

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

1. Stanovení půdní reakce

1.1. Teoretický úvod

Půdní reakce je základní fyzikálně-chemická vlastnost půd. Je určována koncentrací vodíkových iontů, které vodných roztocích tvoří kationty H_3O^+ . Koncentrace vodíkových iontů se vyjadřuje indexem pH (záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů); pH 0 až 7 značí kyselou reakci, pH 7 značí neutrální reakci, pH 7 až 14 značí alkalickou reakci. Vodíkové ionty se v půdě mohou nacházet v půdním roztoku a výměně sorbovány půdními koloidy. Rozeznáváme tři základní typy půdní reakce. Půdní reakce aktivní (pH/ H_2O), půdní reakce potenciální výměnná (pH/KCl) a půdní reakce potenciální hydrolytická (Ha; mmol H^+ /100 g půdy).

Půdní reakce aktivní je dána vodíkovými ionty, které se nachází v roztoku. Zdrojem vodíkových iontů jsou disociované minerální a organické kyseliny. Půdní reakce aktivní má bezprostřední fyziologický význam, protože zásadně ovlivňuje biochemické procesy probíhající v půdě a procesy příjmu živin autotrofními organismy. Aktuální odběr přijímaných živin je vázán na aktuálně probíhající biochemické reakce, které jsou katalyzovány v prostředí specifických koncentrací vodíkových iontů. Půdní reakce aktivní je značně proměnlivá vlivem povětrnosti, obdělávání, hnojení apod.

Půdní reakce potenciální výměnná je tvořena adsorbovanými ionty H^+ a Al^{3+} (Fe^{3+}), které mohou přejít do roztoku výměnou za bazické kationty neutrálních solí z roztoku. Tento typ půdní reakce se zjišťuje měřením H^+ ve výluhu půdy 1 M roztokem KCl. Během roku nedochází k tak výrazným změnám půdní reakce potenciální výměnné ve srovnání s aktivní půdní reakcí, a proto se jedná o důležitější a používanější ukazatel. pH/KCl má oproti aktivní půdní reakci obvykle nižší hodnoty pH, obvykle o 0,5, pohybuje se v rozmezí rozdílu pH 0,2 – 1.

1.2. Experimentální vybavení

Laboratorní materiál: kádinky 50 ml, skleněná tyčinka, laboratorní lžička, odměrný válec

Chemikálie: destilovaná H_2O , 0,2 M KCl

Přístroje: pH metr, digitální předvážky

1.3. Pracovní postup

- Nakalibrujeme pH metr pomocí nejméně dvou kalibračních pufrů přesného pH.
- Připravíme si dvě 50 ml kádinky a do každé z nich odvážíme 10 g jemnozeme.
- Do první kádinky přilijeme 25 ml destilované vody, do druhé kádinky přilijeme 25 ml 0,2 M KCl a zamícháme skleněnou tyčinkou.
- Vzorky buď necháme 24 h stát, nebo je 1 h intenzivně mícháme.
- Na pH metru změříme hodnotu pH – po ustálení zapíšeme s přesností na jedno desetinné místo. Hodnota pH v kádince s destilovanou vodou se zapíše jako pH/ H_2O , hodnota pH v kádince s KCl se zapíše jako pH/KCl.

1.4. Vyhodnocení výsledků

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

- Hodnocení půdní reakce odečteme z tabulky podle naměřených hodnot.

pH/KCl	pH/H ₂ O	typ reakce
více než 7,0	více než 7,2	mírně alkalická
6,1-7,0	6,6-7,2	neutrální
5,1-6,0	5,6-6,5	mírně kyselá
4,1-5,0	4,5-5,5	středně kyselá
3,0-4,0	3,5-4,4	silně kyselá
méně než 3,0	méně než 3,5	velmi silně kyselá

2. Půdní výměnná sorpce

2.1. Teoretický úvod

Půdní sorpční komplex je soubor půdních koloidů (pevná půdní částice s průměrem menším než 100 nm), které se podílí na výměnných reakcích. Z funkčního hlediska se rozlišuje aktivní a pasivní část sorpčního komplexu. Aktivní část je vlastní komplex; jeho aniontová část působí na volné ionty v půdním roztoku a vyvolává sorpční procesy. Pasivní část tvoří kationty sorbované aktivní částí sorpčního komplexu. Jednotlivé kationty jsou v půdním sorpčním komplexu vázány různou silou v pořadí od nejslabší k nejsilnější: Na – K – NH₄ – H – Ca – Mg – Al – Fe.

Půdní výměnná sorpce je schopnost půdy vázat vodu a kationty a anionty minerálních látek. Základní veličina, která ji charakterizuje, je kationová výměnná kapacita (KVK; při výpočtech procentuálního nasycení sorpčního komplexu půdy kationty se označuje *T*). KVK je nejvyšší hodnota teoreticky možného součtu všech kationtů, které může sorpční půdní komplex poutat na svém povrchu. Je to hodnota charakterizující celkovou kationovou výměnnou kapacitu, tedy kapacitu míst pro vazby kationtů bazických (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺) i kyselých (Al³⁺, H⁺, Fe³⁺). Další základní veličina je celkový obsah aktuálně vázaných kationtů na výměnných místech sorpčního komplexu – okamžitý obsah výměnných kationtů (*S*). Hodnota *S* je ovlivněna mateční horninou stanoviště, obsahem a formou půdní vody a mírou intenzity mineralizace půdní organické hmoty. Kvalita sorpčního komplexu je charakterizována procentuálním stupněm nasycenosti sorpčního komplexu výměnnými kationty (*V*).

2.2. Experimentální vybavení

Laboratorní materiál: Erlenmayerova baňka 250 ml se zátkou, Erlenmayerova baňka 100 ml, laboratorní lžička, stojan, ocelový kruh, kádinka 100 ml, nálevka, filtrační papír, odměrný válec, titrační byreta

Chemikálie: 1 mol.l⁻¹ CH₃COONa, 0,1 mol.l⁻¹ NaOH, fenolftalein, HCl

Přístroje: digitální předvážky, třepačka

2.3. Pracovní postup

2.3.1. Stanovení půdní reakce potenciální hydrolytické

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

- Do Erlenmayerovy baňky o objemu 250 ml navážíme 20 g jemnozeme.
- Přilijeme 50 ml CH_3COONa , baňku uzavřeme a necháme třepat na třepačce po dobu 1 h.
- Připravíme filtrační soupravu – 100 ml kádinka, nálevka, filtrační papír, stojan, ocelový kruh.
- Po hodině třepání suspenzi přefiltrujeme.
- 25 ml filtrátu odebereme do čisté Erlenmayerovy baňky o objemu 100 ml, přidáme 2-3 kapky fenolftaleinu a titrujeme $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ NaOH do slabě růžového zbarvení.

2.3.2. Stanovení okamžitého obsahu výměnných kationtů

- Do Erlenmayerovy baňky o objemu 250 ml navážíme 5 g jemnozeme.
- Přilijeme 50 ml HCl, baňku uzavřeme a necháme třepat na třepačce po dobu 1 h.
- Připravíme filtrační soupravu – 100 ml kádinka, nálevka, filtrační papír, stojan, ocelový kruh.
- Po hodině třepání suspenzi přefiltrujeme.
- 25 ml filtrátu odebereme do čisté Erlenmayerovy baňky o objemu 250 ml, přidáme 2-3 kapky fenolftaleinu a titrujeme $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ NaOH do slabě růžového zbarvení.

2.4. Vyhodnocení výsledků

- Půdní reakci potenciální hydrolytickou (H_a) vypočítáme ze vzorce
$$H_a = \frac{a \cdot f \cdot M \cdot 1000 \cdot K}{g} \text{ (mmol.kg}^{-1}\text{)}.$$

a – množství NaOH spotřebované k titraci (ml)

f – faktor NaOH (1,08)

M – molarita roztoku NaOH (mol.l^{-1})

1000 – přepočítání na 1000 g půdy

K – korekce na octan sodný (1,75)

g – navážka použitá ke stanovení (g); ke stanovení bylo použito 25 ml filtrátu, tedy polovina původní navážky (odebrání 50 ml není možné kvůli ztrátám, část roztoku zůstane v půdě a filtračním papíru), do jmenovatele tedy dosadíme hodnotu 10 g

- Okamžitý obsah výměnných kationtů (S) vypočítáme ze vzorce
$$S = \frac{(a f_1 - b f_2) \cdot M \cdot 1000}{g} \text{ (mmol.kg}^{-1}\text{)}.$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

a – množství HCl spotřebovaného ke stanovení (ml)

f_1 – faktor HCl (1)

b – množství NaOH spotřebovaného k titraci

f_2 – faktor NaOH (1,08)

M – molarita roztoků (mol.l^{-1})

1000 – přepočet na 1000 g půdy

g – navážka použitá ke stanovení (g); ke stanovení bylo použito 25 ml filtrátu, tedy polovina původní navážky (odebrání 50 ml není možné kvůli ztrátám, část roztoku zůstane v půdě a filtračním papíru), do jmenovatele tedy dosadíme hodnotu 2,5 g

- Procentuální stupeň nasycenosti sorpčního komplexu výměnnými kationty (V) vypočítáme ze vzorce $V = \frac{S}{T} \cdot 100$ (%).

S – okamžitý obsah výměnných bazických kationtů

T – maximální sorpční kapacita výměnných bazických kationtů vzorku půdy; $T = Ha + S$

- Vypočítané hodnoty srovnáme s tabulkami:

V (%)	stupeň nasycení bazickými kationty
více než 90	plně nasycená
75-90	vysoce nasycená
50-75	nasycená
30-50	mírně nenasycená
10-30	vysoce nenasycená
méně než 10	extrémně nenasycená

T (mmol.100 g^{-1})	sorpční kapacita
více než 35	velmi vysoká
25-35	vysoká
12,5-25	střední
8-12,5	nízká
méně než 8	velmi nízká

S (mmol.100 g^{-1})	obsah výměnných bazických kationtů
více než 31,5	velmi vysoký
19-31,5	vysoký
6,5-19	střední
2,5-6,5	nízký
méně než 2,5	velmi nízký

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

3. Aktivita půdních celulas

3.1. Teoretický úvod

Celulosa je polysacharid tvořený lineárními nerozvětvenými řetězci glukosových jednotek, které jsou spojené β -1,4-glykosidovou vazbou. Jednotkou celulosy je disacharid celobiosa, tvořený dvěma glukosovými jednotkami. Celulosa je nejrozšířenější biopolymer zemského povrchu. Je to hlavní stavební látka primární buněčné stěny a spolu s hemicelulosou a ligninem je součástí sekundární buněčné stěny. Celulosa je syntetizována enzymem celulosasynthasa, který se nachází v plazmatické membráně.

Celulosa je rozkládána na rozpustné cukry, které mohou sloužit jako zdroj energie, enzymy ze skupiny hydrolas (katalyzují hydrolytické štěpení) celulasami a hemicelulasami. Dochází ke štěpení β -1,4-glykosidové vazby mezi glukosovými jednotkami a tím k rozkladu celulosy přes kratší řetězce až na glukosu. Tyto enzymy jsou obvykle mikrobiálního původu. Většina živočichů, včetně člověka, celulasu nemá a celulosa pro ně tak je nestravitelná. V trávicím traktu býložravců se nachází symbiotické bakterie, které celulosu štěpí a umožní tak hostiteli zužitkovat energii, která v ní je uložena.

Půdní celulasas představují tři skupiny enzymů: endoglukanasa, která štěpí β -1,4-glykosidovou vazbu na náhodných místech; exoglukanasa, která uvolňuje glukosu z neredukujícího konce; celobiasy (β -glukosidasy), která uvolňuje glukosu z celobiosy a hydrolyzuje krátké řetězce uvolněním glukosy z redukujícího i neredukujícího konce. Aktivita celulasas v půdě závisí na řadě parametrů: množství enzymu, kvantita koloidů a jejich sorpční vlastnosti, koncentrace substrátu, hodnota půdní reakce, teplota půdy, přítomnost aktivátorů nebo inhibitorů.

Principem metody pro stanovení aktivity půdní celulasas je inkubace sterilní celulosy a následně určení úbytku celulosy. Touto metodou není možné rozlišit jednotlivé enzymy, které se na rozkladu podílely, ani jejich producenty.

3.2. Experimentální vybavení

Laboratorní materiál: filtrační papír, Petriho misky, laboratorní lžička, skleněná tyčinka, stříčka s destilovanou vodou

Přístroje: inkubátor

3.3. Pracovní postup

- Filtrační papír nastříháme na proužky o rozměrech 1x5 cm a sterilizujeme.
- Do sterilní Petriho misky vsypeme půdní vzorek s původní vlhkostí a laboratorní lžičkou jej rovnoměrně rozprostřeme v přibližně 5 mm silné vrstvě.
- Na vzorek položíme 3 proužky filtračního papíru. Jemně je přitlačíme skleněnou tyčinkou, aby dobře přilnuly k povrchu testovaného půdního vzorku

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

- Petriho misky uzavřeme a uložíme do inkubátoru.
- Každý sudý týden vzorek pomocí stříčky opatrně provlhčíme destilovanou vodou.
- V určitý den stanovíme procento úbytku celulosy.

3.4. Vyhodnocení výsledků

- Do výpočtu zahrneme pouze plochu zcela rozložené celulosy. Při kolonizaci půdními houbami celulosa zcela zmizí nebo je zakryta mycelií jednotlivých druhů mikromycet. Při kolonizaci bakteriemi a aktinomycetami zůstává na povrchu vzorku sliznatá mokvatá vrstvička. Částečně rozložená celulosa indikuje neukončený rozklad a do výpočtu se nezahrnuje.
- Nakreslíme si rastr 5x1 cm, který rozdělíme na 20 políček 5x5 mm – každé políčko představuje 5% plochy proužku.
- Srovnáním rastru s proužky filtračního papíru stanovíme procento úbytku. Provedeme u všech tří jednotlivých papírků z jedné Petriho misky a spočteme aritmetický průměr.
- Aktivitu vypočteme dosazením do vzorce $A = \frac{P}{T}$.

A – aktivita půdních celulas

P – aritmetický průměr procentuálních úbytků celulosy

T – doba inkubace v týdnech

A	aktivita půdních celulas
0	žádná
0-1	velmi slabá
1-2	slabá
2-5	střední
5-10	vysoká
více než 10	velmi vysoká

4. Aktivita půdní katalasy

4.1. Teoretický úvod

Katalasa je enzym ze třídy oxidoreduktas. Katalyzuje přeměnu toxického peroxidu vodíku na vodu a kyslík: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Je přítomen u rostlin, živočichů a aerobních mikroorganismů. Peroxid vodíku se řadí mezi reaktivní formy kyslíku, jedná se o velice silné oxidační činidlo. V organismech vzniká jako nežádoucí vedlejší produkt metabolických reakcí. Katalasa je antioxidační enzym, který je do půdy uvolňován s cílem rozložit peroxid vodíku, aby nedošlo k poškození buněk.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke
zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

Koncentrace peroxidu vodíku může být stanovena manganometrickou nebo volumetrickou metodou. Manganometrická titrace je založena na oxidačních vlastnostech manganistanu draselného. Princip metody lze popsat rovnicí $5 \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{O}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$. První nadbytečná kapka titrantu po dosažení bodu ekvivalence se projeví růžovým zbarvením titrovaného roztoku. Pro standardizaci roztoku manganistanu draselného se používá např. kyselina šťavelová jako základní látka. Titrace kyseliny šťavelové lze popsat rovnicí $5 (\text{COOH})_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 10 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$.

Půdní enzymy jsou základem půdní biochemie. Enzymatická stanovení patří k základním testům biologické aktivity půdy. Aktivita katalázy je tak jedním z ukazatelů intenzity biochemických procesů probíhajících v půdě.

4.2. Experimentální vybavení

Laboratorní materiál: laboratorní lžička, váženka, špachtlička, odměrná baňka 1000 ml, stříčka s destilovanou vodou, stojan, ocelový kruh, titrační byreta, titrační baňka, kahan, síťka, pipeta, Erlenmayerovy baňky 250 ml, odměrný válec, kádinky, filtrační papír, nálevka

Chemikálie: KMnO_4 , destilovaná H_2O , $(\text{COOH})_2$, H_2SO_4 , H_2O_2

Přístroje: digitální předvážky, analytické váhy

4.3. Pracovní postup

4.3.1. Příprava titračního roztoku

- Navážíme 3,2 g KMnO_4 , rozpustíme v destilované H_2O a v odměrné baňce o objemu 1000 ml doplníme vodou po rysku. Roztok je vhodné připravit předem a v zásobní láhvi uchovat nejméně 14 dní.
- Vypočítáme navážku na přípravu 250 ml $0,05 \text{ mol.l}^{-1}$ roztoku kyseliny šťavelové dosazením do vzorce $m = M \cdot c \cdot V \text{ (g)}$.

M – molekulová hmotnost kyseliny šťavelové (126,07)

c – požadovaná koncentrace roztoku (mol.l^{-1})

V – požadovaný objem (l)

- Přibližně navážíme vypočítané množství, přesnou navážku si zapíšeme.
- Navážku rozpustíme v destilované H_2O v odměrné baňce na 250 ml a doplníme po rysku. Spočítáme přesnou koncentraci kyseliny šťavelové.
- Sestavíme titrační aparaturu a odměrnou byretu naplníme odměrným roztokem KMnO_4 . Přebytečný roztok nad ryskou odпустíme do kádinky a pod titrační baňku dáme bílý papír.
- Do titrační baňky napipetujeme 20 ml roztoku kyseliny šťavelové a 10 ml 25% H_2SO_4 .
- Titrační baňku zahřejeme na síťce nad kahanem na teplotu 90°C .
- Nenecháme vychladnout, krouživými pohyby stále promícháváme a po kapkách titrujeme roztokem KMnO_4 z byrety až do trvale růžového zbarvení (přetrvává alespoň 1 min).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

4.3.2. Stanovení aktivity katalasy

- Do dvou 250 ml Erlenmayerových baněk odvážíme po 2 g půdy, do každé přilijeme 20 ml destilované H₂O a jemně protřepeme.
- Do jedné z baněk, která bude sloužit jako kontrolní vzorek, přilijeme 5 ml 10% H₂SO₄, protřepeme a necháme stát.
- Do obou baněk přidáme 5 ml 1% H₂O₂, lehce protřepeme a necháme stát 15 min při pokojové teplotě.
- Do baňky se vzorkem (ke kterému na počátku nebyla přidána kyselina sírová) přidáme 5 ml 10% H₂SO₄.
- Baňky protřepeme a zfiltrujeme.
- Do čistých kádínek odebereme 10 ml filtrátu, doplníme 10 ml destilované H₂O a titrujeme 0,1 M KMnO₄ do trvalého růžového zbarvení.

4.4. Vyhodnocení výsledků

- Vypočítáme přesnou koncentraci kyseliny šťavelové dosazením do vzorce $c(\text{COOH})_2 = \frac{m(\text{navážka})}{m(\text{výpočet})} \cdot 0,05 (\text{mol.l}^{-1})$. Za m dosadíme vypočítanou a naváženou hodnotu kyseliny šťavelové v g.
- Vypočítáme faktor titrace pro výpočet koncentrace KMnO₄ (Ft_1) a pro výpočet koncentrace peroxidu vodíku (Ft_2). Faktor titrace se počítá je dán poměrem stechiometrických koeficientů stanovované složky a odměrného činidla.

- Vypočítáme přesnou koncentraci KMnO₄ dosazením do vzorce $c(\text{KMnO}_4) = \frac{V_{(\text{COOH})_2} \cdot c_{(\text{COOH})_2} \cdot Ft_1}{V_{(\text{KMnO}_4)}} (\text{mol.l}^{-1})$.

$V_{(\text{COOH})_2}$ – použitý objem roztoku kyseliny šťavelové

$c_{(\text{COOH})_2}$ – přesně vypočtená koncentrace kyseliny šťavelové

$V_{(\text{KMnO}_4)}$ – spotřeba odměrného činidla (KMnO₄)

- Vypočítáme koncentraci peroxidu vodíku v obou vzorcích půdy dosazením do vzorce

$$c(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{V_{(\text{KMnO}_4)} \cdot c_{(\text{KMnO}_4)} \cdot Ft_2}{V_{(\text{H}_2\text{O}_2)}} (\text{mol.l}^{-1})$$

$V_{(\text{KMnO}_4)}$ – spotřeba odměrného činidla (KMnO₄)

$c_{(\text{KMnO}_4)}$ – přesně vypočtená koncentrace KMnO₄

$V_{(\text{H}_2\text{O}_2)}$ – použitý objem roztoku vzorku



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

- Rozdíl v koncentraci peroxidu vodíku v kontrolním a reálném vzorku půdy odpovídá množství peroxidu vodíku odbouranému katalasou. Aktivitu katalasy vypočítáme dosazením do vzorce

$$a = \frac{n}{t} = \frac{c \cdot V}{t} (\text{mol} \cdot \text{s}^{-1})$$

n – látkové množství stanovovaného analytu (mol)

t – čas, po který reakce běžela (15 min), udává se v sekundách

c – koncentrace stanovovaného analytu ($\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$)

V – objem reakční směsi (l)

5. Stanovení obsahu uhličitánů v půdě

5.1. Teoretický úvod

Podstata stanovení uhličitánů spočívá v jejich snadném rozkladu kyselinou podle rovnice: $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 4 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Čím více je v půdě uhličitánů, tím větší množství CO_2 se uvolní a reakce je intenzivnější.

5.2. Experimentální vybavení

Laboratorní materiál: miska, laboratorní lžička, odměrný válec nebo pipeta

Chemikálie: 10% HCl, CaCO_3

Přístroje: manometr, digitální předvážky, analytické váhy

5.3. Pracovní postup

5.3.1. Kvalitativní stanovení obsahu uhličitánů

- Do mělké misky nalijeme malé množství 10 % HCl.
- Odvážíme 2 g zeminy a lžičkou přidáme do misky s kyselinou.
- Podle intenzity šumění lze odhadnout obsah uhličitánů.

5.3.2. Kvantitativní stanovení obsahu uhličitánů

- Do vyvíjecí nádoby manometru navážíme 10 g zeminy.
- Do vratné nádoby odměříme 10 ml 10 % HCl.
- Uzavřeme vyvíjecí nádobku a přelijeme HCl do vyvíjecí nádoby na zeminu. Rozkladu uhličitánů napomáháme občasným protřepáním baňky. Rozklad je ukončen, jestliže se ručička manometru dále nevychyluje.
- Na manometru odečteme naměřenou hodnotu tlaku. Ze zjištěného tlaku vyčteme z kalibračního grafu procentuální obsah uhličitánů.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

- Pro sestrojení kalibračního grafu se proměří tlak CO_2 vzniklý rozkladem známého množství uhličitánů. Do vyvíjecí nádobky se naváží postupně 50, 100, 200 a 400 mg CaCO_3 , které odpovídají 0,5, 1, 2 a 4 % uhličitánů.

5.4. Vyhodnocení výsledků

- Hodnocení kvalitativní zkoušky:

šumění	obsah uhličitánů
sotva znatelné, krátce trvající, nebo žádné	do 0,3%
silnější, krátce trvající	0,3-2,0%
silné, déle trvající	nad 2,0%

- Obsahuje-li půda více než 0,3 % uhličitánů, je zásoba uhličitánů v půdě dostačující a není nutné vápnit.

6. Stanovení přijatelných forem fosforu

6.1. Teoretický úvod

Fosfor se v přírodě vždy vyskytuje ve svém nejvyšším oxidačním stupni – aniont kyseliny fosforečné PO_4^{3-} . Obsah veškerého fosforu v půdách se pohybuje v rozmezí 0,03 – 0,13 % P (0,07 – 0,29 % P_2O_5). Převážná část minerálních sloučenin fosforu v půdě je ve formách ve vodě nerozpustných, podíl vodorozpustných sloučenin je velmi malý. Biochemicky nejvýznamnější a nejreaktivnější organické sloučeniny fosforu v půdě jsou fosforylované sacharidy. Představují obrovské množství biochemicky využitelné energie, která je potřebná při mnoha reakcích v půdě. Vazba mezi fosfátem a organickou složkou je energeticky bohatá a zároveň málo stabilní. Fosfátový iont se z těchto látek snadno uvolňuje a stává se pro rostliny dobře využitelným.

Celkový výživný potenciál půdy, pokud jde o fosfor, je dán obsahem přijatelných (labilních) forem fosforu, které se souhrnně vyjadřují jako faktor kapacity. Pro bezprostřední příjem této živiny rostlinami je rozhodující momentální koncentrace fosforečnanových iontů v půdním roztoku, která se obecně označuje jako faktor intenzity (I). Většinou je koncentrace v půdním roztoku velmi nízká.

6.2. Experimentální vybavení

Laboratorní materiál: Erlenmayerova baňka, laboratorní lžička, stojan, ocelový kruh, kádinka 100 ml, nálevka, filtrační papír, odměrné baňky 25 ml, stříčka s destilovanou vodou, odměrný válec, pipeta

Chemikálie: dihydrogenfosforečnan sodný, Mehlichovo extrakční činidlo ($0,2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CH}_3\text{COOH}$, $0,015 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{F}$, $0,013 \text{ mol.l}^{-1} \text{ HNO}_3$, $0,25 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ a $0,001 \text{ mol.l}^{-1} \text{ EDTA}$), 10% kyselina askorbová, roztok kyseliny amidosulfonové (1 g $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ rozpustit v 10 ml destilované H_2O), roztok tetrahydrátu molybdenanu amonného (1,25 g $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$ rozpustit v 20 ml destilované H_2O), roztok hemihydrátu vinanu antimonylo-draselného ($0,0345 \text{ g SbOKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2} \text{ H}_2\text{O}$ rozpustit v

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

10 ml destilované H₂O), roztok kyseliny sírové (14,4 ml koncentrované H₂SO₄ se za chlazení a míchání přidá k 30 ml destilované H₂O)

Přístroje: digitální předvážky, třepačka, spektrofotometr

6.3. Pracovní postup

- Do Erlenmayerovy baňky navážíme 5 g jemnozeme a přelijeme 50 ml Mehlichova extrakčního činidla.
- Třepeme na třepačce po dobu 10 min a poté přefiltrujeme.
- Připravíme si zásobní roztok dihydrogenfosforečnanu draselného tak, aby 1 ml roztoku obsahoval 0,005 mg fosforu.
- Do 25 ml odměrných baněk napipetujeme filtrát a standardy podle následující tabulky:

objem pracovního roztoku (ml)	objem destilované vody (ml)
0	20
0,1	19,9
0,5	19,5
1	19
1,5	18,5
2	18
2,5	17,5
3	17
3,5	16,5
4	16

- Připravíme směsný roztok: k roztoku kyseliny sírové se po ochlazení na laboratorní teplotu opatrně přidají roztoky kyseliny amidosulfonové, tetrahydrátu molybdenanu amonného a hemihydrátu vinanu antimonylo-draselného. Všechny roztoky připravíme v množství uvedeném v kapitole 6.2. Experimentální vybavení. V odměrné baňce doplníme do 100 ml. Uchováváme v chladu a ve tmě.
- Do všech baněk přidáme 1,5 ml směsného roztoku, promícháme a přidáme 0,5 ml roztoku kyseliny askorbové.
- Destilovanou vodou doplníme po rysku a necháme stát 10 min.
- Změříme absorbanci při vlnové délce 700 nm

6.4. Vyhodnocení výsledků



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávání středoškolských pedagogů a studentů středních škol jako nástroj ke zvyšování kvality výuky přírodovědných předmětů

CZ.1.07/1.1.00/14.0016

- Vynesením absorbancí kalibračních standardů dihydrogenfosforečnanu draselného proti jejich koncentraci vytvoříme kalibrační graf.
- Z kalibračního grafu určíme koncentraci fosforu ve vzorku půdy.