KLASIFIKACE ENZYMŮ DO TŘÍD

1. OXIDOREDUKTASY: KATALYZUJÍ REDOXNÍ PROCESY V ORGANISMU (OXIDACI NEBO REDUKCI)

DĚLÍME JE NA → **TRANSHYDROGENASY** (DEHYDROGENASY)

REDOXNÍ DĚJE USKUTEČNUJÍ PŘENOSEM H (+H → HYDROGENACE (REDUKCE); −H → DEHYDROGENACE (OXIDACE))

→ POUŽÍVAJÍ KOENZYMY **I. NIKOTINAMIDOVÉ** (OBS VIT. PP)

NAD+ (NIKOTINAMID ADENIN DINUKLEOTID)
NADP+ (NIKOTINAMID ADENIN DINUKLEOTID FOSFOT)

→ JEJICH FCE SPOČÍVÁ V REVERZIBILNÍ VAZBĚ VODÍKU (KTERÝ JE BUĎ ODEBRÁN NEBO PŘEDÁN SUBSTRÁTU)

Př: $H_3C-CH_2-OH \xrightarrow{\text{OXIDACE SUB.}} H_3C-C(=O)-H$; $NAD^+ \rightarrow NADH+H^+$ (OXIDOVANÁ FORMA KOENZYMU → REDUKOVANÁ FORMA KOENZYMU)

ALKOHOL DEHYDROGENASA

SOUČASNĚ S OXIDACÍ SUBSTRÁTU PROBÍHÁ REDUKCE KOENZYMU

Př: LAKTÁT DEHYDROGENASA: $H_3C-CH(OH)-COO^- \xrightarrow{OX.S} H_3C-C(=O)-COO^-$; $NAD^+ \rightarrow NADH+H^+$

MALÁT DEHYDROGENASA: MALÁT → OXALOCETAT ; $NAD^+ \rightarrow NADH+H^+$

→ PRO REDOXNÍ DĚJE V ŽIVÝCH SOUSTAVÁCH JE VÝZNAMNÁ VRATNOST = OBOUSMĚRNOST (tzn. STEJNÝ ENZYM I STEJNÝ PŘEDVASEČ LZE POUŽÍT V OBOU SMĚRECH RCE)

II. FLAVINOVÉ KOENZYMY (JSOU V FORMĚ FLAVOPROTEINECH, „ŽLUTÉ ENZYMY") (→ OBSAHUJÍ B_2 – RIBOFLAVIN)

FMN (FLAVIN MONO NUKLEOTID)
FAD (FLAVIN ADENIN DI NUKLEOTID) [+ ATP]

→ JEJICH FCE JE OBDOBNÁ JAKO U NIKOTIN. KOEN.

Př: SUKCINÁT (tj. JANTAROVÁ) $\xrightarrow[FAD \rightarrow FADH_2]{OX.S.}$ FUMARÁT

→ ANALOGICKY SE REDUKUJE FMN $\xrightarrow{+2H}$ $FMNH_2$

B TRANSELEKTRONASY

→ REDOXNÍ DĚJE USKUTEČNUJÍ PŘENOSEM e^-

→ POUŽÍVAJÍ KOENZYMY – UBICHINON (KOENZYM Q)

→ VÁŽE Z 2H → $2H^+$ + $2e^-$ A ULOŽENÉ $2e^-$ PŘEDÁVÁ SYSTÉMU CYTOCHROMŮ V DÝCH. ŘETĚZU

– HEMINY (OBSH. PORFIN. KRUH)

→ PROSTETICKÁ SKUPINA CYTOCHROMŮ OBSAHUJÍ PORFIRINOVÝ CYKLUS Fe

→ PODSTATA: $Fe^{2+} \underset{+e^-}{\overset{-e^-}{\rightleftarrows}} Fe^{3+}$ (OX. / RED.)

2. TRANSFERASY – KATALYZUJÍ PŘENOS CELÝCH SKUPIN Z JEDNOHO SUBSTRÁTU NA DRUHÝ

A PŘENOS FOSFÁTU

→ KINASY (TRANSFOSFORYLASY) – ENZYMY VYUŽÍVAJÍ KOENZYM ATP (NEBO GTP, CTP, UTP)

ATP + S → ADP + S–P

Př: glukosa $\xrightarrow{ATP \rightarrow ADP}$ glukosa-6-(P) (e glukokinasa)

B PŘENOS ACYLU (ACYL ≙ R–C(=O))

→ KOENZYM A (CoA) → OBSAHUJE VIT. B_5 (KYS. PANTOTENOVÁ)

HS-CoA (OBSAHUJE KONCOVOU (–SH) SKUPINU (THIOLOVÁ) NA NÍŽ SE MAKROERG. VAZBOU VÁŽE ACYL)

Př: R-COOH + HS-CoA → R–C(=O)–S–CoA (AKTIVNÍ KARB. KYS.) VÝZNAM V METAB. DRAHY

C PŘENOS AMINOSKUPINY (–NH_2) Z AMK → OXOKYSELIN

→ ENZYMY TRANSAMINASY (KOENZYM PYRIDOXAL FOSFÁT) OBS VIT B_6 – PYRIDOXIN

Př: ALANIN + 2-OXOGLUTARÁT $\xrightarrow{PLP}$ (PLAMIN TRANSAMINASA) GLUTAMÁT + PYRUVÁT

3. HYDROLASY – KATALYZUJÍ HYDROLYTICKÉ ŠTĚPENÍ SLOŽITĚJŠÍCH LÁTEK NA LÁTKY JEDNODUŠŠÍ (ZA ÚČASTI H_2O)

→ KE SVÉ ČINNOSTI NEPOTŘEBUJÍ KOENZYMY, ALE RŮZNÉ KOVOVÉ IONY.

→ PATŘÍ SEM ŘADA ENZYMY TRAVICÍHO TRAKTU

Př: **PROTEASY** – ŠTĚPÍ BÍLKOVINY (PEPTIDY) NA AMK V MÍSTĚ PEPTIDICKÉ VAZBY (PEPSIN, TRYPSIN)

GLYKOSIDÁSY – ŠTĚPÍ SLOŽITÉ CUKRY NA JEDNODUCHÉ (ŠTĚPÍ GLYKOSIDICKÉ VAZBY) (MALTÁSA, LACTÁSA, LAKTÁSA ↓ AMYLÁSA = PTYALIN)

LIPASY – ŠTĚPÍ TUKY (TRIACYLGLYCEROLY) < GLYCEROL, ↑ MK (ŠTĚPÍ ESTER. VAZBY)

FOSFATÁSY – ŠTĚPÍ ESTERY H_3PO_4

AMIDÁSY – (UREASA) $(NH_2)_2C=O \xrightarrow[+H_2O]{\text{UREASA}} 2NH_3 + CO_2$

4. LYÁSY – KATALYZUJÍ ŠTĚPENÍ SLOŽITĚJŠÍCH LÁTEK NA JEDNODUŠŠÍ BEZ ÚČASTI H_2O (NEHYDROLYTICKÉ ŠTĚPENÍ!)

→ POUŽÍVAJÍ KOENZYMY PŘENÁŠEJÍCÍ F-ČNÍ SKUPINY

Př: DEKARBOXYLACE → e DEKARBOXYLASY (KOENZYM PLP)

5. IZOMERASY – KAT. VZÁJEMNÝ PŘEVĚD JEDNOTLIVÝCH IZOMERŮ

PATŘÍ SEM I TZV. MUTÁSY (MOHOU PŘENÁŠET SKUPINY Z JEDNOHO C NA JINÝ V RÁMCI JEDNÉ MOLEKULY)

→ NEPOTŘEBUJÍ KOENZYMY

Př: GLUKOSA-6-(P) → FRUKTOSA-6-(P) (ROBINSONŮV ES. e GLUKOSA FOSFÁT IZOMERASA)

Př: 3-FOSFOGLYCERALDEHYD → FOSFODIHYDROXYACETON (e TRIOSAFOSFÁT IZOMERASA)

Př: GLUKOSA-1-(P) → GLUKOSA-6-(P) (e FOSFOGLUKOMUTASA)

6. LIGÁSY (SYNTETÁSY)

KAT. SPOJENÍ 2 MOLEKUL ZA SOUČASNÉ SPOTŘEBY ATP

KLASIFIKACE ENZYMŮ DO TŘÍD

1. OXIDOREDUKTASY: KATALYZUJÍ REDOXNÍ PROCESY V ORGANISMU (OXIDACI NEBO REDUKCI)

DĚLÍME JE NA → **TRANSHYDROGENASY** (DEHYDROGENASY)

REDOXNÍ DĚJE USKUTEČNUJÍ PŘENOSEM H
- (+H → HYDROGENACE (REDUKCE))
- (−H → DEHYDROGENACE (OXIDACE))

→ POUŽÍVAJÍ KOENZYMY **I NIKOTINAMIDOVÉ** (OBS VIT. PP)

NAD^+, $NADP^+$ (NIKOTINAMID ADENIN DINUKLEOTID) (NIKOTINAMID ADENIN DINUKLEOTID FOSFOT)

→ JEJICH FCE SPOČÍVÁ V REVERZIBILNÍ VAZBĚ VODÍKU (KTERÝ JE BUĎ ODEBRÁN NEBO PŘEDÁN SUBSTRÁTU)

Př: $H_3C-CH_2-OH \xrightarrow{\text{OXIDACE SUB.}} H_3C-C(=O)-H$; NAD^+ (OXIDOVANÁ FORMA KOENZYMU) → $NADH+H^+$ (RED. FORMA KOENZYMU)

ALKOHOL DEHYDROGENASA

SOUČASNĚ S OXIDACÍ SUBSTRÁTU PROBÍHÁ REDUKCE KOENZYMU

Př: $H_3C-CH(OH)-COO^- \xrightarrow{OX.S} H_3C-C(=O)-COO^-$; NAD^+ → $NADH+H^+$

LAKTÁT DEHYDROGENASA

MALÁT DEHYDROGENASA: MALÁT → OXALOCETAT ; NAD+ → NADH+H+

→ PRO REDOXNÍ DĚJE V ŽIVÝCH SOUSTAVÁCH JE VÝZNAMNÁ VRATNOST = OBOUSMĚRNOST (tzn. STEJNÝ ENZYM I STEJNÝ PŘEVODNÍK LZE POUŽÍT V OBOU SMĚRECH RCE)

II FLAVINOVÉ KOENZYMY (JSOU V FORMĚ FLAVOPROTEINECH, „ŽLUTÉ ENZYMY") (→ OBSAHUJÍ B_2 – RIBOFLAVIN)

FMN (FLAVIN MONONUKLEOTID), FAD (FLAVIN ADENIN DINUKLEOTID) [tj. FMN^+ ; AMP]

→ JEJICH FCE JE OBDOBNÁ JAKO U NIKOTIN. KOEN.

Př: KYSELINA JANTAROVÁ (SUKCINÁT) $\xrightarrow[FADH_2]{FAD}$ FUMARÁT (OX. S.)

→ ANALOGICKY SE REDUKUJE FMN $\xrightarrow{+2H}$ $FMNH_2$

B TRANSELEKTRONASY

→ REDOXNÍ DĚJE USKUTEČNUJÍ PŘENOSEM e^-

→ POUŽÍVAJÍ KOENZYMY – UBICHINON (KOENZYM Q)

→ VÁŽE Z 2H → $2H^+$ + $2e^-$ A ULOŽENÉ $2e^-$ PŘEDÁVÁ SYSTÉMU CYTOCHROMŮ V DÝCH. ŘETĚZU

– HEMINY (OBSH. DÝCH. BARVIVA CYTOCHROMY)

→ PROSTETICKÁ SKUPINA OBSAHUJÍ PORFIRINOVÝ CYKLUS Fe

→ PODSTATA: $Fe^{2+} \underset{+e^-}{\overset{-e^-}{\rightleftarrows}} Fe^{3+}$ (OX. ; RED.)

2. TRANSFERASY – KATALYZUJÍ PŘENOS CELÝCH SKUPIN Z JEDNOHO SUBSTRÁTU NA DRUHÝ

A PŘENOS FOSFÁTU

→ KINASY (TRANSFOSFORYLASY) – ENZYMY VYUŽÍVAJÍ KOENZYM ATP (NEBO GTP, CTP, UTP)

ATP + S → ADP + S–P

Př: glukoza $\xrightarrow[ADP]{ATP}$ glukoza-6-(P) (e glukokinasa)

B PŘENOS ACYLU (ACYL ≙ R–C(=O)–)

→ KOENZYM A (CoA) → OBSAHUJE VIT. B_5 (KYS. PANTOTENOVÁ)

HS-CoA (OBSAHUJE KONCOVOU (–SH) SKUPINU (THIOLOVÁ) NA NÍŽ SE MAKROERG. VAZBOU VÁŽE ACYLY)

Př: R-COOH + HS-CoA → R–C(=O)–S–CoA (AKTIVNÍ KARB. KYS.) VÝZNAM V METAB. DĚJÍCH

C PŘENOS AMINOSKUPINY (–NH_2) Z AMK → OXOKYSELIN

→ ENZYMY TRANSAMINASY (KOENZYM PYRIDOXAL FOSFÁT) OBS VIT B_6 – PYRIDOXIN

Př: ALANIN + 2-OXOGLUTARÁT $\xrightarrow{PLP}$ (PLATÍ PRO TERMS ANALOGY) GLUTAMÁT + PYRUVÁT

3. HYDROLASY – KATALYZUJÍ HYDROLYTICKÉ ŠTĚPENÍ SLOŽITĚJŠÍCH LÁTEK NA LÁTKY JEDNODUŠŠÍ (ZA ÚČASTI H_2O)

→ KE SVÉ ČINNOSTI NEPOTŘEBUJÍ KOENZYMY, ALE RŮZNÉ KOVOVÉ IONY.

→ PATŘÍ SEM ŘADA ENZYMY TRAVICÍHO TRAKTU

Př: **PROTEASY** – ŠTĚPÍ BÍLKOVINY (PEPTIDY) NA AMK V MÍSTĚ PEPTIDICKÉ VAZBY (PEPSIN, TRYPSIN)

GLYKOSIDASY – ŠTĚPÍ SLOŽITÉ CUKRY NA JEDNODUCHÉ (ŠTĚPÍ GLYKOSIDICKÉ VAZBY) (MALTASA, LACHARASA, LAKTASA, α-AMYLASA = PTYALIN)

LIPASY – ŠTĚPÍ TUKY (TRIACYLGLYCEROLY) < GLYCEROL, MK (ŠTĚPÍ ESTER VAZBY)

FOSFATÁSY – ŠTĚPÍ ESTERY H_3PO_4

AMIDASY – (UREASA) $(NH_2)_2C=O \xrightarrow[+H_2O]{\text{UREASA}} 2NH_3 + CO_2$

4. LYASY – KATALYZUJÍ ŠTĚPENÍ SLOŽITĚJŠÍCH LÁTEK NA JEDNODUŠŠÍ BEZ ÚČASTI H_2O (HEMIDROLYTICKÉ ŠTĚPENÍ!)

→ POUŽÍVAJÍ KOENZYMY PŘENÁŠEJÍCÍ F-ČNÍ SKUPINY

Př: DEKARBOXYLACE → e DEKARBOXYLASA (KOENZYM PLP)

5. IZOMERASY – KAT. VZÁJEMNÝ PŘEVĚD JEDNOTLIVÝCH IZOMERŮ

PATŘÍ SEM I TZV. MUTÁZY (MOHOU PŘENÁŠET ATOMY NEBO SKUPINY Z JEDNOHO C NA JINÝ V RÁMCI JEDNÉ MOLEKULY)

→ NEPOTŘEBUJÍ KOENZYMY

Př: GLUKOSA-6-(P) → FRUKTOSA-6-(P) (ROBINSONŮV ES. e GLUKOSA-FOSFÁT IZOMERASA)

Př: 3-FOSFOGLYCERALDEHYD → FOSFODIHYDROXYACETON (e TRIOSAFOSFÁT IZOMERASA)

Př: GLUKOSA-1-(P) → GLUKOSA-6-(P) (e FOSFOGLUKOMUTASA)

6. LIGÁZY: (SYNTETÁZY)

KAT. SPOJENÍ 2 MOLEKUL ZA SOUČASNÉ ŠTĚPENÍ ATP