

Ryc. 2.17. Budowa ściany komórkowej prątków. A. Ogólny schemat. B. Budowa arabinogalaktanu. C. Budowa kwasów mikołowych. IM – błona cytoplazmatyczna; GlcNAc – *N*-acetyloglukozoamina; LAM – lipoarabinomannan; MurNAc – kwas *N*-acetylmuraminowy; LP – lipoproteina; PG – peptydoglikan

Kwasy mikołowe i inne lipidy są powodem trudności z barwieniem komórek mikobakterii barwnikami rozpuszczalnymi w wodzie. Do identyfikacji prątków wykorzystuje się barwienie złożone **metodą Ziehla–Neelsena** (ang. *acid-fast stain*). Stosuje się w nim **fuksynę karbolową** na gorąco, która wnika do komórek i wybarwia je na czerwono. Barwnik łączy się wią-

zaniem jonowymi z kwasami mikołowymi i nie zostaje usunięty w czasie odbarwiania preparatu mieszaniną kwasu z alkoholem. W przeciwieństwie do innych bakterii, prątki są odporne na odbarwienie, skąd określenie „prątki kwasooporne”. W celu uwidocznienia bakterii niekwasoopornych preparat dobarwia się barwnikiem kontrastowym, np. błękitem metylenowym. Prątki,

a także inne bakterie z podrzędu *Corynebacterineae*, są wybarwione na czerwono, a bakterie niekwasooporne na niebiesko. Metodę tę stosuje się i dziś. Można dzięki niej szybko wykryć prątki w takim materiale, jak np. plwocina, która zawiera dużą liczbę innych bakterii. Prątki nie barwią się dobrze metodą Grama (s. 38).

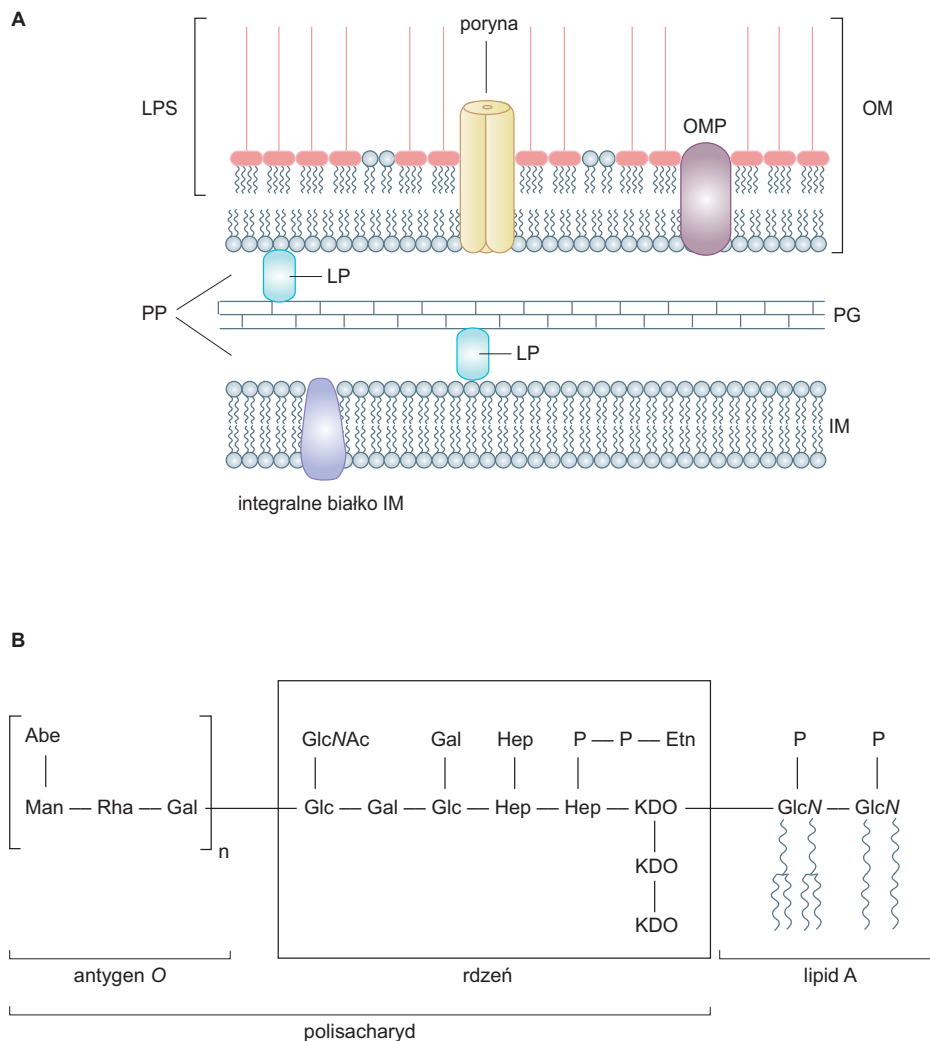
2.7.4. Ściana komórkowa bakterii gramujemnych

Typowe bakterie gramujemne – np. *E. coli* – należą do typu *Proteobacteria*. Ich ściana o grubości 20–30 nm zawiera ciekłą warstwę peptydoglikanu o niskim usieciowaniu (ryc. 2.18A). W peptydzie w trzeciej pozycji występuje często **kwasy diaminopimelinowy**. Mureina stanowi tylko około 10% ściany, w której występuje dodatkowa struktura, zwana błoną zewnętrzną.

Błona zewnętrzna

Błona zewnętrzna (OM, ang. *outer membrane*) pokrywająca PG jest asymetryczną dwuwarstwą lipidową o odmiennej strukturze niż błona komórkowa. Jest zbudowana z fosfolipidów, białek i **lipopolisacharydu** (LPS). Fosfolipidy tworzą wewnętrzną warstwę OM, natomiast LPS stanowi główny składnik warstwy zewnętrznej. Błona zewnętrzna jest zakotwiczona w peptydoglikanie poprzez **lipoproteinę Brauna** (zwaną też Lpp). Jest to niewielkie białko, które z jednej strony jest kowalencyjnie połączone z peptydem w PG, a z drugiej częścią lipidową łączy się z warstwą fosfolipidową błony zewnętrznej. Jest to najobficiej występujące białko w komórkach *E. coli*.

Lipopolisacharyd to glikolipid o skomplikowanej budowie występujący wyłącznie u bakterii gramujemnych (ryc. 2.18B). Składa się on z:



Ryc. 2.18. Ściana komórkowa bakterii gramujemnych z typu *Proteobacteria*. A. Schemat budowy. B. Budowa lipopolisacharydu (LPS) *Salmonella* sp. C – cytoplazma; IM – błona cytoplazmatyczna; LP – lipoproteina; OM – błona zewnętrzna; PG – peptydoglikan; PP – przestrzeń peryplazmatyczna; Abe – abekwoza; Etn – etanoloamina; Man – mannoza; Gal – galaktoza; Glc – glukoza; GlcN – N-acetyloglukozoamina; Hep – heptoza; KDO – kwas keto-3-deoksy-D-mannooktulozonowy; P – fosforan; Rha – ramnoza