

Pagal skaidomas maisto medžiagas fermentai skirstomi į tris grupes:

- **karbohidrāzės** – skaido angliavandenius (angl. *carbohydrates* – angliavandeniai);
- **lipāzės** – skaido riebalus (angl. *lipide* – riebalai, lipidai);
- **proteāzės** – skaido baltymus (angl. *proteine* – baltymai).

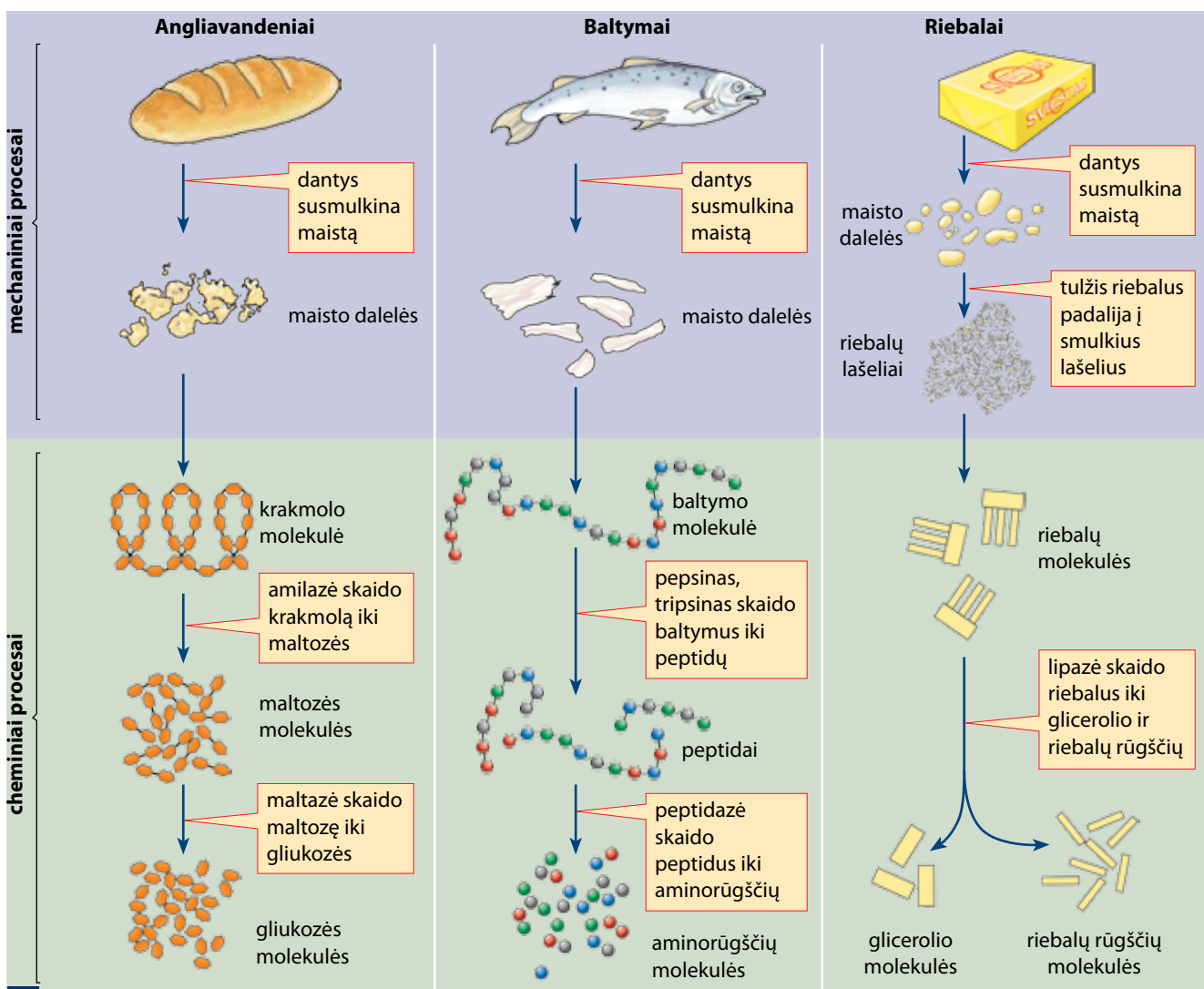
## Virškinimo fermentai

Daugelis fermentų veikia ląstelių viduje. Virškinimo fermentai yra kitokie. Juos gamina specialios liaukinės ląstelės ir išskiria į išorę. Tokių ląstelių gausu virškinimo liaukose, pavyzdžiui, kasoje. Fermentus išskiriančių liaukinių ląstelių taip pat yra burnos ir skrandžio gleivinėse.

Liaukinių ląstelių išskirti fermentai patenka į virškinimo traktą, sumaišomi su maistu ir ima jį skaidyti. Žmogaus virškinimo trakte veikia maždaug šimtas fermentų.

## Angliavandenių virškinimas

Angliavandenius skaido karbohidrazės. Prie šios grupės priskiriama **amilazė**, kuri nuo ilgų krakmolo molekulių „atkerpa“ iš dviejų žiedų sudarytas maltozės molekules. Amilazės yra seilėse ir kasos sultyse. Seilių amilazė pradeda skaidyti krakmolą iki maltozės, o šį darbą plonojoje žarnoje tęsia kasos amilazė. Paskui maltozę skaido **maltazė**, kurios yra plonosios žarnos epitelio ląstelių membranose. Maltazė „sukarpo“ maltozės molekules į sudedamąsias dalis – gliukozės molekules.



3 Maisto medžiagų skaidymas virškinimo trakte.

| Kas išskiria?             | Kur veikia?         | Fermentas                       | Substratas | Produktai                    |
|---------------------------|---------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|
| Seilių liaukos            | Burnos ertmėje      | Amilazė                         | Krakmolas  | Maltozė                      |
| Skrandžio gleivinė        | Skrandyje           | Pepsinas                        | Baltymai   | Peptidai                     |
| Kepenys                   | Plonojoje žarnoje   | Tulžies druskos (ne fermentas!) | Riebalai   | Riebalų lašeliai             |
| Kasa                      | Plonojoje žarnoje   | Amilazė                         | Krakmolas  | Maltozė                      |
|                           |                     | Tripsinas                       | Baltymai   | Peptidai                     |
|                           |                     | Lipazė                          | Riebalai   | Glicerolis, riebalų rūgštys* |
| Plonosios žarnos epitelis | Ląstelių membranose | Maltazė                         | Maltozė    | Gliukozė*                    |
|                           |                     | Sacharazė                       | Sacharozė  | Gliukozė, fruktozė*          |
|                           |                     | Peptidazė                       | Peptidai   | Aminorūgštys*                |

4 Virškinimo fermentų įvairovė.

\* – šios medžiagos gali būti įsiurbtos

## Baltymų virškinimas

Baltymus skaido proteazės. Prie šios grupės priskiriamas **pepsinas**, kurio išskiria liaukinės ląstelės skrandžio gleivinėje. Šis fermentas ilgas baltymų molekules „sukarpo“ į trumpesnes atkarpas – peptidus. Kasos sultyse yra kito baltymus skaidančio fermento – **tripsino**, kuris tęsia pepsino pradėtą darbą. Galiausiai plonosios žarnos epitelio ląstelių membranose esanti **peptidazė** peptidus suskaido į aminorūgščių molekules.

## Riebalų virškinimas

Tulžis veikia panašiai kaip indų ploviklis – riebalus padalija į smulkius lašelius. Šis procesas vadinamas **emulgavimu** ir yra labai svarbus virškinimui, nes padidina fermentų veikiamą riebalų paviršiaus plotą. Riebalus skaido kasos išskiriamas fermentas – **lipazė**. Ji riebalus „sukarpo“ į glicerolio ir riebalų rūgščių molekules.

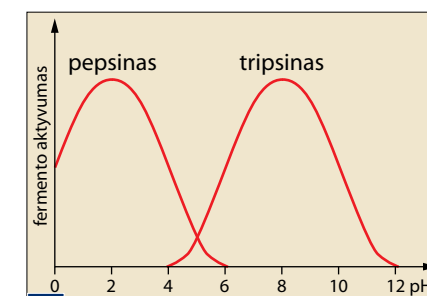
## Galutiniai virškinimo produktai

Kaip matai, maisto virškinimas vyksta keliais etapais. Kiekviename veikia vis kitas fermentas. Galiausiai didelės ir sudėtingos maisto medžiagų molekulės suskaidomos iki gliukozės (arba kitų monosacharidų), aminorūgščių, glicerolio ir riebalų rūgščių (3 pav.). Visos šios medžiagos yra tirpios, todėl gali prasiskverbti pro žarnų epitelio sienes.

## Aplinkos sąlygų įtaka fermentų veiklai

Tu jau žinai, kad fermentų veiklą lemia terpės temperatūra. Visame virškinimo trakte ji artima optimaliai (+37 °C), išskyrus tuos atvejus, kai į skrandį patenka šalto maisto. Tada turi praeiti kažkiek laiko, kol jis sušyla ir ima veikti fermentai.

Fermentų aktyvumą taip pat lemia terpės pH, tačiau vieni virškinimo fermentai geriau veikia rūgštinėje, kiti – šarminėje aplinkoje (5 pav.). Dėl to skirtingose virškinimo trakto dalyse organizmas palaiko nevienodą pH rodiklį. Pavyzdžiui, pepsinas optimaliai veikia stipriai rūgštinėje aplinkoje (pH ≈ 2). Tokią terpę jam skrandyje sukuria druskos rūgštį išskiriančios liaukinės ląstelės. Tripsinas optimaliai veikia silpnai šarminėje aplinkoje (pH ≈ 8). Tokią terpę plonojoje žarnoje sukuria tulžis, kuri neutralizuoja iš skrandžio atslinkusią rūgščių maisto tyrę.



5 Pepsino ir tripsino aktyvumo priklausymas nuo terpės pH.

## Užduotys

1. Kodėl suvalgytas maistas privalo būti suvirškintas?
2. Išnagrinėk 2 ir apžvelk cheminius bei mechaninius virškinimo procesus.
3. Kodėl ilgai kramtomas batonas tampa saldaus skonio?
4. Nurodyk skrandžio sulčių sudedamųjų dalių paskirtį.
5. Kokiomis savybėmis pasižymi tulžis? Kas ją išskiria ir kaupia?
6. Kuo ypatingos kasos sultys?
7. Kaip skirstomi virškinimo fermentai?
8. Naudokis 3 ir nurodyk, į kokias molekules virškinimo trakte suskaidomos maisto medžiagos. Įvardyk fermentus, kurie atlieka šį darbą.
9. Pagal 5 nurodyk optimalų pH pepsinui ir tripsinui.