

6. A TALAJ KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

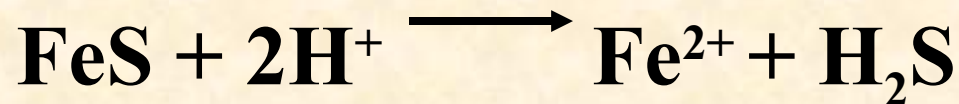
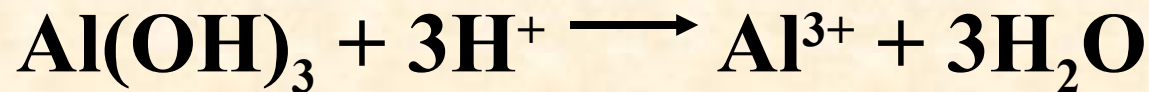
Dr. Varga Csaba

Oldódási és kicsapódási reakciók a talajban

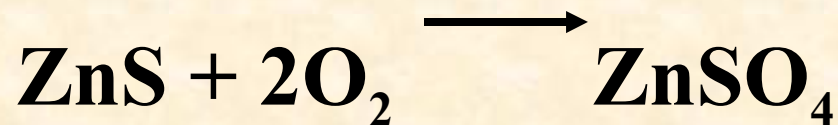
Fizikai oldódás (bepárlás után a teljes mennyiség visszanyerhető)



Kémiai oldódás

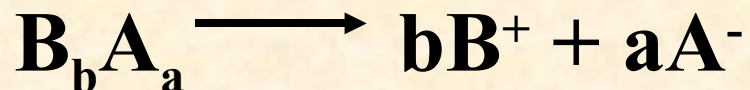


Elektrokémiai oldódás



Oldhatóság, oldhatósági szorzat

Egy B_bA_a összetételű só vizes oldata disszociál:



Telített oldat

$$[B]^{+b} \cdot [A]^{-a} = K_{sp}$$

(oldhatósági sorozat)

Kifejezése: mol/liter vagy g/liter

Igen jól oldódnak: Na- és K sók, a Ca- és Mg kloridok, a $MgSO_4$, az $AlCl_3$, $FeCl_3$

Rosszul oldódó sók: a $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ és a $CaCO_3$

Oldhatatlan sók: $Fe(OH)_3$, $FeCO_3$, $AlPO_4 \cdot 2H_2O$,

FeS

Néhány jól oldódó só oldhatósága 20 °C-on

Vegyület	Oldhatóság g/l
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	745,0
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	545,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	355,0
NaCl	360,0
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	215,0
NaHCO_3	96,0
KCl	340,0
$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1105,0
$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	456,0
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	346,0

A rosszul és igen rosszul oldódó fontosabb vegyületek oldhatósági szorzata 25 °C-on

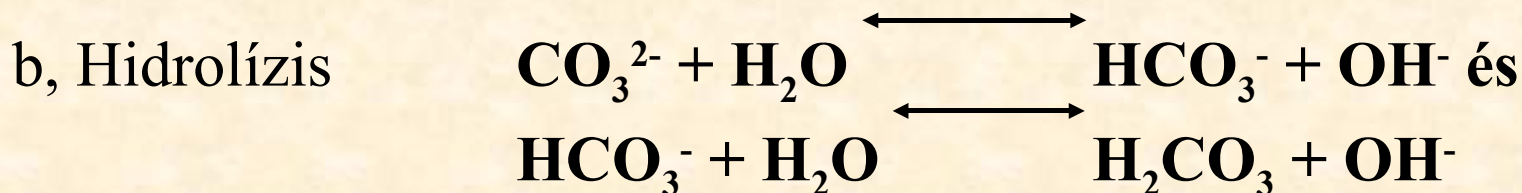
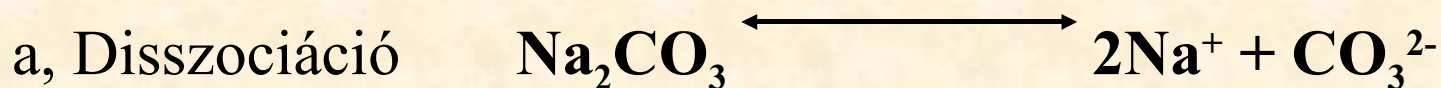
Vegyület		Oldhatósági szorzat, K_{sp}
neve	képlet	
Gipsz	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Kalcit	CaCO_3	$5,2 \cdot 10^{-9}$
Magnezit	MgCO_3	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Mg-hidroxid	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1,2 \cdot 10^{-11}$
Amorf- $\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	$3,8 \cdot 10^{-38}$
Amorf- $\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	$4,5 \cdot 10^{-33}$
Dikálciumfoszfát	CaHPO_4	$2,2 \cdot 10^{-7}$
Trikálciumfoszfát	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$1,0 \cdot 10^{-26}$
Variscit	$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$3,2 \cdot 10^{-31}$

Hidrolízis

- gyenge savak erős bázissal alkotott sói (Na_2CO_3 , Na-acetát)
- gyenge bázisból és erős savból képződött sók (NH_4Cl)
- gyenge savnak gyenge bázissal alkotott sói (ammóniumacetát)

Erős savak erős bázisokkal alkotott sói nem disszociálnak (oldataik semleges kémhatású NaCl , KCl)

Na_2CO_3 oldódásakor a következő folyamatok játszódnak le:



A talajok oldható sótartalma

$$\text{só\%} = \text{EC}_e \cdot \frac{\text{SP}}{1000} \cdot 0,797$$

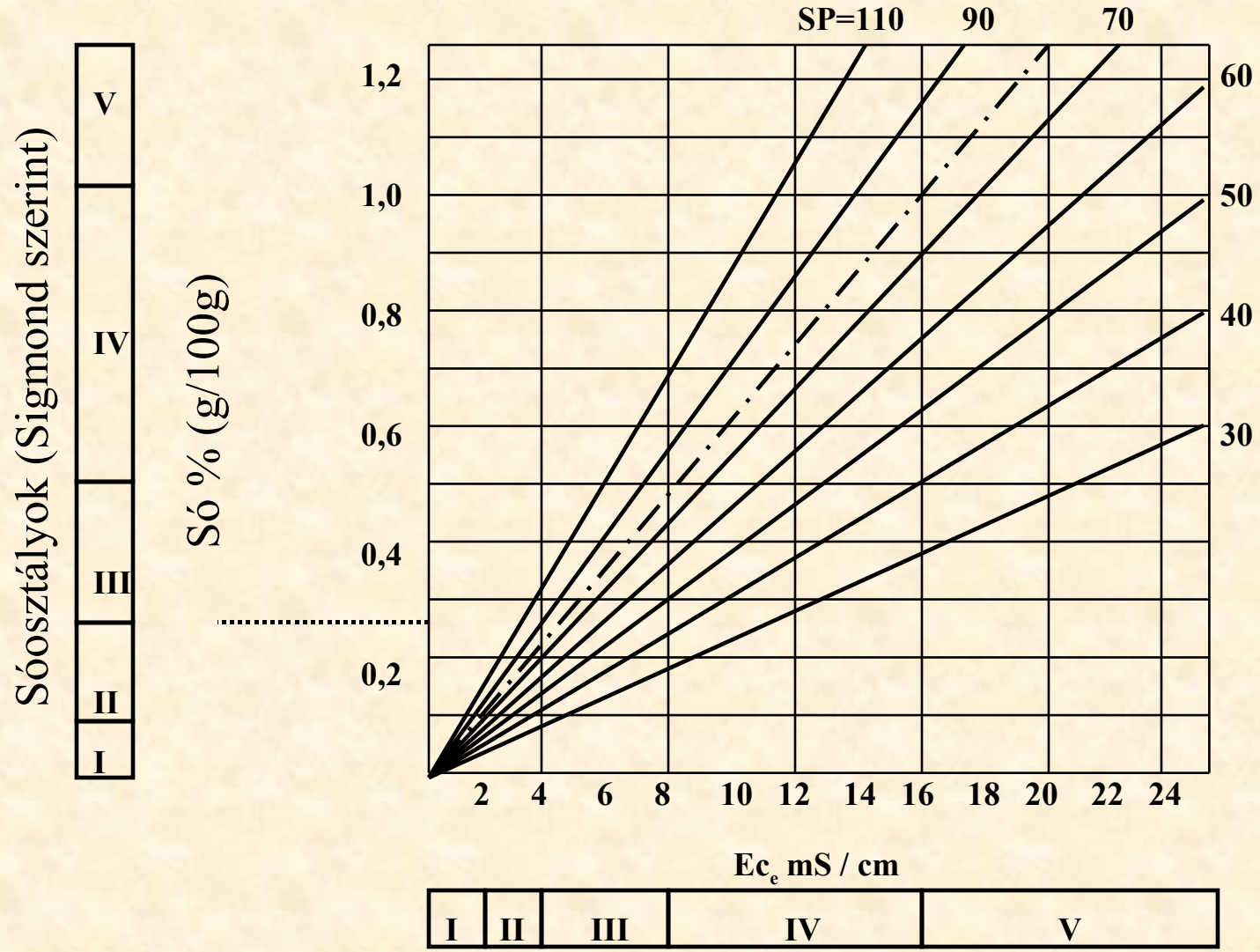
EC: elektromos vezetőképesség

SP: a telítési paszta víztartalma

A talaj sótartalom szerinti kategorizálása és a növények fejlődése

A telítési kivonat vezetőképessége, mS/cm (Sótartalom %)	A talaj sótartalom szerinti csoportosítása	Hatása a növények fejlődésére
< 2 (< 0,1 %)	nem sós	a mezőgazdasági növények fejlődését nem gátolja
2 – 4 (≈ 0,1 - 0,25 %)	gyengén sós	néhány nagyon sóérzékeny növény fejlődése gyenge
4 – 8 (≈ 0,25 – 0,5 %)	közepesen sós	a legtöbb termesztett növény termése csökken, csupán a sótűrő növények fejlődése zavartalan
8 – 16 (≈ 0,5 – 1,0 %)	sós	csak a sótűrő növények fejlődnek megfelelően
> 16 (> 1,0 %)	igen sós	csak néhány nagyon sótűrő növény él meg

A talaj sótartalma (só%) és a telítési kivonat elektromos vezetőképessége (EC_e) közötti összefüggés



A kolloidok

- Anyagi rendszerek, valódi oldat - kolloid rendszer - durva diszperz rendszer
- A kolloid rendszer fogalma, jellemzői: fajlagos felület, felület és tömeg aránya
- Homogén és heterogén kolloidrendszerek
- Mérettartomány: 1-500 nm, talajnál egy dimenzióban 2μ a felső határ
- Fajlagos felület: egységnyi térfogatú, vagy tömegű anyag felülete (a víz által hozzáférhető összes helyet jelenti)
- Értéke a talajban néhány m^2/g – $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ között változik

Kolloid rendszerek csoportosítása

- **Alak szerint:**

lamellás – vékony lemez – montmorillonit, kaolinit
fibrilláris – fonál – humuszkolloid,
korpuszkuláris – gömb, vagy kocka alakú – kvarc, földpát

- **Halmazállapot szerint :**

szilárd,
folyékony,
gáz

- **Felületi sajátosságok szerint:**

poláros – apoláros,
liofil – liofób,
hidrofil - hidrofób,
elektronegatív (acidoid) – elektropozitív (bazoid)

Talajkolloidok

- **Ásványi**
 - agyagásványok
 - Fe-, Al-hidroxidok
 - kovasavgél
 - kvarcpor, csillámpor
- **Szerves**
 - humusz
 - poliszacharidok
 - fehérjék
- **Szerves - ásványi**

A kolloidok fajlagos felülete (cm^2/g , cm^2/cm^3)

A talajkolloidok közül:

- a humuszkolloidok fajlagos felülete 800-1000 m^2/g mely túlnyomóan belső felület,
- a montmorillonit és a vermikulit 600-800 m^2/g , s ennek 80-90%-a a részecskék belső felületéből adódik,
- az illit viszont csak mintegy 50-200 m^2/g ,
- a kaolinit fajlagos felülete a legkisebb, mely a szemcsemérettől függően 1-10 m^2/g

A talaj fajlagos felülete: néhány m^2/g és $500\text{m}^2/\text{g}$ között változik

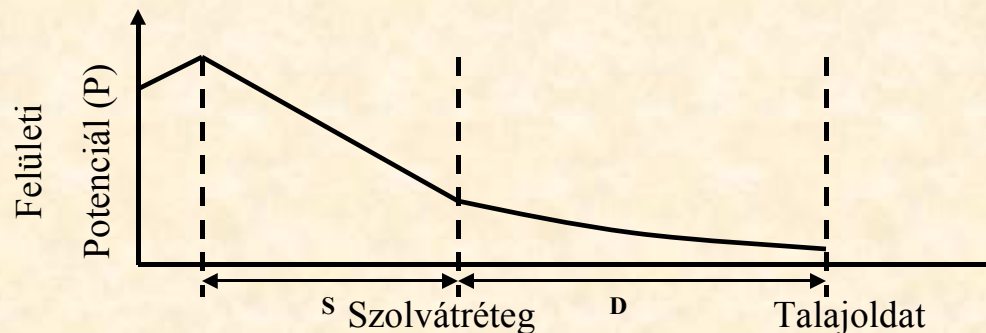
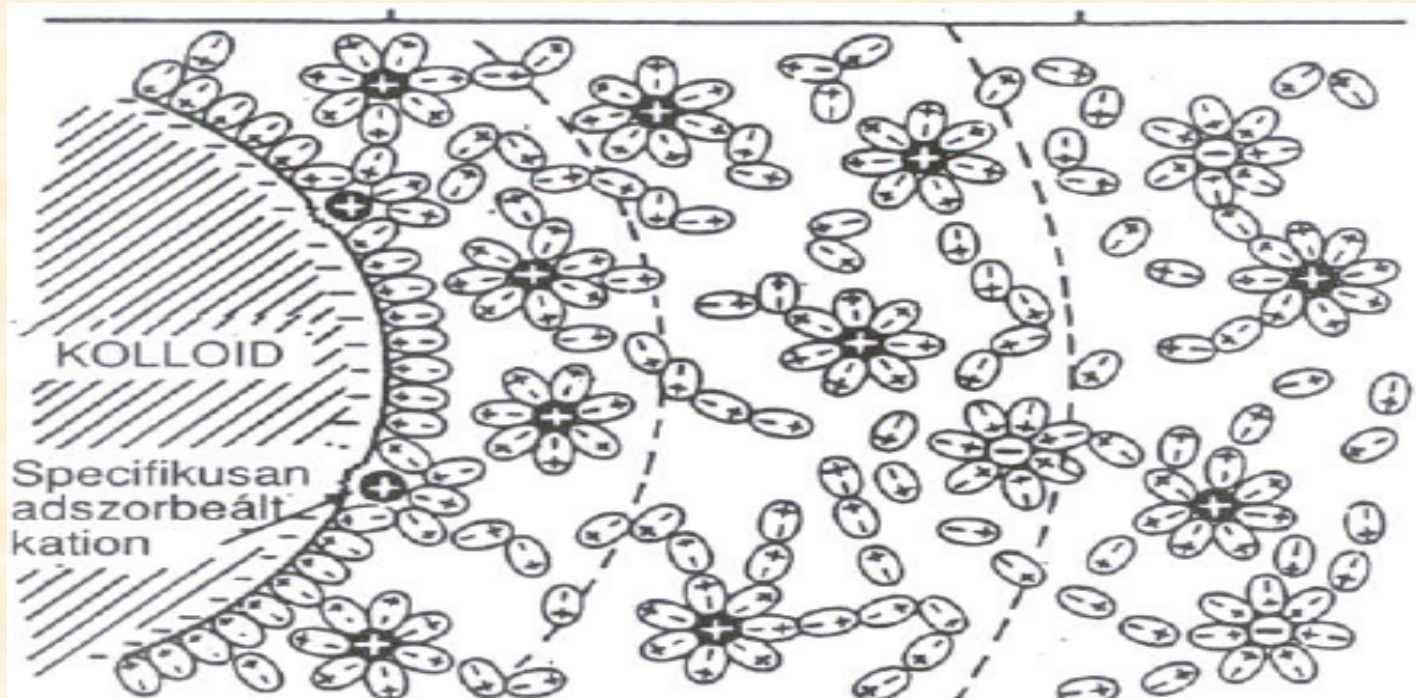
Ioneloszlás a kolloidok szolvát rétegében

(S=Stern-réteg, D=diffúz réteg)

Szilárd fázis

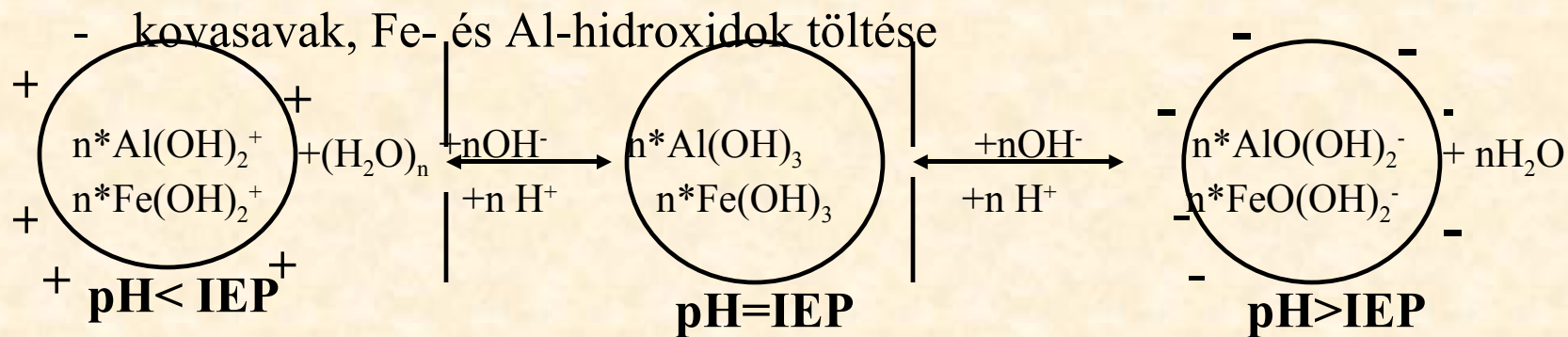
Szolvát réteg

Talajoldat

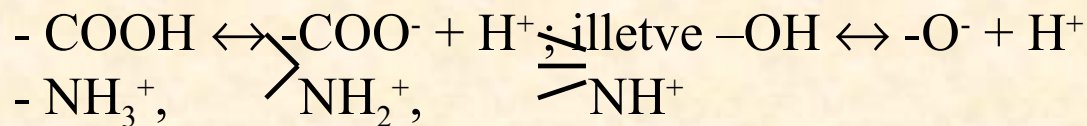


Töltések kialakulása és a töltések csoportosítása

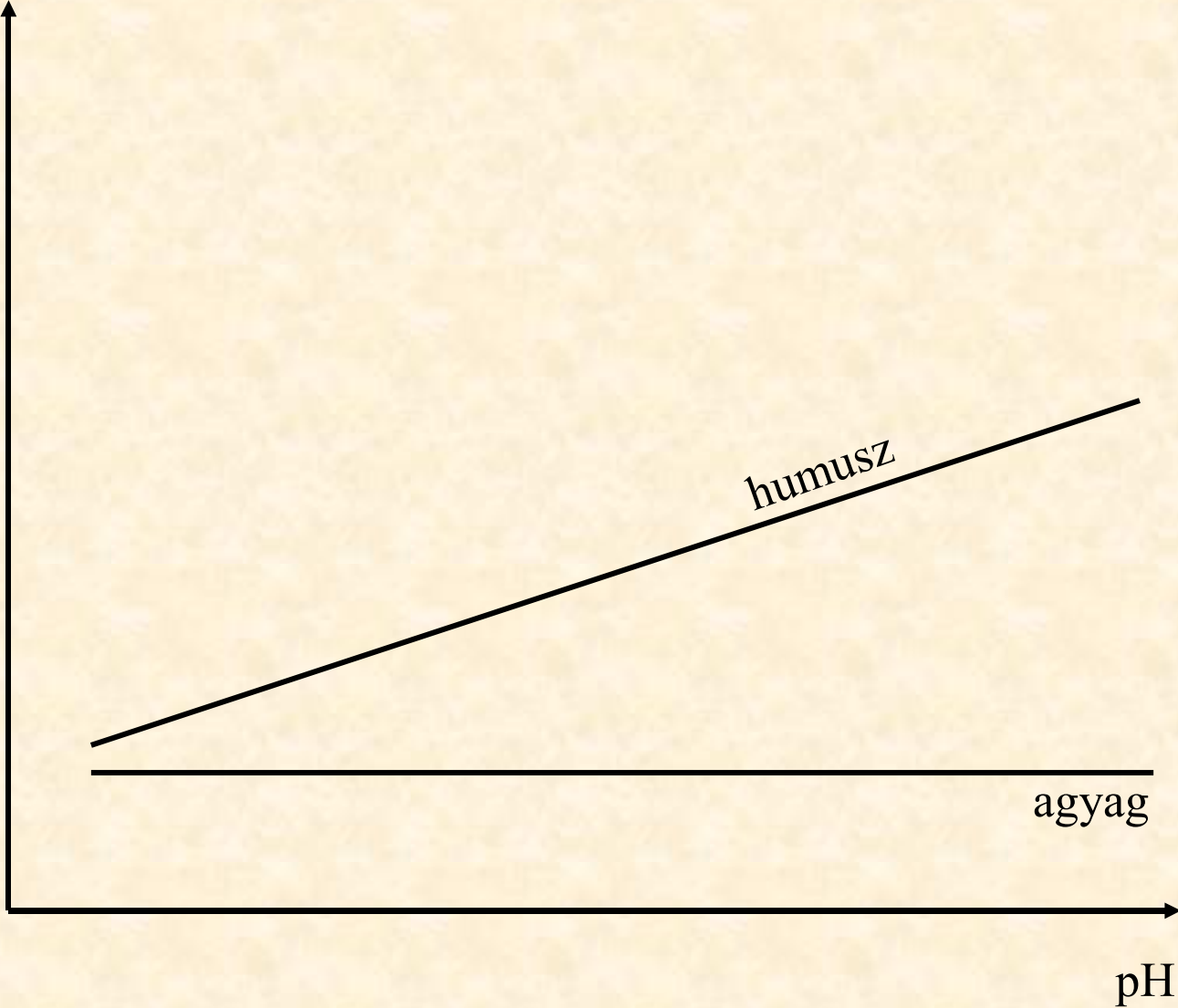
- Állandó (permanens) töltések
 - agyagásványok – izomorf helyettesítés
- Változó (pH – függő) töltések
 - agyagásványoknál
 - gyengén savanyú vagy gyengén lúgos közegben:
(pH ≥ 5,5) $-AlOH \leftrightarrow AlO^- + H^+$
 - savanyú kémhatásnál:
(pH ≤ 5,5) $-AlOH + H^+ \leftrightarrow AlOH_2^+$



- humuszkolloidok



T [mgee/100g]



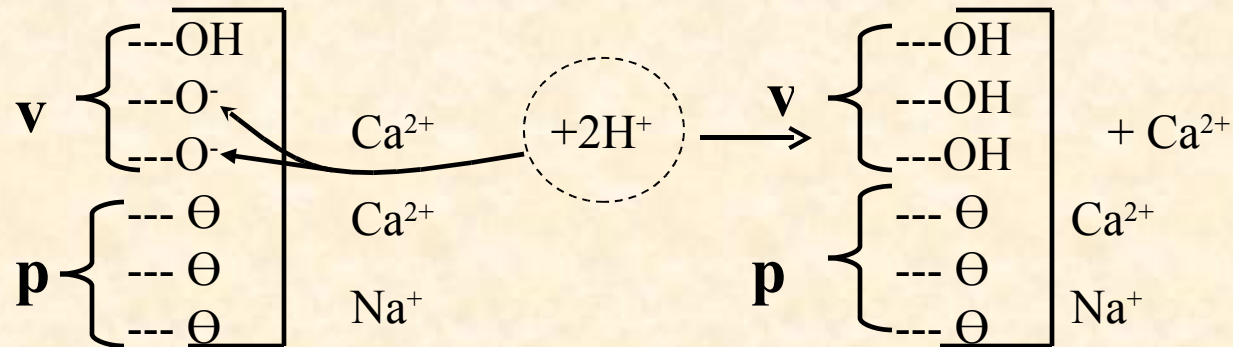
agyag

humusz

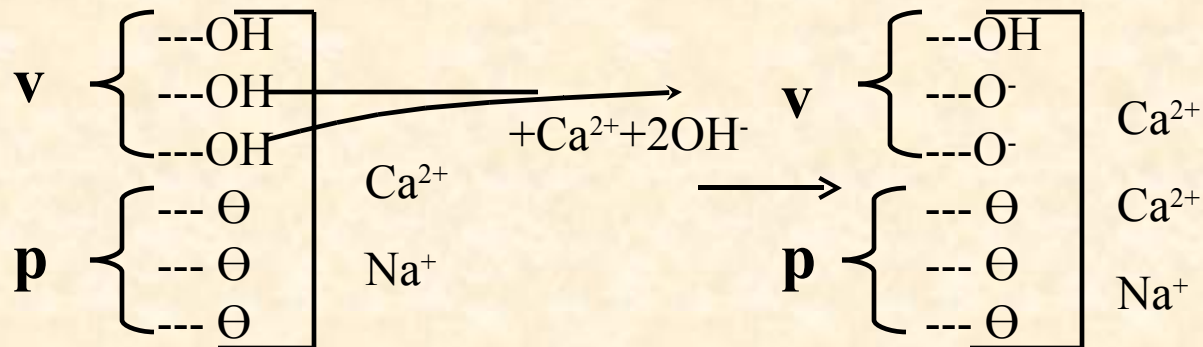
pH

A talajok töltésének változása savanyú és lúgos közegben

- Savanyú oldatban**



- Lúgosabb oldatban**



Felületi reakciók

1. Molekulaadszorpciók

- poláris molekulák (H_2O , NH_3)

- apoláris molekulák (O_2 , CO_2)

2. Ionadszorpció, ioncsere

Liotróp sor: $\text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ \approx \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$

Ionadszorpció és ioncsere

a talajkolloidok aktív helyeihez
Coulomb erővel kötött ionok más
(azonos jellemű) ionokkal kicserélhetők

A talaj adszorbeált kation összetételét jellemző paraméterek

1. A talajban gyakran előforduló kationok:

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , H^+ (ill. H_3O^+) és Al^{3+}

2. A talaj kémhatásának szabályozása szempontjából

-lúgos kémhatásúvá teszik a talajt (kicserélhető bázisok): Ca^{2+} -, Mg^{2+} -, Na^+ - és K^+ -ionok

- savanyú kémhatásúvá teszik a talajt: Al^{3+} és H_3O^+ ionok

1. Kationcsere kapacitás (T)

$$T = \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{H}^+ \text{ (ill. } \text{H}_3\text{O}^+) \text{ és } \text{Al}^{3+} \text{ mgeé/100g}$$

(100g tömegű talaj, meghatározott pH esetén, mennyi kationt tud kicserélhető formában (*Coulomb-erőkkel*) megkötni)

2. Kicserélhető bázisok összes mennyisége (S-érték)

$$S = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+) \text{ mgeé/100 g}$$

(az erős bázisokat képező összes kicserélhető kation mennyisége)

3. A kicserélhető kationok relatív mennyisége

Adott kicserélhető kation mennyisége a T-érték %-ában.

$$\text{Na}_{T\%} = \frac{\text{Na mgeé} / 100 \text{ g}}{\text{T mgeé} / 100 \text{ g}} \cdot 100.$$

Egyes kicserélhető bázisok mennyisége az S-érték %-ában.

$$\text{Na}_{S\%} = \frac{\text{Na mgeé} / 100 \text{ g}}{\text{S mgeé} / 100 \text{ g}} \cdot 100$$

4. Savanyító hatású kicserélhető kationok (T-S érték)

$$T-S = (\text{Al}^{3+} + \text{H}_3\text{O}^+) \text{ mgeé/100 g.}$$

5. Bázistelítettség % (V %)

$$V\% = \frac{S}{T} \cdot 100$$

megmutatja, hogy az adszorpcióra képes helyek hány %-át kötik le kicserélhető bázikus kationok

6. Telítetlenségi % (U%)

$$U\% = \frac{T-S}{T} \cdot 100$$

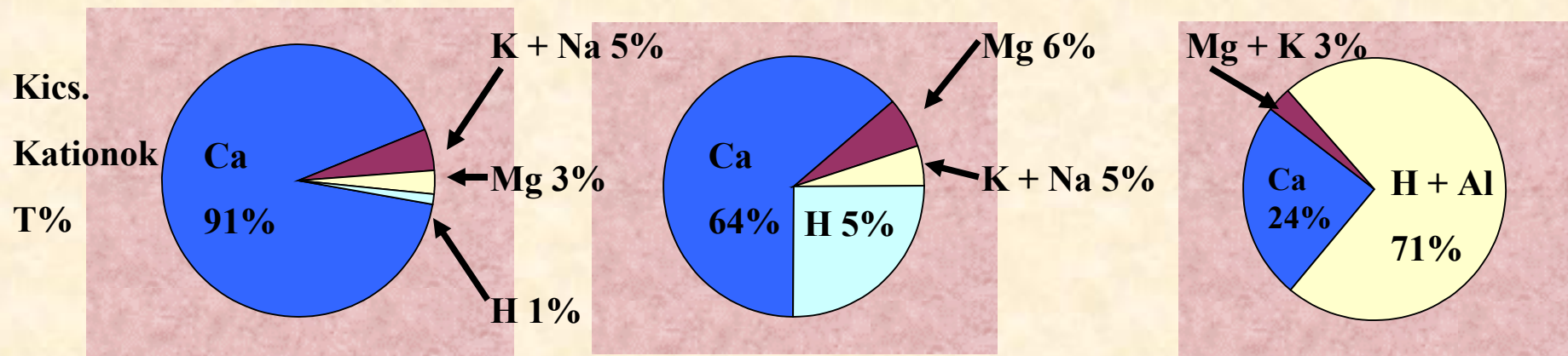
a telítetlenséget okozó kicserélhető kationok relatív mennyisége

A kicserélhető kationok százalékos megoszlása egy telített, egy telítetlen és egy erősen telítetlen talajban

pH (KCl) 7,0
agyag-% 18

5,8
16

4,0
5



I.

II.

III.

T mgeé/100g
V%

28
99

18
75

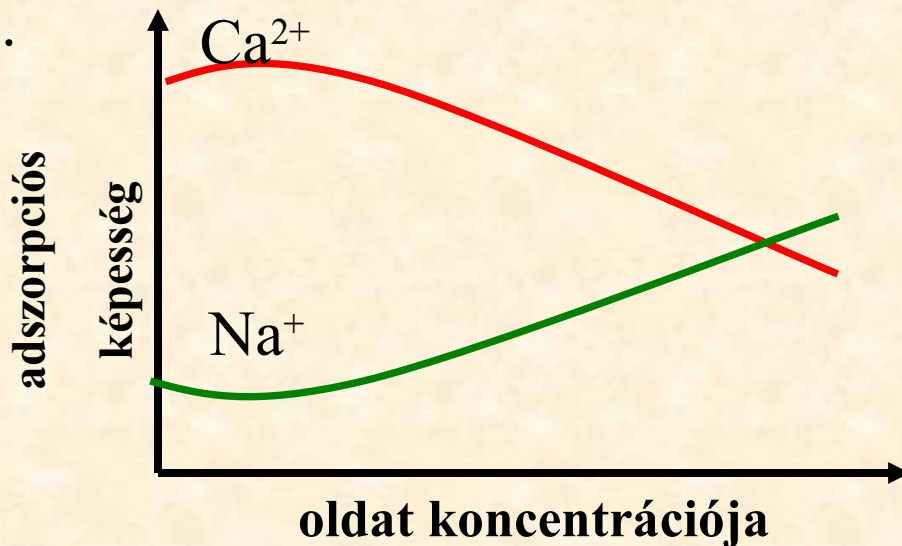
11
26

A kation megkötés és a kationcsere fontosabb törvényszerűségei

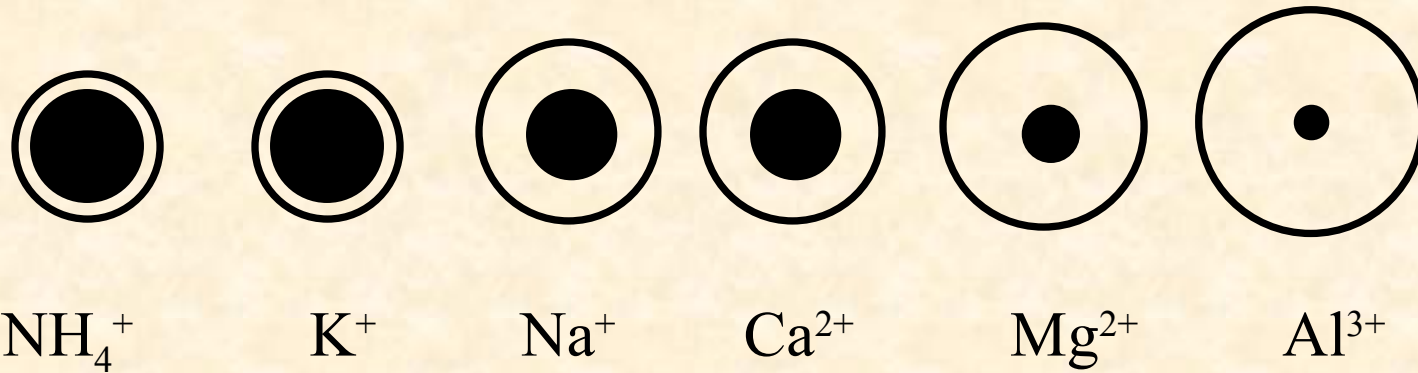
- Dinamikus egyensúly
- A nagyobb vegyértékű adszorpciós képessége nagyobb
- Egyforma vegyérték esetén a kevésbé hidratált kötődik jobban
- Liotróp sor



5.



A talajban gyakori kationok méretének összehasonlítás



● nem hidratált ion

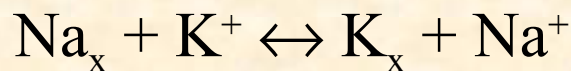
⊙ hidratált ion

Specifikus kationadszorpció

- a Ca^{2+} komplexet képez a humusz anyagokkal
- a protonok (H^+) kötődése a változó töltésű gyökökön
[pl.: $-\text{COO}(\text{H})$]
- K – fixálás; NH_4^+

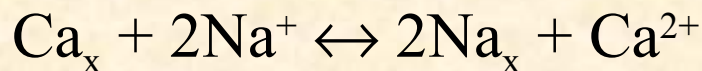
Kationcsere egyenletek

- Azonos vegyértékű kationok csereegyensúlya



$$\frac{\text{K}_x * \text{Na}^+}{\text{Na}_x * \text{K}^+} = k \qquad \frac{\text{K}_x}{\text{Na}_x} = k \qquad \frac{\text{K}^+}{\text{Na}^+} = k$$

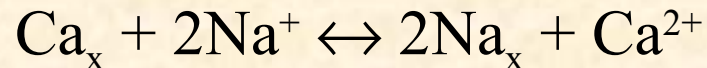
- Különböző vegyértékű kationok csereegyensúlya



$$\frac{\text{Na}_x^2}{\text{Ca}_x} = k \quad * \quad \frac{[\text{Na}^+]^2}{[\text{Ca}^{2+}]} \quad ; \quad \frac{[\text{Na}_x]^2 * [\text{Ca}^{2+}]}{[\text{Ca}_x] * [\text{Na}^+]^2} = k$$

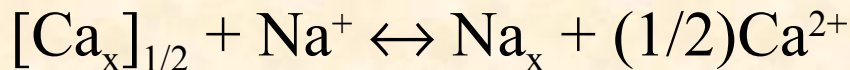
Különböző vegyértékű kationok csereegyensúlya

- Tömeghatás törvénye



$$\frac{\text{Na}_x^2}{\text{Ca}_x} = k * \frac{[\text{Na}^+]^2}{[\text{Ca}^{2+}]} ; \text{ azaz } \frac{[\text{Na}_x]^2 * [\text{Ca}^{2+}]}{[\text{Ca}_x] * [\text{Na}^+]^2} = k$$

- Gapon egyenlet



$$\frac{\text{Na}_x}{\text{Ca}_x} = k_G * \sqrt{\frac{\text{Na}^+ \text{ mmol/l}}{\text{Ca}^{2+} \text{ mmol/l}}} ; \frac{\text{Na}_x}{\text{Ca}_x + \text{Mg}_x} = k_G * \sqrt{\frac{\text{Na}^+ \text{ mgeé/l}}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ mgeé/l}}}$$

$k_G =$ Gapon féle kicserélődési állandó $k_G = 0.015-0.025$

Az abszorbeált kationok talajkolloidikai hatása

1. Ha a talaj

$\text{Na}_s\%$ < 5 a talaj nem szikes
5-15 gyengén szolonyeces
15-25 szolonyeces
> 25 erősen szolonyeces

2. A talaj telített, ha a

$\text{Ca}_s\%$ > 70% és $V\%$ > 80

3. Ha a

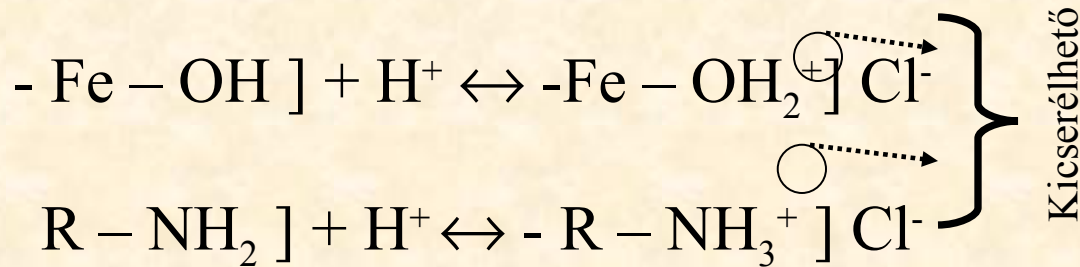
$\text{Mg}_s\%$ > 30 a talaj aszály érzékeny

4. A talaj telítetlen, ha

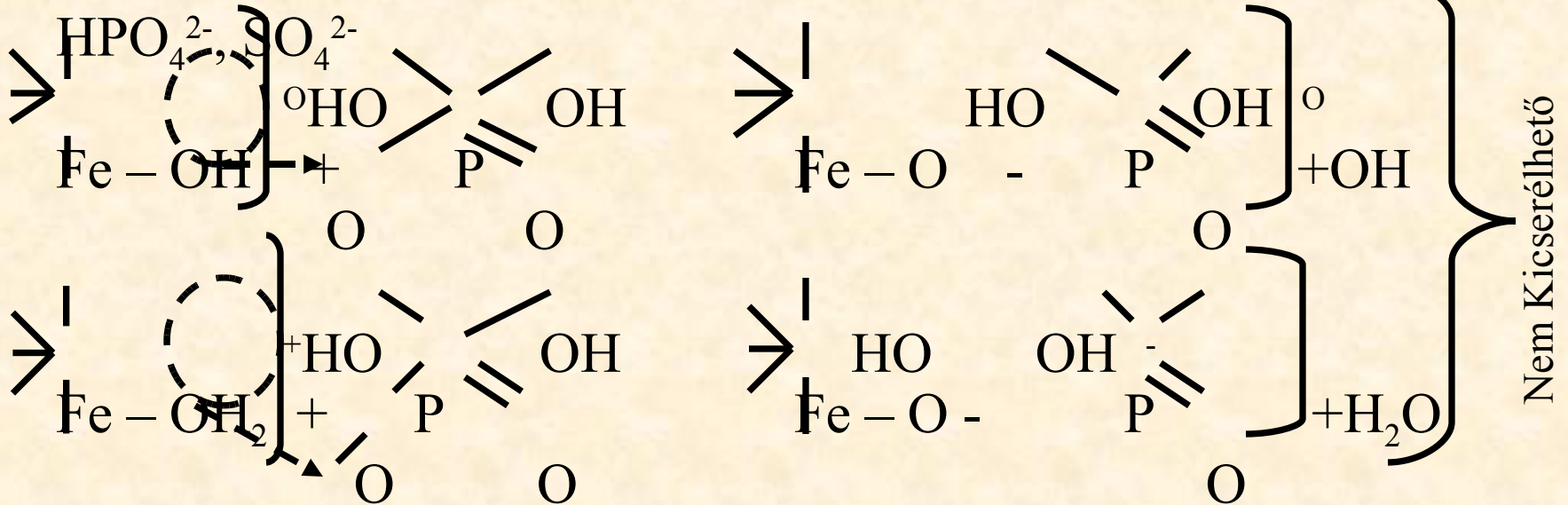
$V\%$ < 80 (H + Al_x)

Anionadszorpció

- Nem specifikus (Columb erők) Cl^- , NO_3^-



- Specifikus (ligandumcsere) (szervetlen kolloidok) H_2PO_4^- ,



A talajok csoportosítása a vizes szuszpenzióban mért kémhatás szerint

erősen savanyú

pH < 4,5

savanyú

pH = 4,5-5,5

gyengén savanyú

pH = 5,5-6,8

közömbös vagy semleges

pH = 6,8-7,2

gyengén lúgos

pH = 7,2-8,5

lúgos

pH = 8,5-9,0

erősen lúgos

pH > 9,4

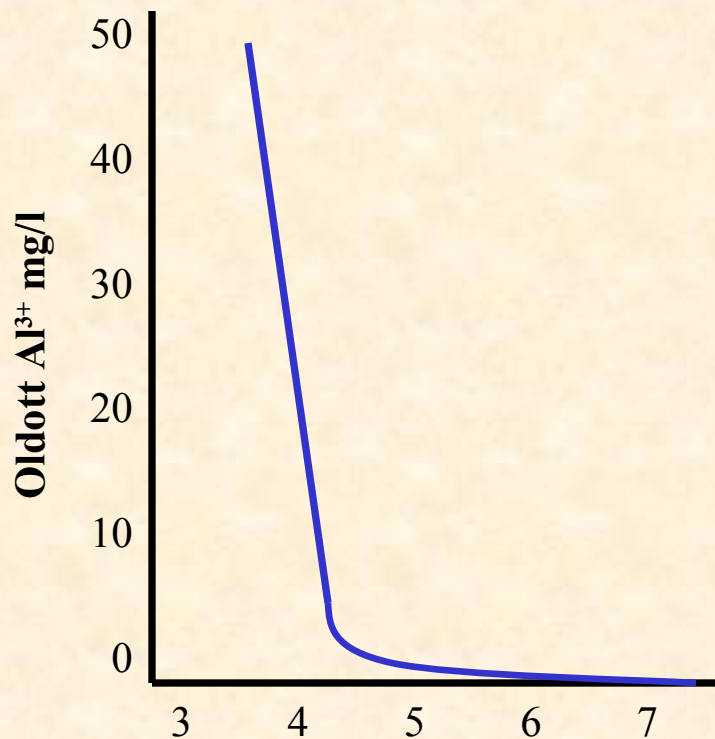
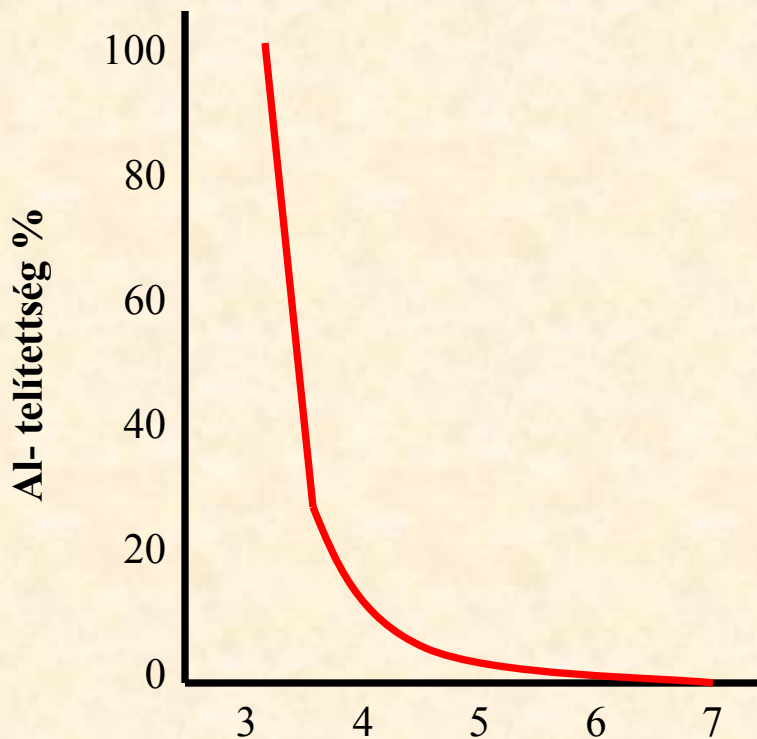
savanyú

semleges

lúgos

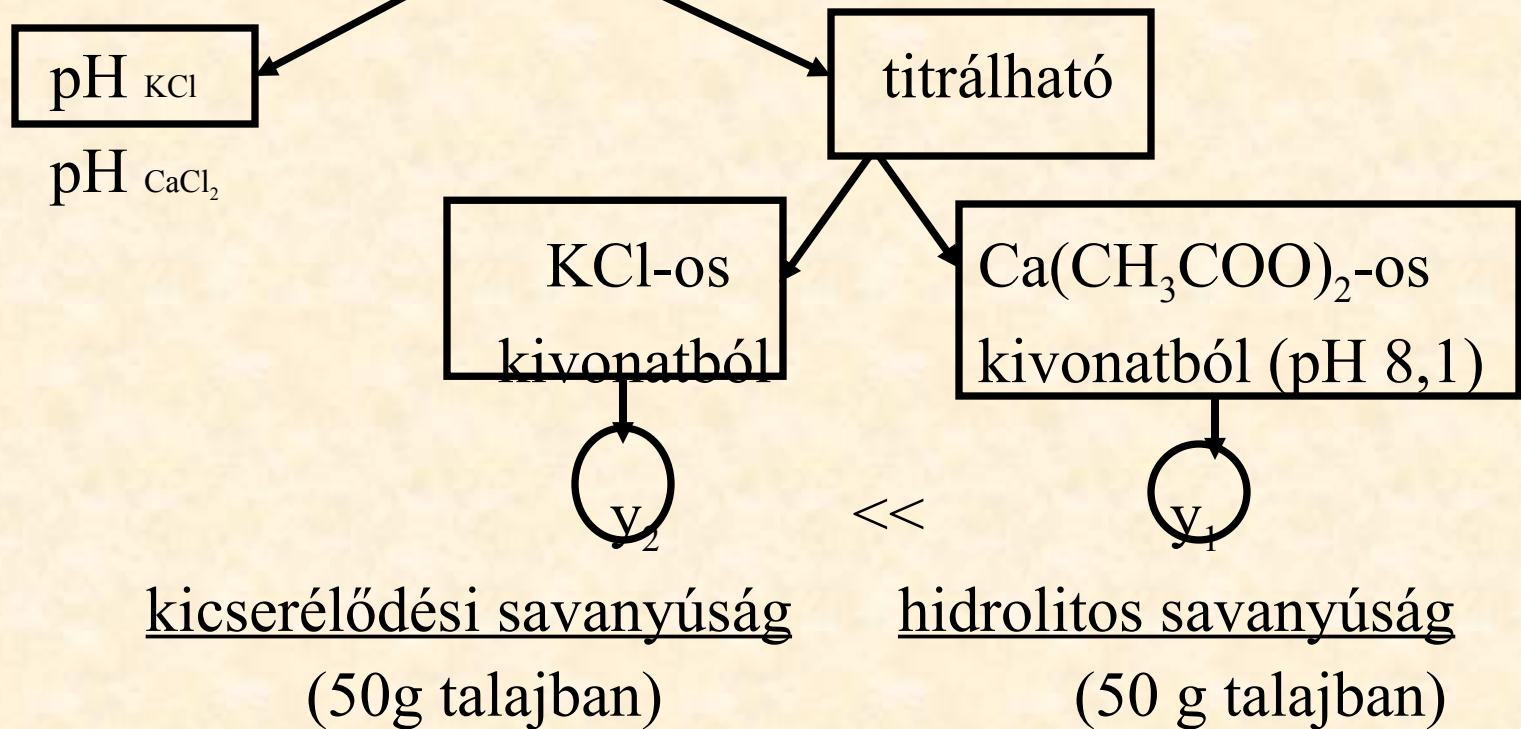
tartomány

Az Al-telítettség és az oldott Al^{3+} tartalma, különböző pH-jú talajban

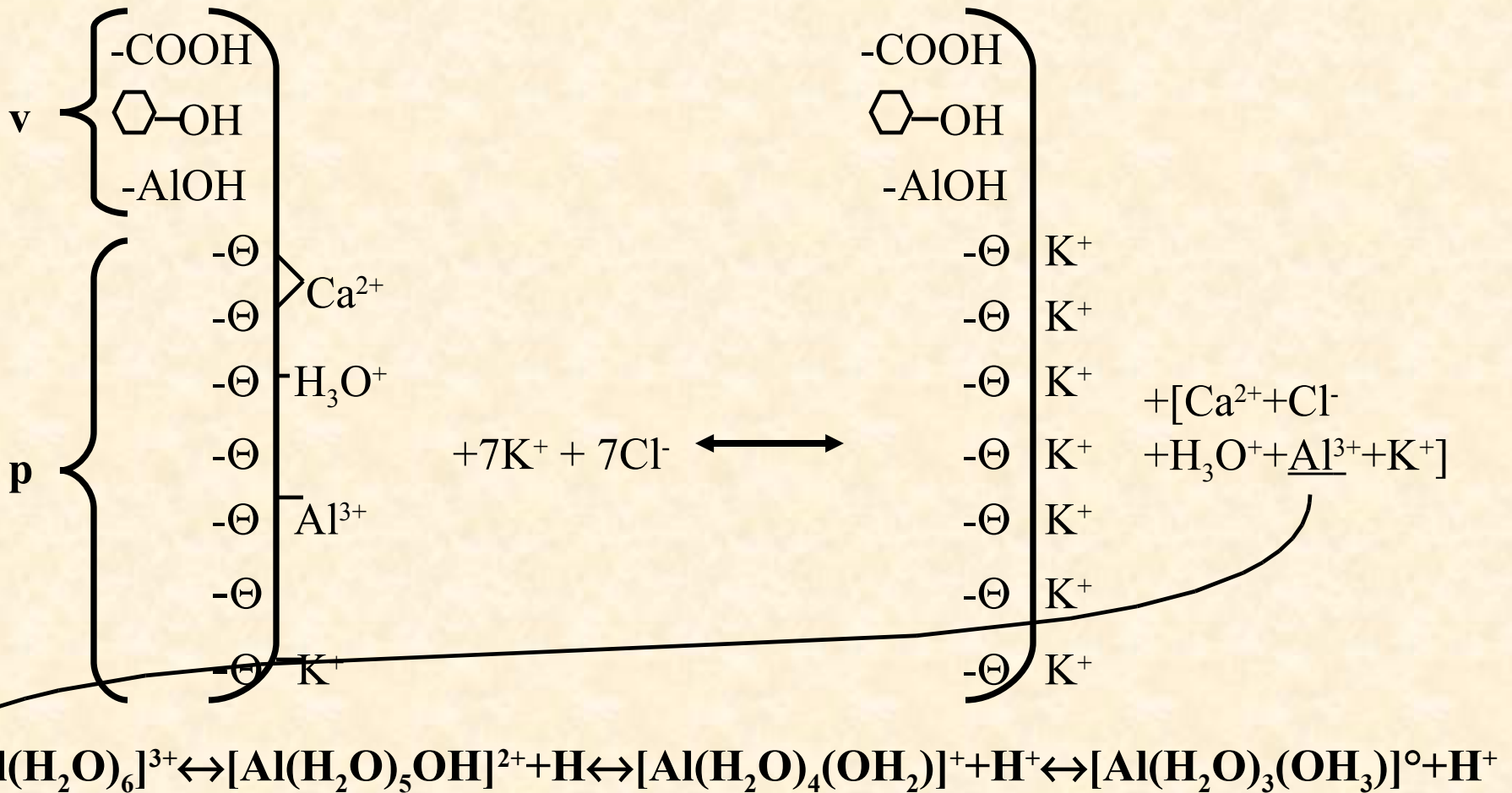


A talajsavanyúság formái

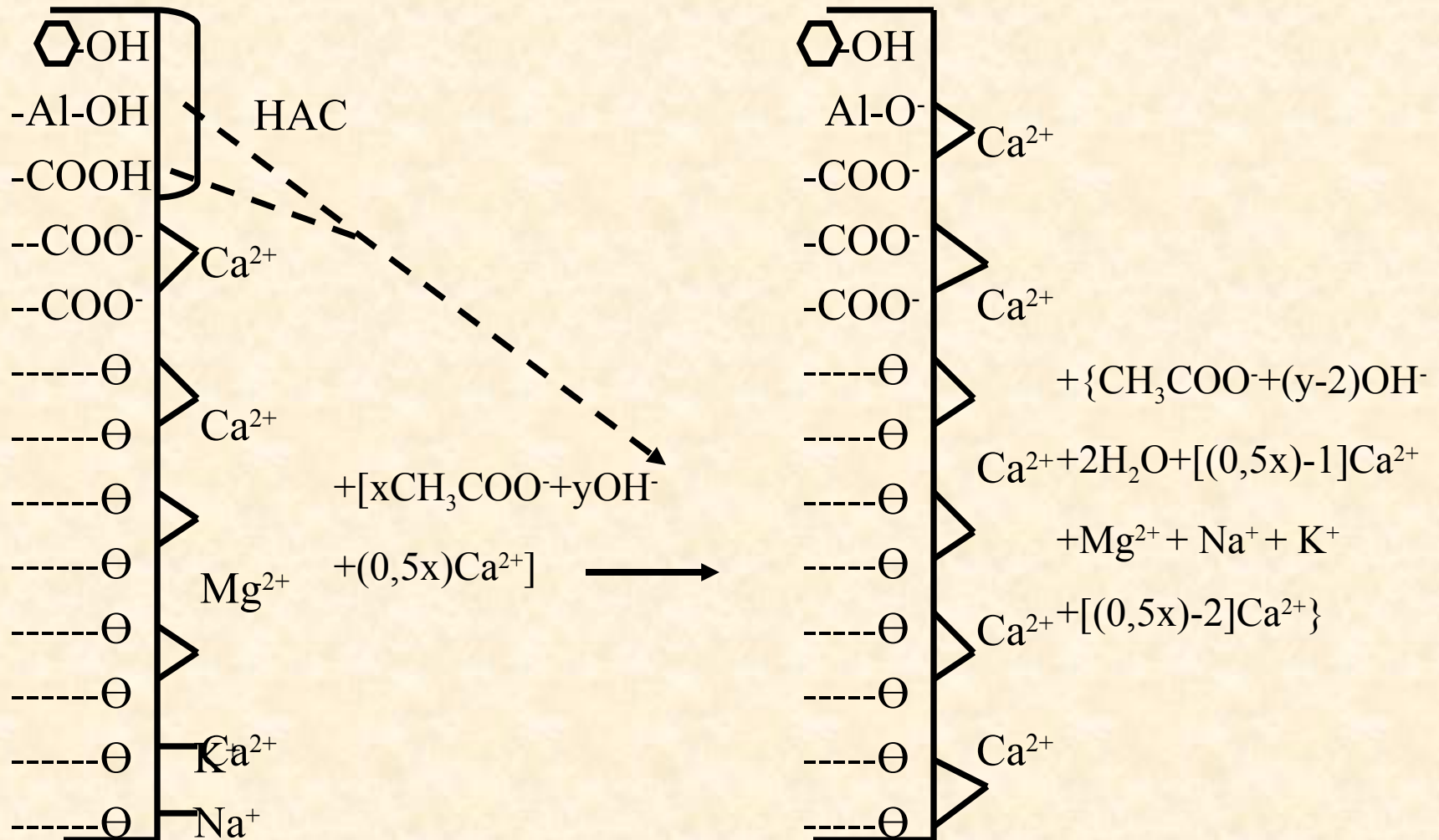
- **Oldatsavanyúság (aktív)**
 $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$
- **Felületi savanyúság (potenciális)**



Kicszerélhető aciditás értelmezése

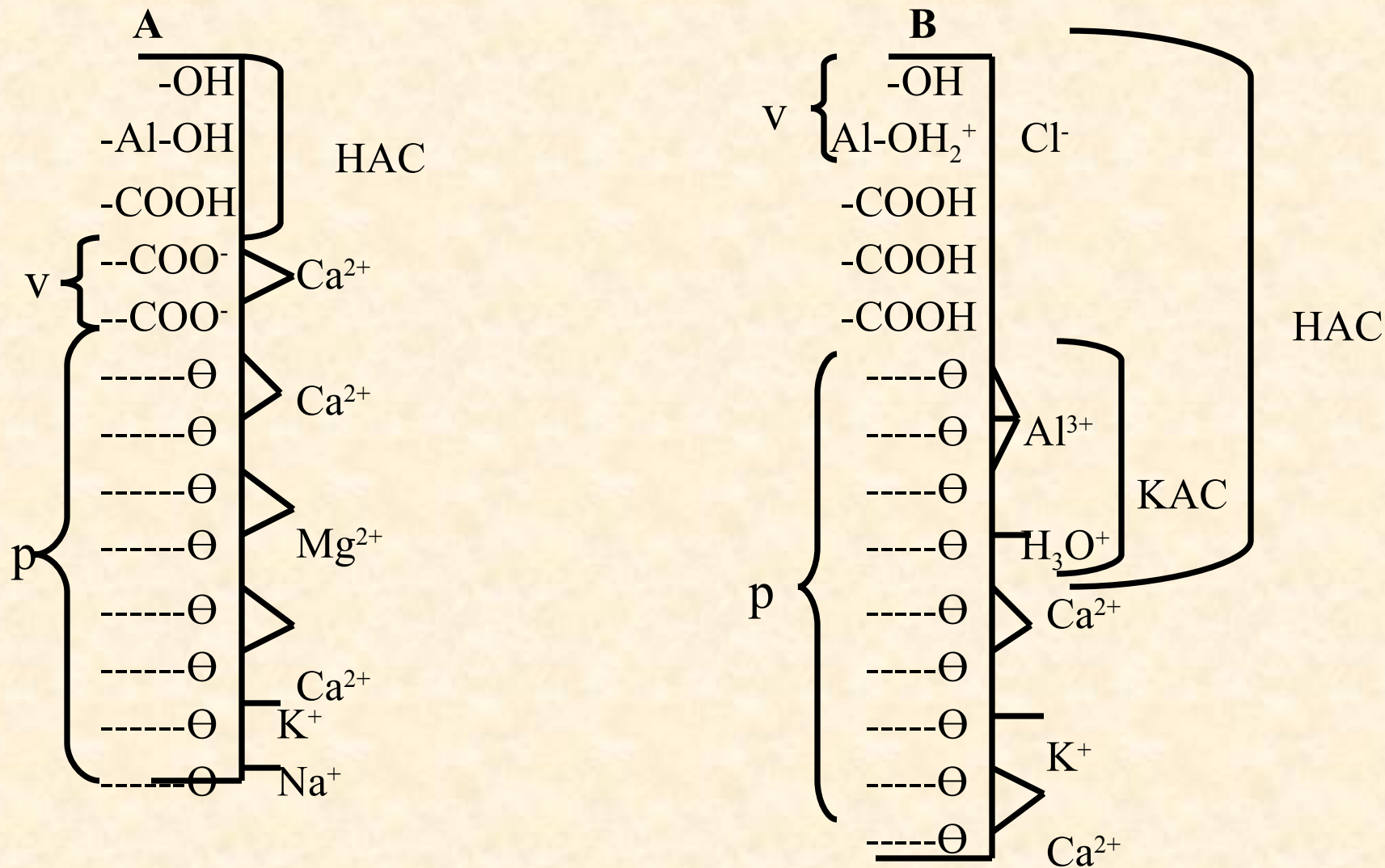


Hidrolitos aciditás értelmezése

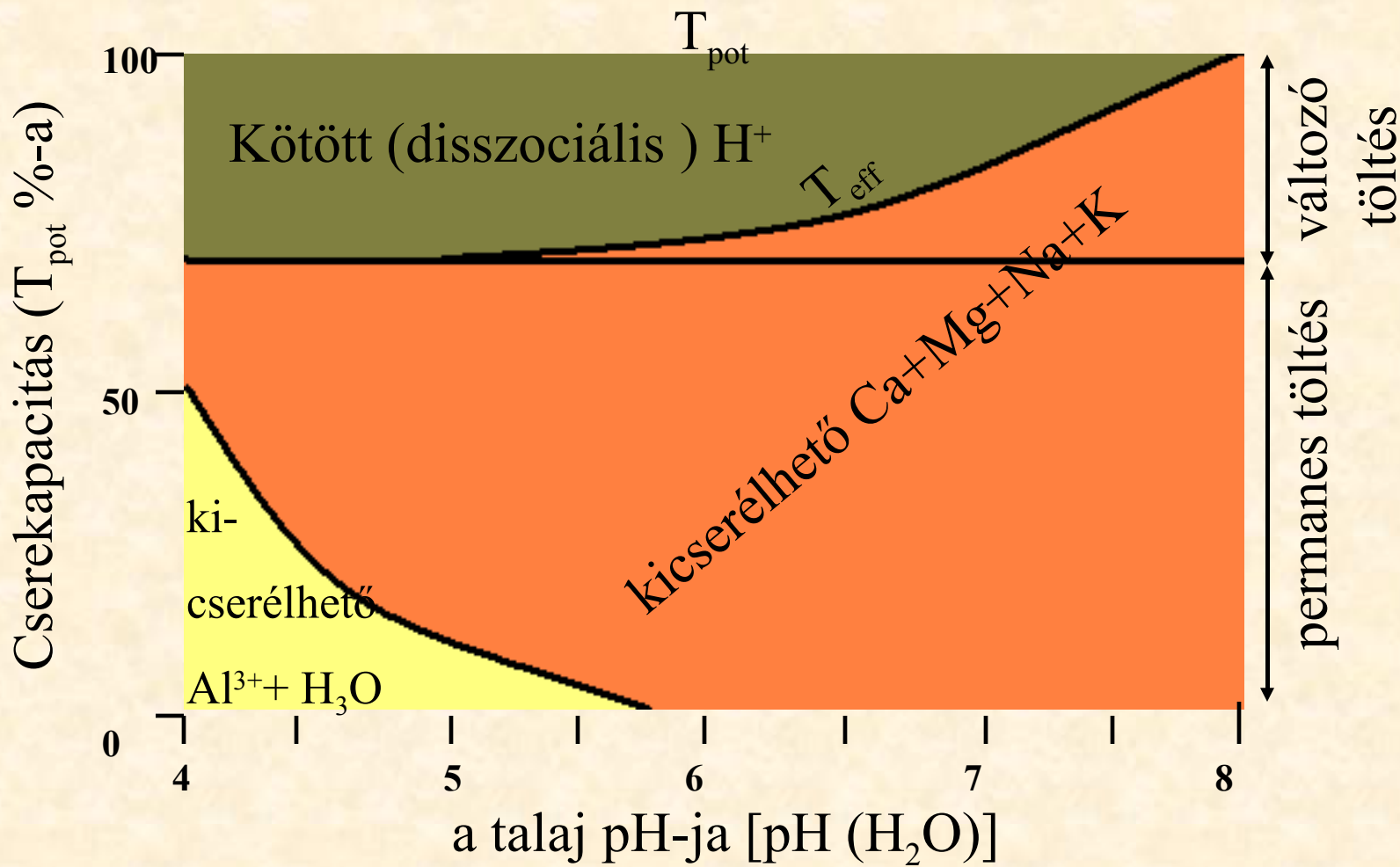


Kicserélhető, nem kicserélhető és hidrolitos aciditás értelmezése gyengén savanyú (A) és erősen savanyú(B) talaj esetén

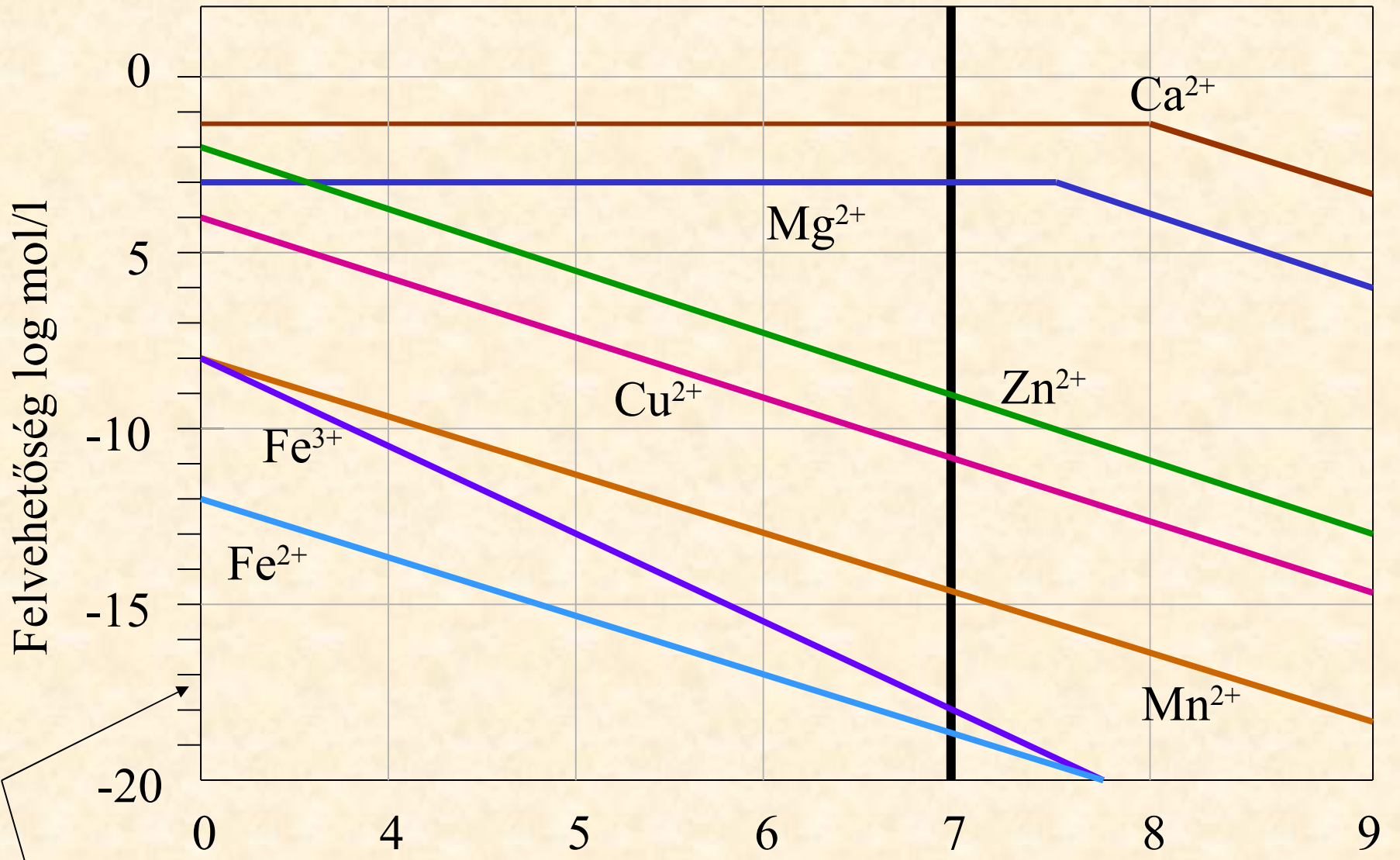
(KAC= kicserélhető aciditás, HAC= hidrolitos aciditás)



A T_{eff} érték függése a talaj pH-jától kb. 25% agyagásványt és 2-3% humuszt tartalmazó talajnál



$$T_{\text{ö}} = T_{\text{p}} + T_{\text{v}} ; T_{\text{eff}} \leq T_{\text{pot}}$$



Egységnyi változás 10-szeres csökkenést eredményez a felvehetőségben

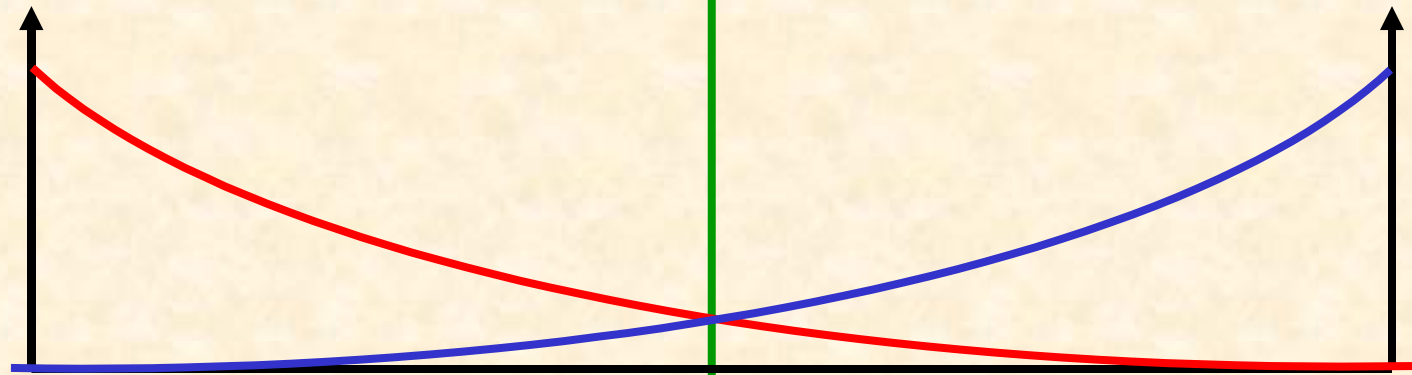
talaj pH

talaj pH

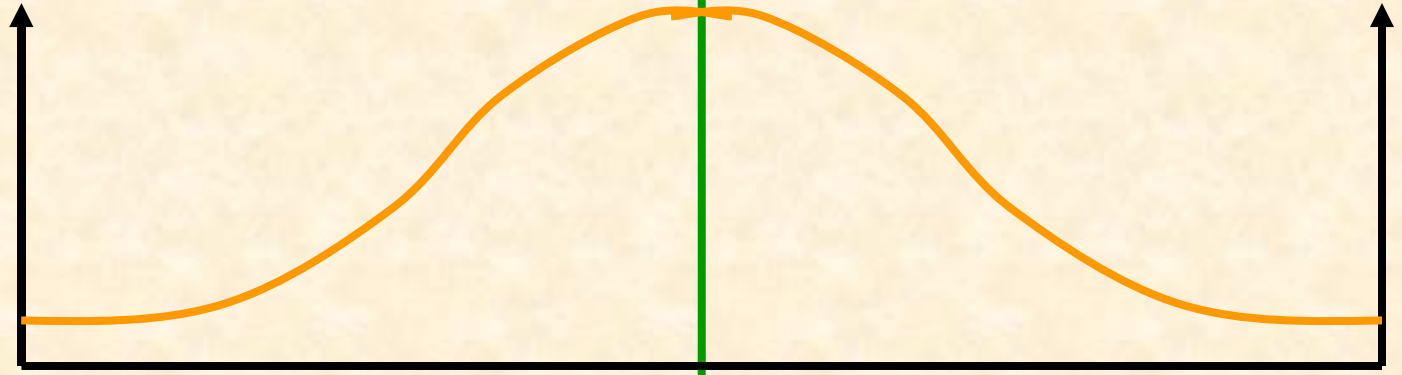
3 4 5 6 7 8 9 10 11



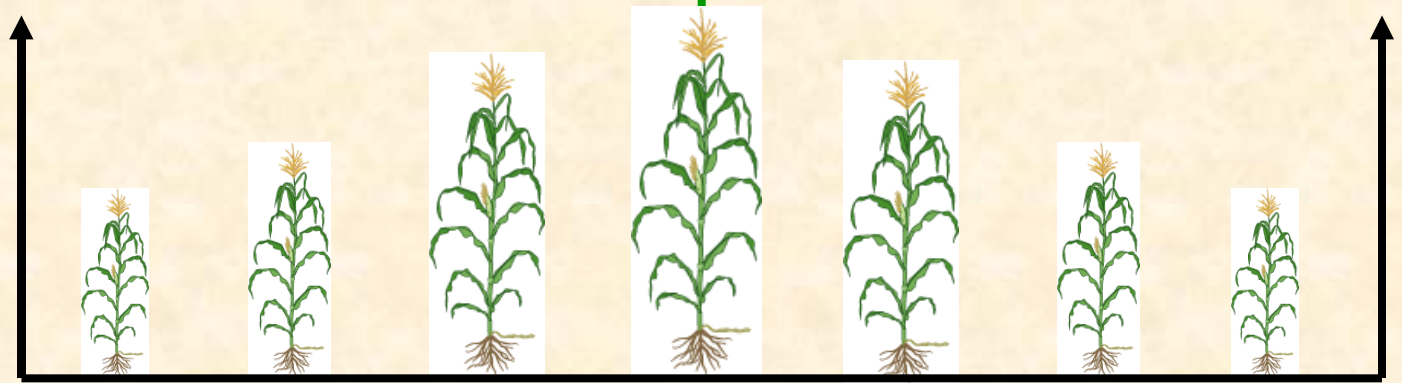
H⁺ és OH⁻ ionok mennyisége



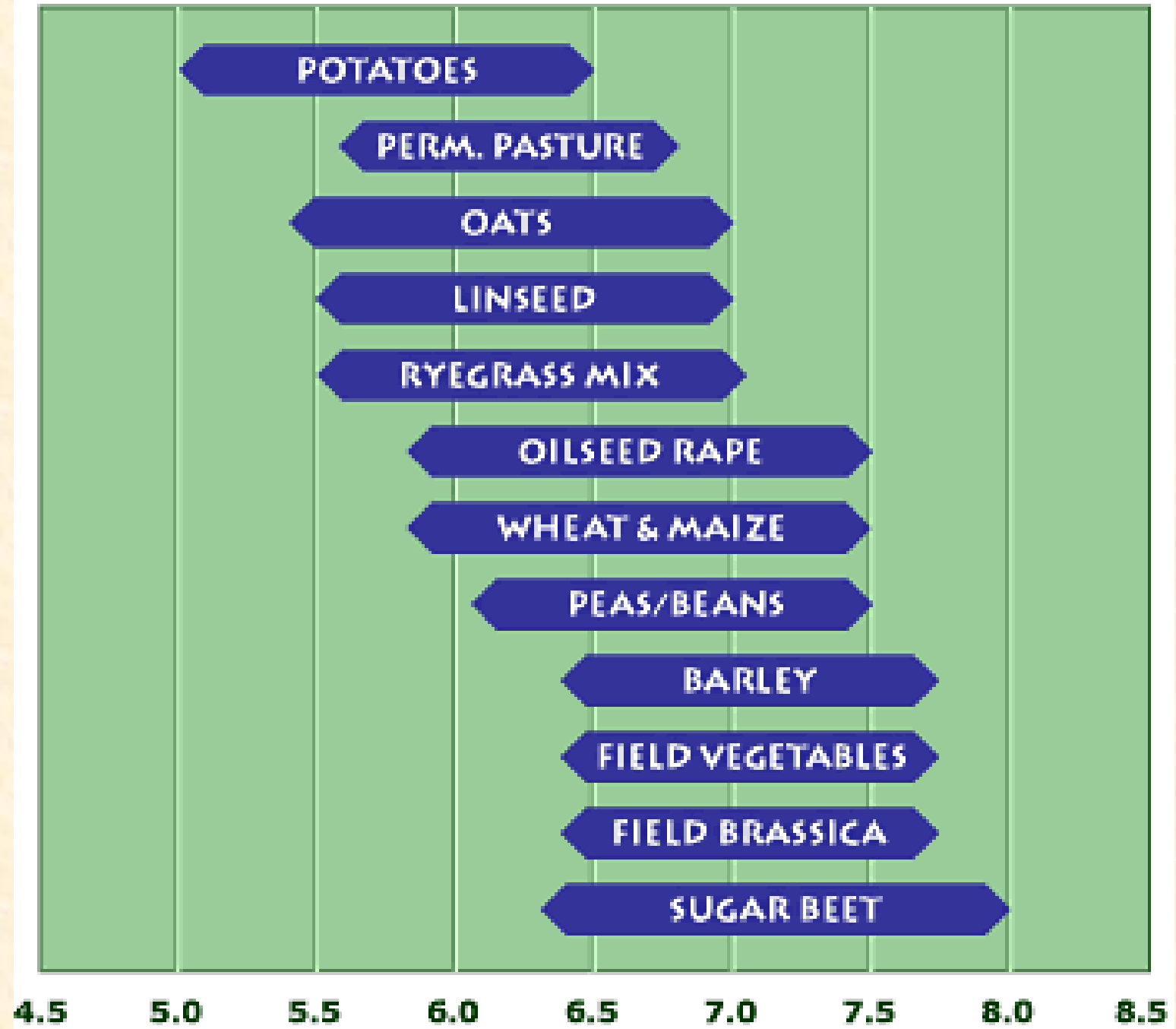
Felvehető tápanyagok mennyisége

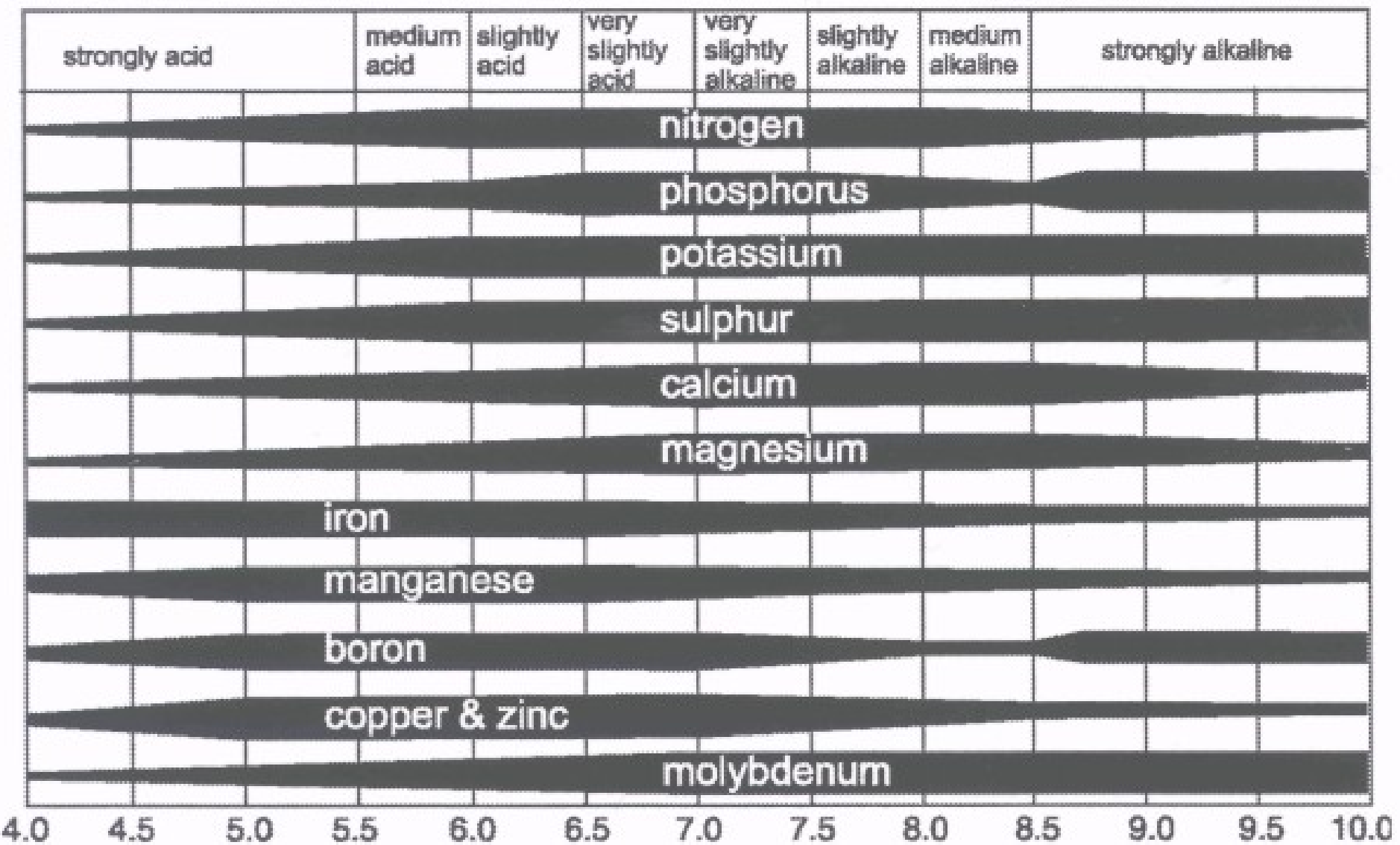


Növények növekedése



Optimum pH for Crop Growth





pH

