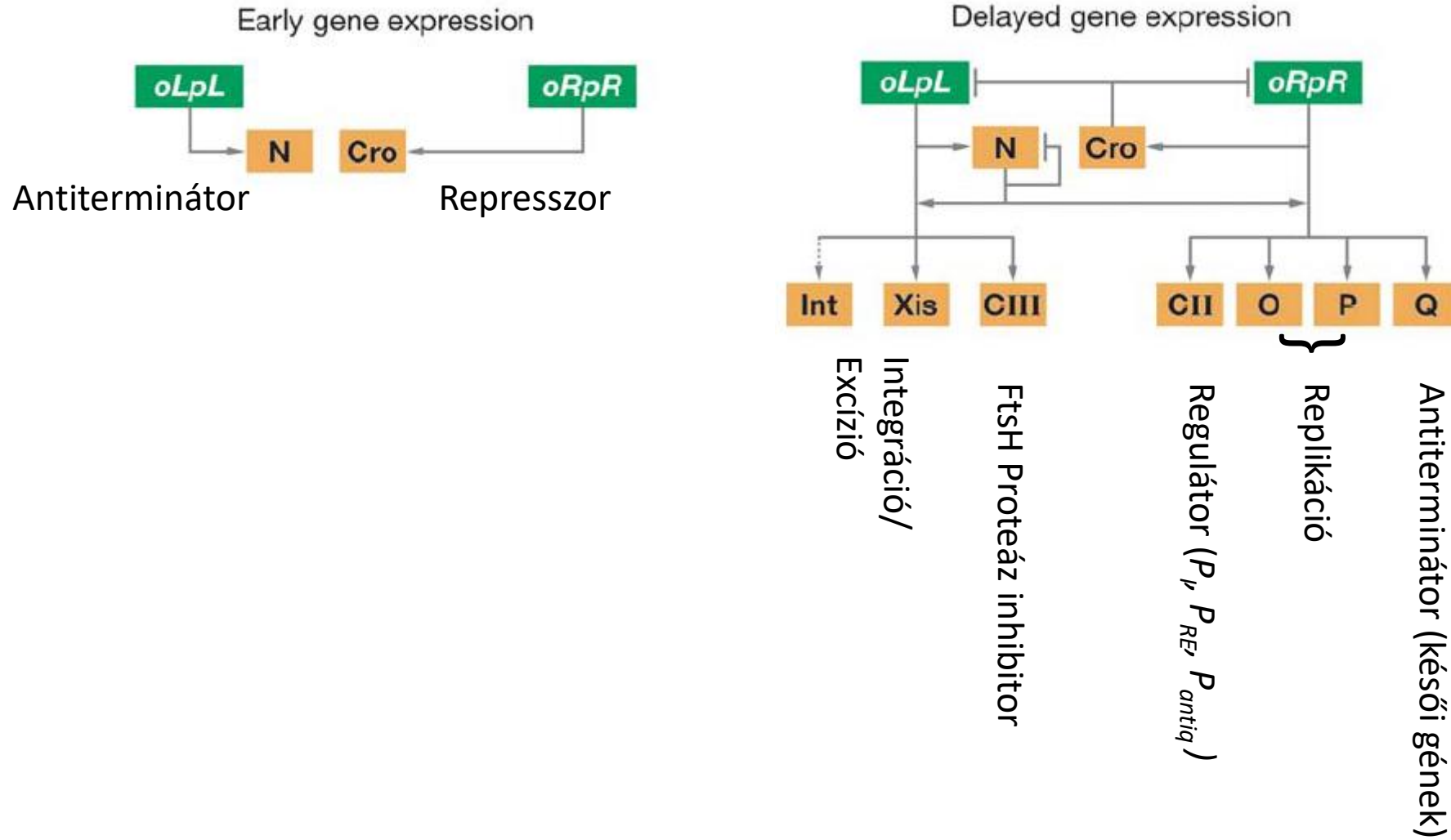
Génexpressziós kaszkád a vegetatív szaporodás során

A génexpressziós kaszkád és a gének moduláris szerveződése lehetővé tesz alternatív fejlődési útvonalakat

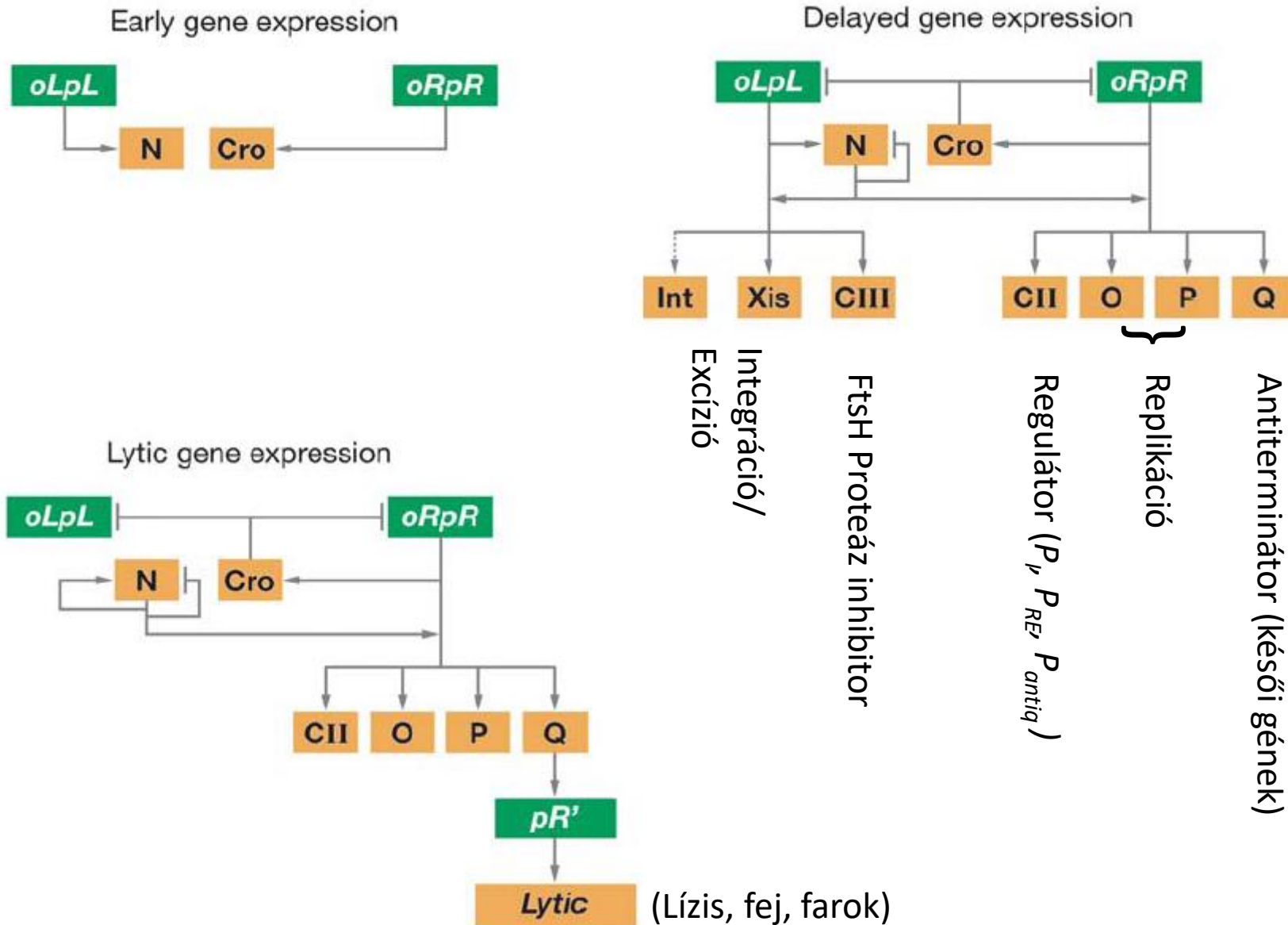


- Korai transzkripció
- Késleltetett korai transzkripció
- Késői transzkripció

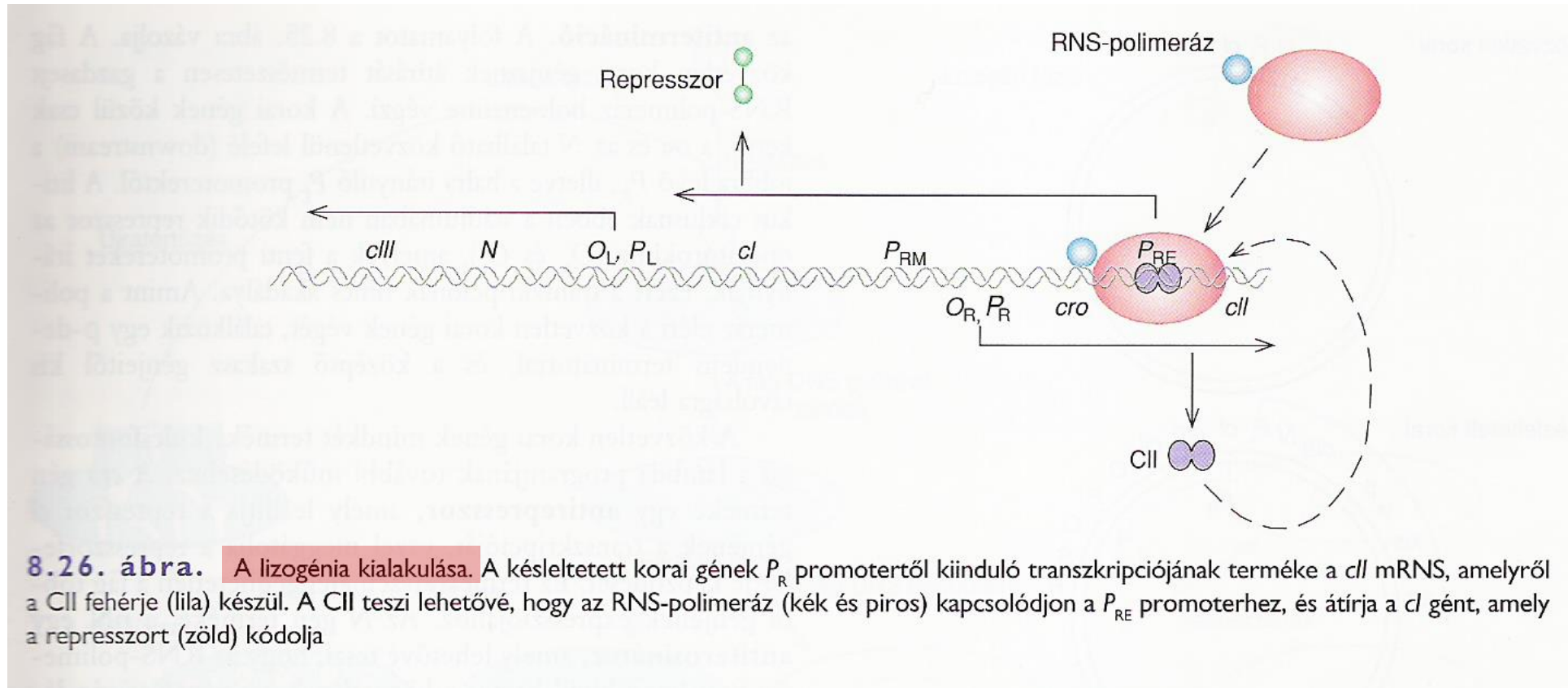
Géexpressziós kaszkád a vegetatív szaporodás során



Géexpressziós kaszkád a vegetatív szaporodás során



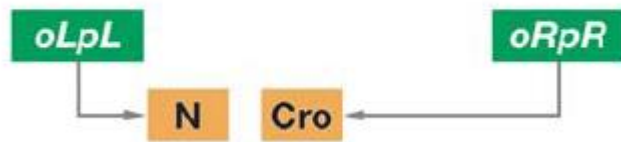
Lizogénia kialakulása



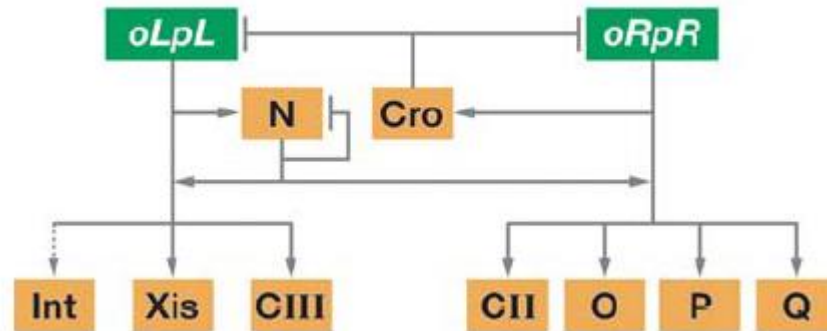
8.26. ábra. A lizogénia kialakulása. A késleltetett korai gének P_R promotertől kiinduló transzkripciójának terméke a *cII* mRNS, amelyről a CII fehérje (lila) készül. A CII teszi lehetővé, hogy az RNS-polimeráz (kék és piros) kapcsolódjon a P_{RE} promoterhez, és átírja a *cl* gént, amely a represszort (zöld) kódolja

A lizogéniához vezető eseménysorozat

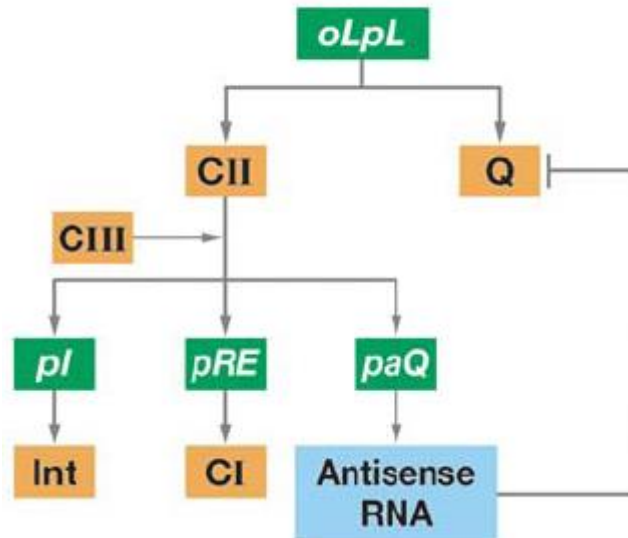
Early gene expression



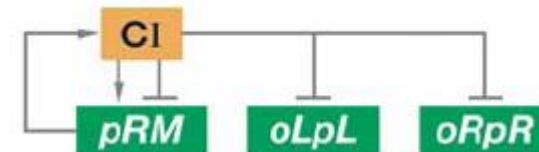
Delayed gene expression



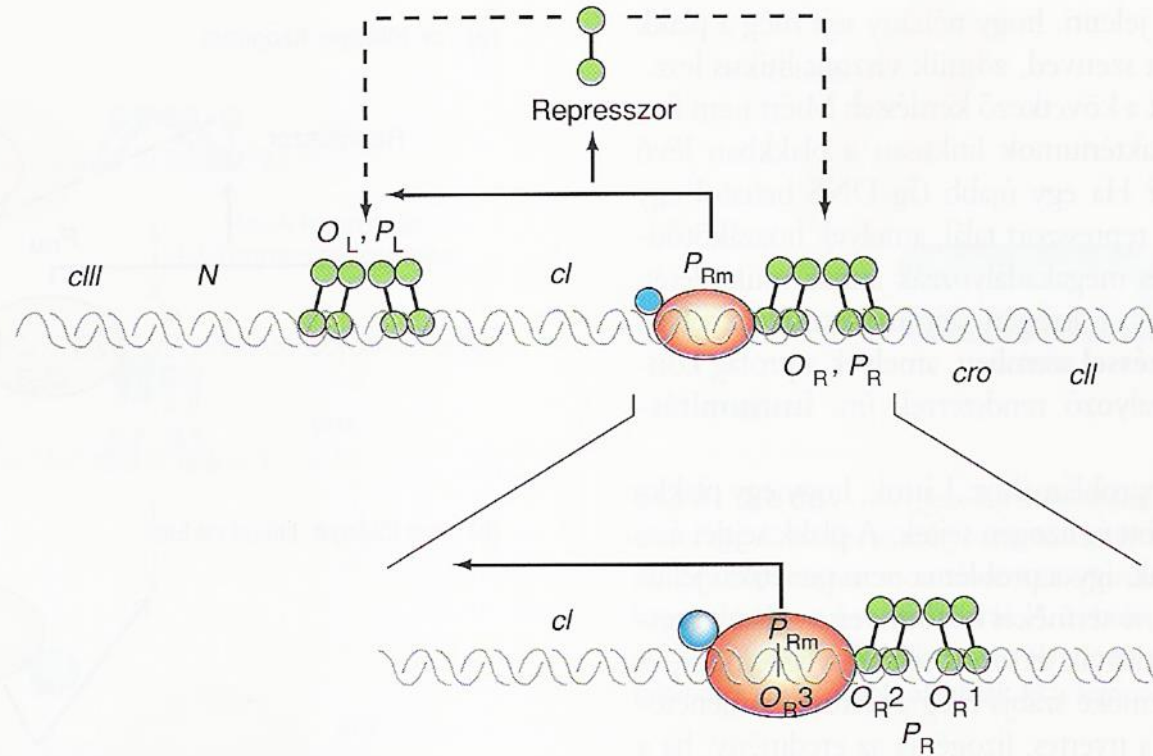
Lysogenic establishment



Lysogenic maintenance



A λ fág lizogén állapot fenntartása



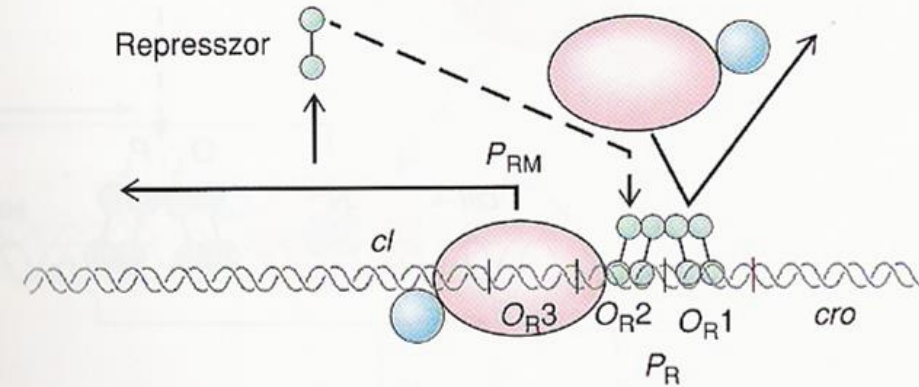
8.27. ábra. A lizogénia fenntartása (*lent*). A represszor (zöld), amely eredetileg a P_{RE} promotertől kiindulva szintetizálódik, dimereket képez, és kooperatívan kötődik az O_R1 -hez, valamint az O_R2 -hez. Az O_R2 -n a represszor és az RNS-polimeráz (piros és kék) közötti fehérje-fehérje kontaktus biztosítja, hogy az RNS-polimeráz kötődhessen a P_{RM} -hez, és onnan kezdve átírja a *cl* gént (*fent*). A P_{RM} -től induló transzkripció és a *cl* mRNS transzlációja folyamatos represszor szintet biztosít. A represszor kötődik az O_R -hez és az O_L -hez, és ezzel a *cl* kivételével megakadályozza mindegyik más gén átírását

A lizogénia - lízis kapcsoló

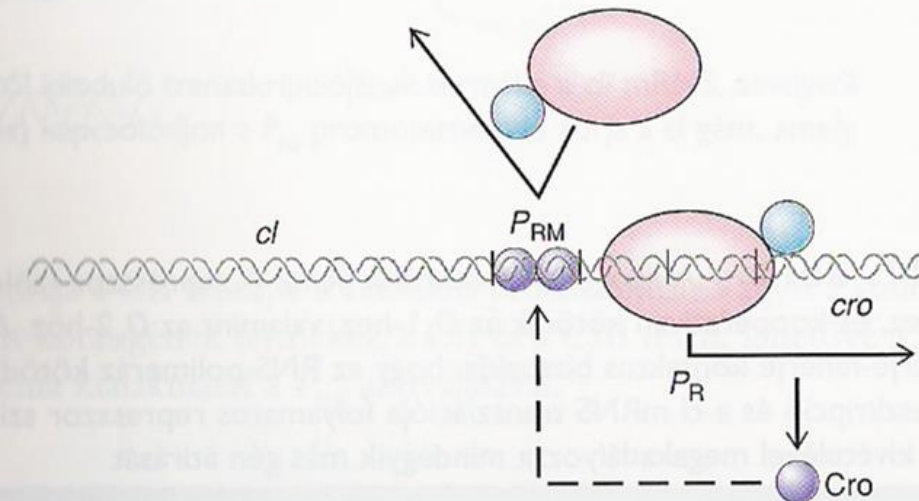
8.28. ábra. A *cl* és a *cro* gén vetélkedése. (a) A *cl* fölénye. A P_{RM} -től induló transzkripció során elegendő represszor (zöld) termelődik ahhoz, hogy megakadályozza a polimeráz bekötődését a P_R -hez, és ezzel meggátolja a *cro* transzkripcióját. Az eredmény lizogénia.

A *cro* fölénye. A P_R -től kiinduló transzkripció megfelelő mennyiségű Cro fehérjét (lila) termel, ami megakadályozza a polimeráz bekötődését a P_{RM} promoterhez, és ezzel akadályozza a *cl* átírását. Az eredmény litikus ciklus

(a) *cl* fölénye, lizogénia

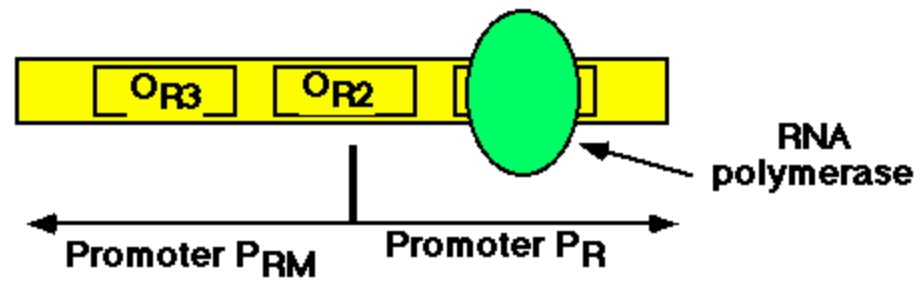


(b) *cro* fölénye, litikus ciklus

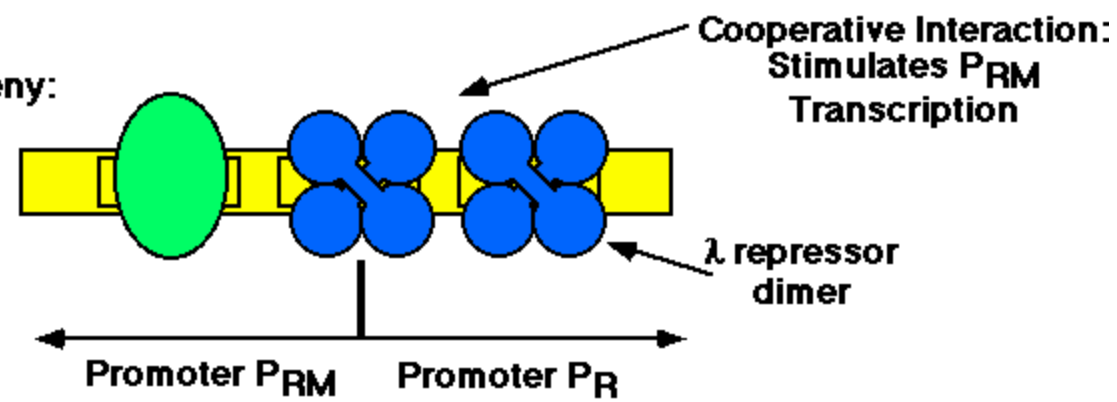


ci Binding to Operators

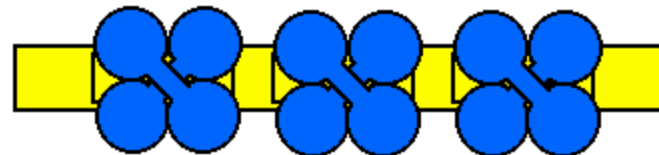
Early infection:
no ci, no cro



Maintenance of lysogeny:
ci predominates

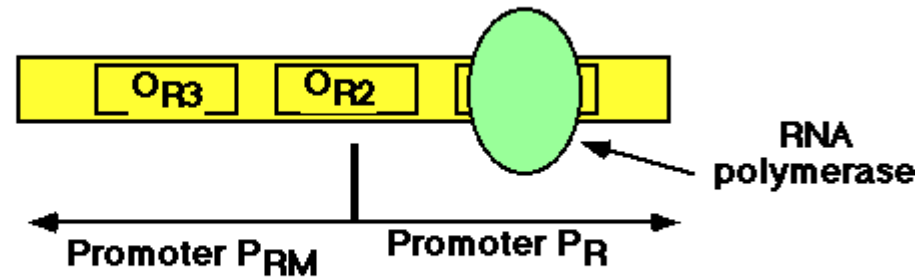


Excess ci

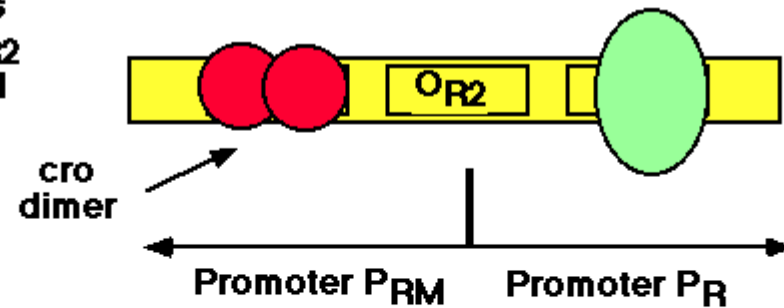


Cro Binding to Operators

Early infection:
no cI , no cro



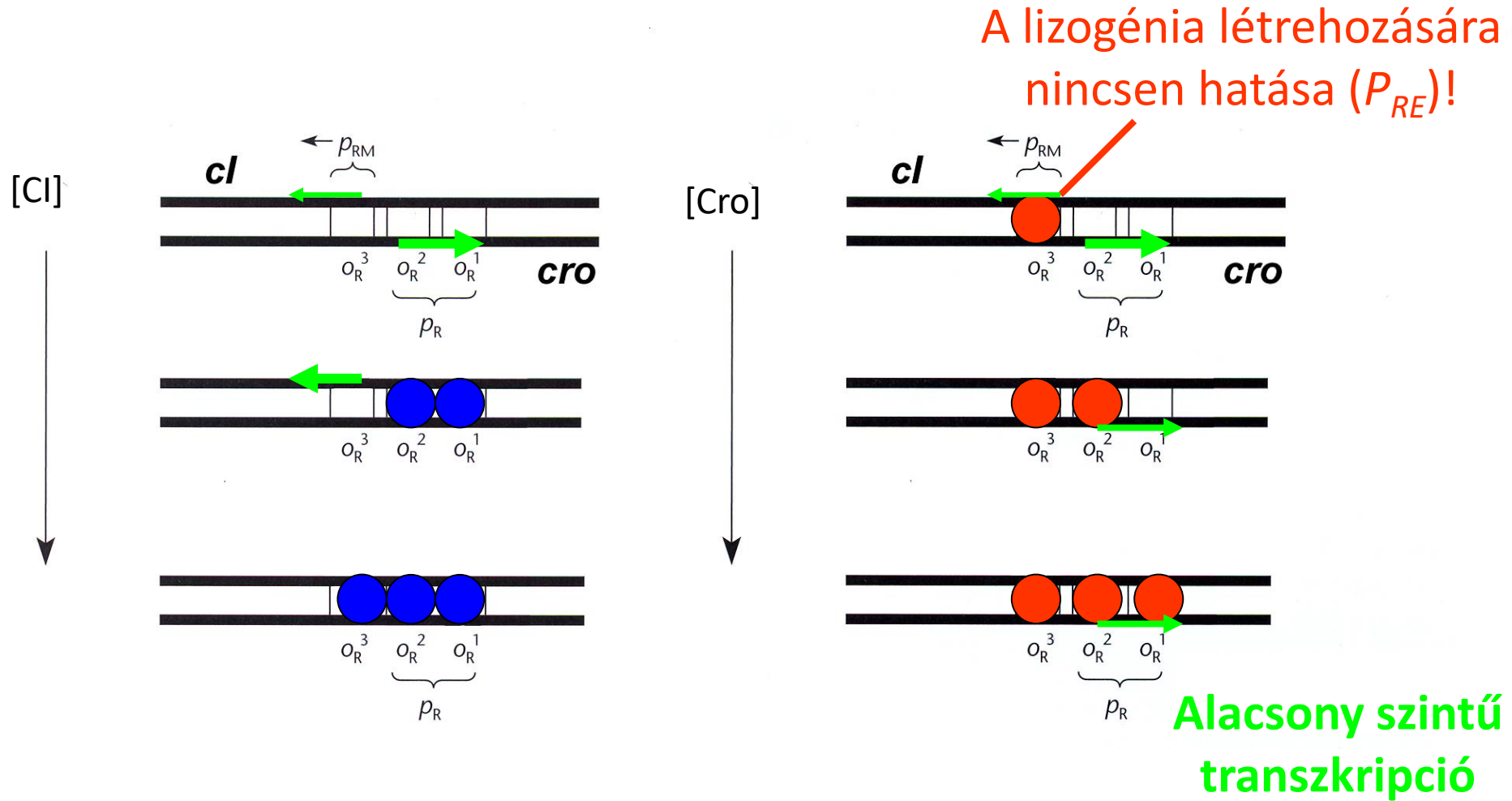
low concentration
of cI leaves
 O_{R1} and O_{R2}
unoccupied



Cro blocks its own
synthesis as well as
other early genes

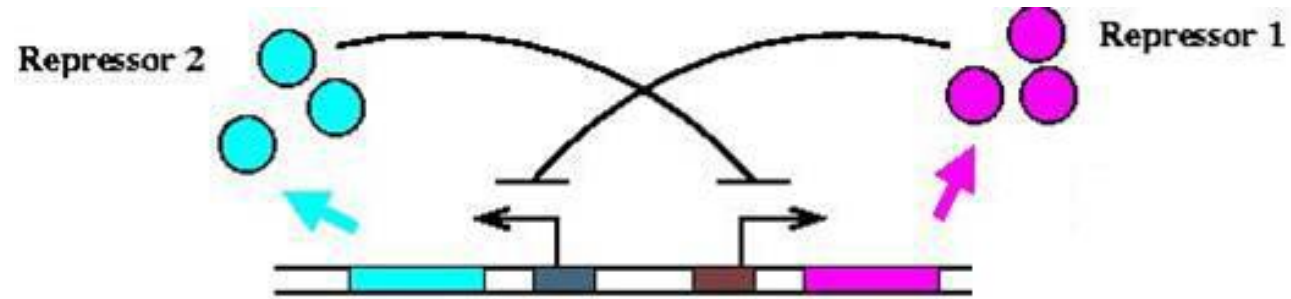


A λ fág genetikai kapcsolója



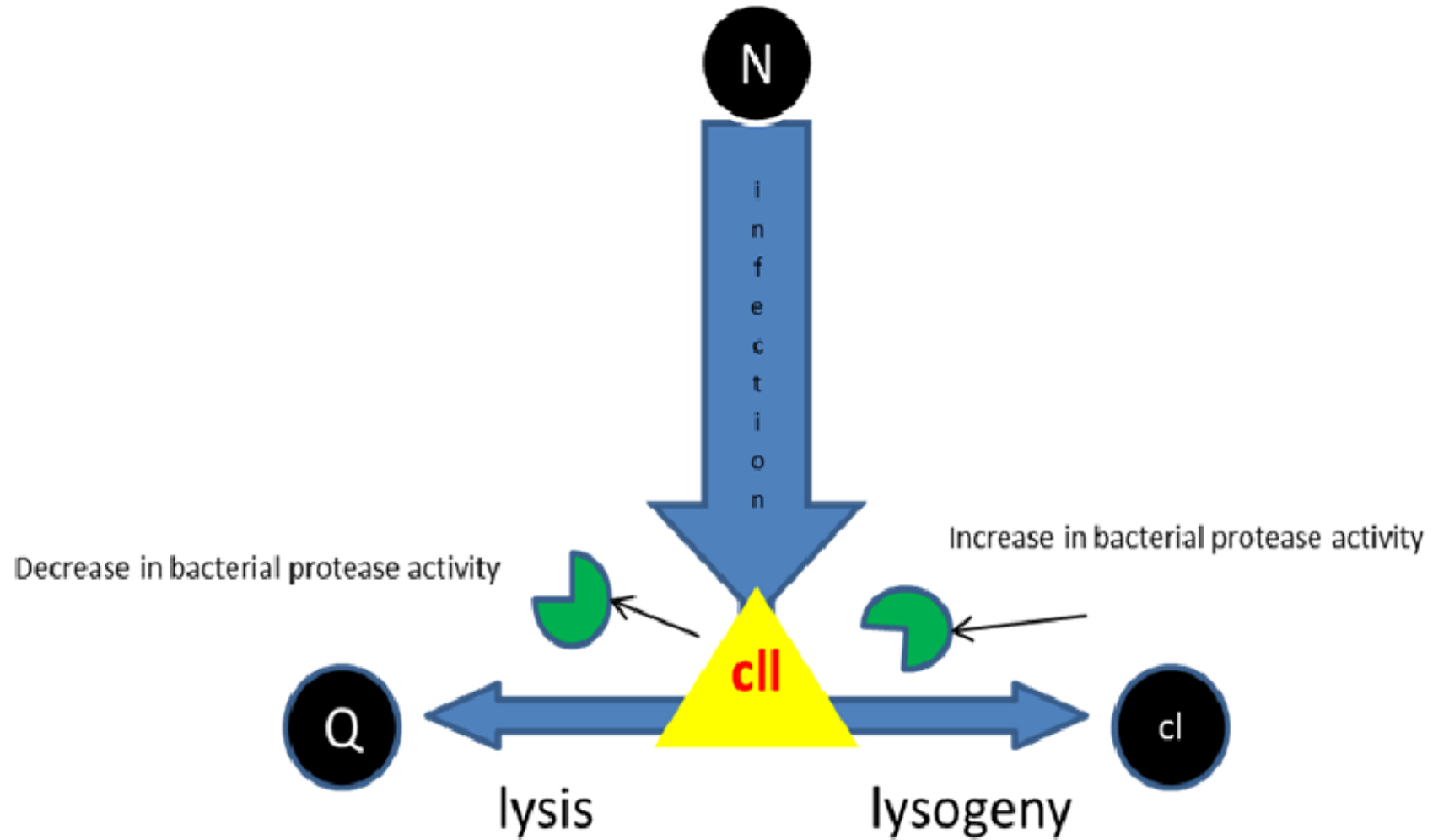
A λ fág esetében a spontán átkapcsolás átlagosan 1 000 000 000 generációnként egyszer történik

Genetikai kapcsoló



- Két stabil állapot (fejlődés során az **egyik útvonal** vagy a **másik útvonal**)
- A két állapot közötti átkapcsolás specifikus szignálok vagy random fluktuációk következménye lehet

Fontosabb környezeti hatások a LÍZIS - LIZOGÉNIA döntésre

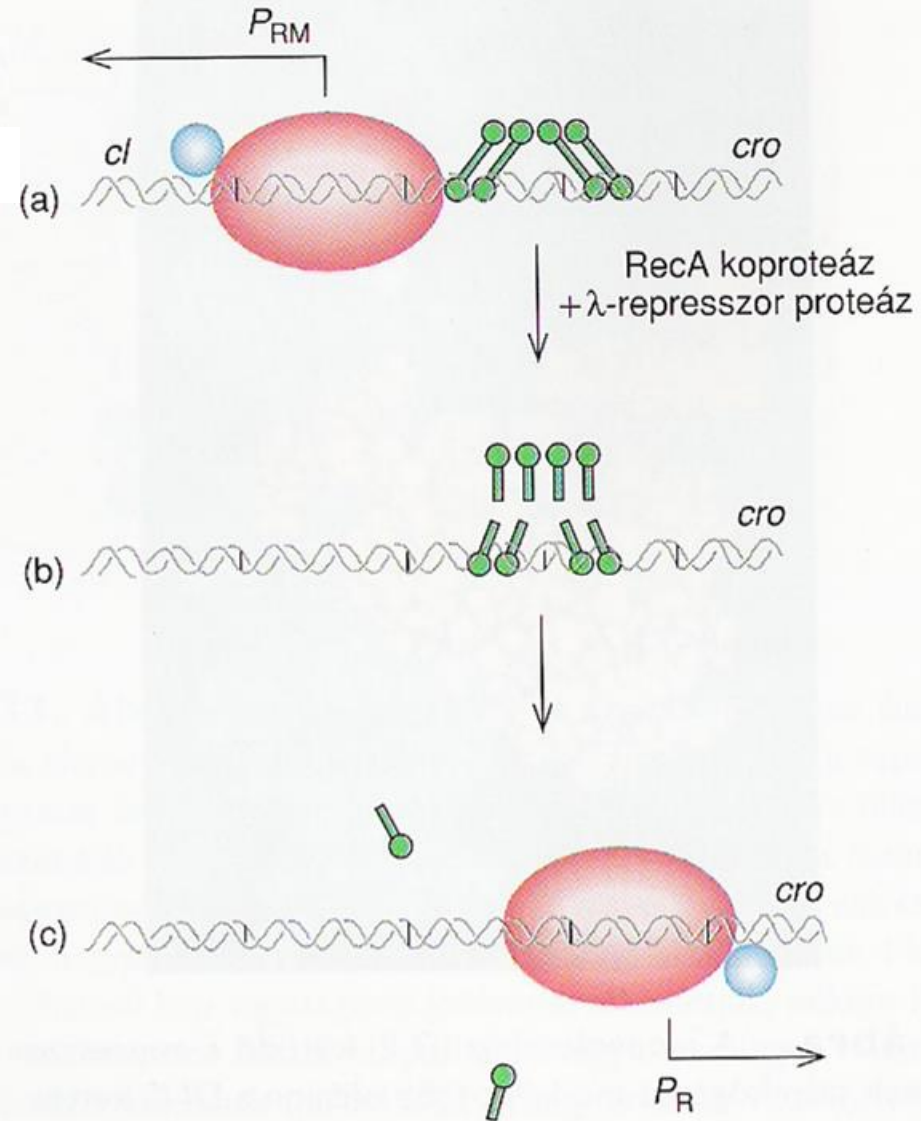


Az SOS válasz indukálja a profágot

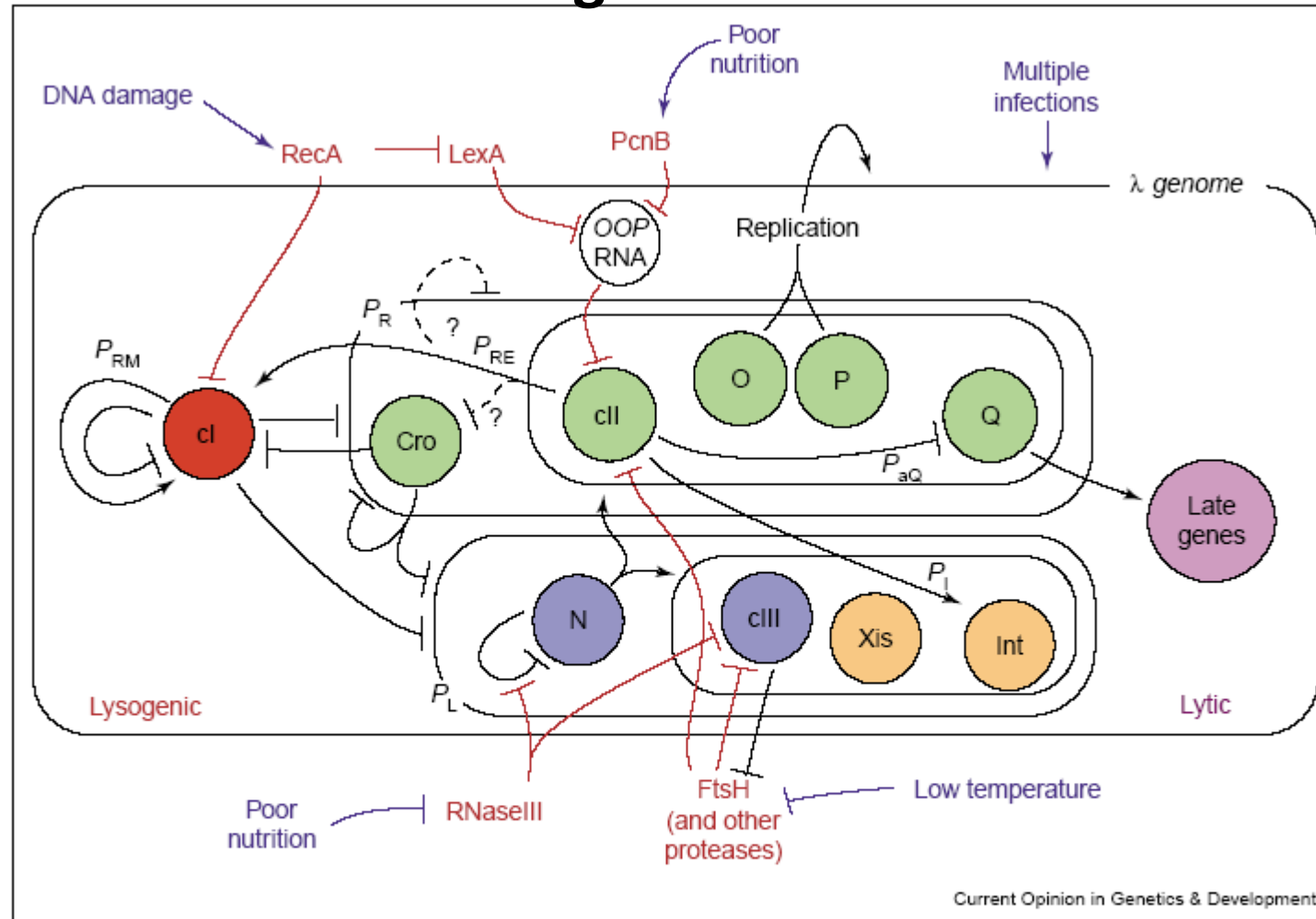
8.29. ábra. A lambda-profág indukciója. (a) Lizogénia. A represszor (zöld) kötődött az O_R -hez és az O_L -hez, a *cl* gén a P_{RM} promotertől kiindulva aktívan átíródik.

(b) A RecA kopro (UV-sugárzásra vagy más mutagén hatásra aktiválódik) kiváltja a represszor saját proteázaktivitását, így az önmagát hasítja el.

(c) A két részre hasadt represszor leválik az operátorról, így a polimeráz (piros és kék) kötődik a P_R promoterhez és átírhatja a *cro* gént. A lizogén állapot ezzel megszűnik.



A gazdasejt környezetének hatása a λ fág lízis – lizogénia döntésére



The λ regulatory network. λ gene products are circled; stimulatory or inhibitory interactions are indicated by arrows; boxes enclose co-regulated genes. Proteolysis of cII and its protection by $cIII$ are crucial in the lysis/lysogeny decision (see [39]) but it is not clear how this is affected by environmental variables. Multiple λ infections favour lysogeny, apparently by increasing cII and $cIII$ copy number against a constant background of these proteases. $RNaseIII$ inhibits $cIII$ translation and also cleaves the hybrid between the λ OOP antisense RNA and cII mRNA. OOP is destabilized by $PcnB$ -dependent polyadenylation in a growth-dependent manner [43**]. Neither transcriptional interference between P_{RE} and P_R nor possible antisense inhibition of Cro by P_{RE} RNA have been investigated further.