

השפעת גשם חומצי על מבנים, מתכות ואורגניזמים חיים

כרטיס זיהוי של הפעילות

	הפעילות משתלבת
משאב האוויר, מערכות אקולוגיות	בנושא
חומרים יכולים להזיק לאדם ולסביבה: הגשם החומצי: ברמת התופעה	ברעיון
התאמה לסביבה, תחום סבילות ערך ההגבה, סולם pH, תמיסות חומציות ובסיסיות, יוני מתכות, קורוזיה (איכול)	מושגים קרובים לנושא
ניסויים ובדיקות (תצפיות)	סוג הפעילות
ארגון תצפיות בטבלה, תיאור תצפית, הסקת מסקנות, חשיבה ביקורתית, יישום ידע מהניסוי להבנת תופעות בסביבה, חיפוש מידע ברשת, תכנון ניסוי על כל שלביו.	מיומנויות
פעילות מקורס מורים מובילים במדעי הסביבה תשע"ב בריכוזה של רבקה משגב. עיבוד במסגרת המרכז הארצי למורי ביולוגיה ולמורי מדעי הסביבה.	הפעילות מבוססת על

דפים לתלמיד

דפים למורה

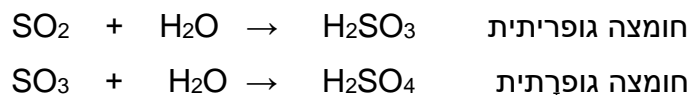
רשימת כלים וחומרים

השפעת גשם חומצי על מבנים, מתכות ואורגניזמים חיים

דפים לתלמיד

הגשם החומצי, מזהם מקורות מים (אגמים, נהרות, נחלים), פוגע ביצורים החיים המצויים בהם, גורם בליה של מבנים עתיקים, מאכל מתכות שהיונים שלהן מחלחלים למי תהום ומזהמים אותם, מביא למותם של יערות ושל גידולים חקלאיים, גורם לקרקע להפוך חומצית, ועוד. גשם נחשב כחומצי כאשר ה-pH שלו הוא 5.5 ומטה.

כאשר טיפות הגשם עוברות באוויר, מתמוססים בהן גזים שונים המצויים באוויר החופשי. אחד מהגזים הוא SO_2 שנפלט כתוצאה משרפת דלק או משרפת פחם (המכילים גופרית). כשירד גשם, וטיפות המים "פוגשות" את הגז SO_x (SO_2 , SO_3) מתרחשת ביניהם התגובה הבאה:



בפעילות זו תכירו את הנזקים שגורם הגשם החומצי למבני גיר, למתכות ולאורגניזמים חיים. חומצה גופרתית תשמש כחלופה לגשם החומצי.

חלק ראשון – השפעת חומצה על מבני גיר¹

א. על המגש שלפניכם 4 כוסות המסומנות במספרים 1-4. בכל כוס 100 מ"ל תמיסה. בכוס מס. 1 – מים ובכוסות מס. 2-4 חומצה גופרתית H_2SO_4 בריכוזים שונים.

שימו לב! חומצה גופרתית היא חומצה חזקה ואסור לגעת בה.

ב. קחו 4 מקלונים למדידת pH. הכניסו מקלון אחד לתוך כוס מס. 1. כעבור כמה שניות הוציאו אותו והשוו את הצבעים שהתקבלו עליו עם מפתח ה-pH על גבי קופסת המקלונים. רשמו את דרגת החומציות (pH) על גבי הכוס ובנוסף, גם בטבלה מס. 1 (בהמשך). חזרו על פעולה זאת עם מקלונים חדשים למדידת pH ב-3 התמיסות הנוספות.

ג. הכניסו לכל אחת מהכוסות פיסת גיר באורך 1 ס"מ (ו/או קליפת ביצה).

ד. עקבו אחרי התהליך ובדקו שנית כעבור כמה שעות ו/או כעבור יום על פי הנחיות המורה. רשמו בטבלה את תצפיותיכם.

¹ הניסויים של חלק זה ושל החלק השני מעובדים על פי "השפעת חומצה על גיר" מתוך הספר כאוויר לנשימה (1997) א. בלום, הפקולטה למדעי החקלאות, האוניברסיטה העברית.

שאלות

1. רשמו במקום המתאים בטבלה 1 את דרגת החומציות של כל אחת מהתמיסות שקיבלתם.
2. תארו מה קרה לכל אחת מפיסות הגיר כאשר באו במגע עם החומצה. רכזו תצפיותיכם בטבלה.
טבלה 1: השפעת ריכוזים שונים של חומצה גופרתית על פיסת גיר

שלושה ימים לאחר ההכנסה לתמיסה	יומיים לאחר ההכנסה לתמיסה	יום לאחר ההכנסה לתמיסה	דקות לאחר ההכנסה לתמיסה	
				מים pH= _____
				תמיסה 2 pH= _____
				תמיסה 3 pH= _____
				תמיסה 4 pH= _____

3. מה הקשר בין דרגת החומציות בתמיסות השונות לבין השינוי שחל בפיסות הגיר או בקליפות הביצה השונות?
4. הסבירו את השינוי שחל בפיסת הגיר ובקליפות הביצה.
5. מה ניתן ללמוד מניסוי זה לגבי השפעתו של הגשם החומצי על מבנים עתיקים הבנויים מאבן גיר?
6. איזה סוג מבנים עשויים אבן גיר וחשופים לנזקי הגשם החומצי?
7. מהו הקשר בין רמת זיהום האוויר בגופרית דו-חמצנית ובין מידת הבלייה של מבנים שונים? נמקו את טענתכם.
8. האם באזור לח ובאזור יבש קיימת אותה סכנה למבני גיר? נמקו.
9. הפירמידות במצריים נשמרו כמעט ללא פגע במשך אלפי שנה, בעוד מבנים עתיקים באיטליה נפגעו קשות. האם מידע זה תומך בתשובתך לשאלה 8?
10. בחומצה בריכוז נמוך, תהליך ההרס הוא איטי מאוד. התקן הישראלי קובע שריכוז הגופרית הדו-חמצנית באוויר לא יעלה על 0.1 חלקי מיליון. ריכוז זה קטן פי 100,000 מהריכוז הנמוך שבו השתמשנו בניסוי. מדוע, בכל זאת, קיימת בעיה של בליית מבני גיר עתיקים?

חלק שני – השפעת גשם חומצי על מתכות

במגש שלפניכם גוש של צמר פלדה, קיסמי עץ ו-4 מבחנות מסומנות במספרים 1-4 ומכילות תמיסות שונות. במבחנה מס. 1 יש מים ובמבחנות מס. 2-4 חומצה גופרתית (H_2SO_4) בדרגות pH שונות (ראו בטבלה).

- שפשפו מעט את גוש צמר הפלדה (על לוח עץ, מתכת או פלסטיק) וחלקו אותו ל-4 חלקים שווים פחות או יותר. בכל חלק הפרידו קצת את הסיבים זה מזה.
- הכניסו לכל מבחנה חלק אחד של צמר הפלדה שסיביו אינם הדוקים זה לזה, ודחפו אותו בעזרת קיסם כך שיטבול כולו בתמיסה.
- רשמו את תצפיותיכם בטבלה 2:

מספר המבחנה	דקות לאחר ההכנסה לתמיסה	יום לאחר ההכנסה לתמיסה	יומיים לאחר ההכנסה לתמיסה	שלושה ימים לאחר ההכנסה לתמיסה
1	מים pH=7			
2	H_2SO_4 pH=6			
3	H_2SO_4 pH=5			
4	H_2SO_4 pH=4			

שאלות

1. מהי מסקנתכם מהניסוי?
2. מדוע, לדעתכם, התבקשתם לשפשף מעט את צמר הפלדה?
3. ציינו 5 סוגי מבנים העשויים ממתכות ויכולים להינזק מגשם חומצי הנמשך לאורך זמן.
4. זיהום מי השתייה נבע בעבר, בין השאר, מאיכול מתכות (קורוזיה). הסבירו היגד זה.
5. אחד מהגורמים המזהמים את הנחלים ואת מי התהום הוא יונים של מתכות כבדות. כיצד הם מגיעים למי התהום?

חלק שלישי - השפעת גשם חומצי על הצומח

על שולחנכם 8 עלים ירוקים, "בריאים" שנלקחו מצמח אחד, ו-4 כוסות כימיות קטנות המסומנות באותיות א-ד. תכולתן זהה לתכולת מבחנות 1-4 בחלק השני. רשמו על כל כוס את תכולתה ואת דרגת ה-pH שלה.

א. הדגמת הנזק ממגע ישיר של חומצה בעלים (נזק לנוף הצומח)

- לתוך כל כוס הכניסו שני עלים, כך שיטבלו בתמיסה. היעזרו לשם כך בקיסמים שעל שולחנכם.
1. תארו את תצפיתכם. רשמו כעבור כמה זמן ניכר השינוי.
 2. בחלק זה הודגם הנזק שעלול להיגרם לנוף הצמח כתוצאה ממגע ישיר עם חומצה. במה שונה המערכת בטבע ממערכת הניסוי?

ב. השפעת הגשם החומצי על הצומח בגלל העלייה בחומציות הקרקע

הנזק שגורם הגשם החומצי לצמחייה נגרם לא רק באופן ישיר בגלל פגיעת החומצה בנוף העץ, אלא גם באופן עקיף בגלל השפעת הגשם החומצי על הקרקע עצמה.

1. חפשו ברשת האינטרנט מידע על השפעת הגשם החומצי על הקרקע, וכתבו כיצד שינויים אלו משפיעים על הצמחים.
2. תכננו ניסוי לבדיקת השפעת הגשם החומצי על צמחים בעקבות השפעתו על הקרקע.
 - א. נסחו שאלת חקר לניסוי שברצונכם לערוך.
 - ב. ציינו מהו המשתנה התלוי וכיצד תמדדו אותו.
 - ג. ציינו את המשתנה הבלתי תלוי וכיצד תשנו אותו?
 - ד. העלו השערה ביחס לשאלת החקר שבחרתם. נמקו את ההשערה תוך התייחסות לידע רלוונטי שיכול להסביר את השערתכם.
3. א. הציעו בקרה לניסוי ונמקו את בחירתכם.
ב. ציינו לפחות 3 גורמים שיש לשמור עליהם קבועים במהלך הניסוי. מדוע בחרתם דווקא גורמים אלו?
4. כיצד תבטיחו שתוצאות הניסוי לא יהיו מקריות?

שאלות נוספות –

1. קראו על נזקי הגשם החומצי במערכות אקולוגיות והסבירו כיצד מושפעים בעלי החיים מהגשם החומצי.
2. האם תמיד הגשם החומצי יורד באזורים תעשייתיים או יש גם מקרים בהם הגשם החומצי יורד במקומות מרוחקים מאזורים תעשייתיים? אם כן, איך הוא מגיע לאזורים אלה?

דפים למורה

בפעילות זו מספר חלקים.

א. [השפעת גשם חומצי על מבני גיר](#)

ב. [השפעת גשם חומצי על מתכות](#)

ג. [השפעת גשם חומצי על אורגניזמים חיים \(בעיקר צמחים\)](#)

בדפים למורה תמצאו [שני נספחים](#):

I. ניסוי להדגמת השפעת הגופרית הדו חמצנית על צמחים שונים.

II. [שיטות מדידת pH](#), המיועד לתלמידים שעוד לא התנסו בכך.

מטרת הניסויים

- הכרת נזקי הגשם החומצי והשפעתו על גורמים א-ביוטים ומבני אבן גיר, וכן על גורמים ביוטיים כגון ביצי אורגניזמים יבשתיים וצמחים
- הכרת נזקי הגשם החומצי על מתכות – איכול מתכות (ניתן למזג בניסוי עצמו או להציג כהדגמה לתלמידים)

רקע עיוני/מדעי

גשם חומצי הוא אחת הבעיות הסביבתיות החמורות ביותר בעולם, במיוחד במדינות המפותחות כמו אירופה וצפון אמריקה.

המונח "גשם חומצי" הוא שם כולל למשקעים שדרגת החומציות שלהם נמוכה מ-5.5 ולהשוואה דרגת החומציות של מי טהורים (ללא מומסים) הוא 7. כיום גשם רגיל הוא חומצי מעט, בהשפעת הפחמן הדו-חמצני וגזים נוספים בריכוזים נמוכים שבאוויר, שמגיבים עם טיפות המים, ונוצרת חומצה. גשם חומצי נוצר בתגובת המסה של תחמוצות גופרית SO_x ותחמוצות חנקן NO_x (אשרירותי יכול להיות 2, 3) באדי מים הנמצאים באוויר; תחמוצות הגופרית נפלטות בעיקר ממפעלי תעשייה ובתי זיקוק מבעירה של דלק פוסילי, בעיקר פחם. תחמוצות החנקן נפלטות בעיקר מכלי רכב. במדינות המתועשות כמויות עצומות של גופרית דו חמצני ותחמוצות החנקן נפלטות לאוויר בכל שנה. אדי המים שבאוויר חוזרים אל הקרקע כמשקעים חומציים.

הגשם החומצי מזהם מקורות מים (אגמים, נהרות, נחלים), פוגע ביצורים החיים המצויים בהם, גורם בליה של מבנים עתיקים, מאכל מתכות שהיונים שלהם מחלחלים למי תהום ומזהמים אותם, מביא למותם של יערות ושל גידולים חקלאיים, הקרקע הופכת חומצית.

הערות והמלצות למורה

- הפעילות מחולקת לשלושה חלקים, אולם ניתן להעמיד את כל החלקים במקביל, או לחלק את החלקים השונים בין קבוצות תלמידים בכיתה. לחלק השני (השפעת גשם חומצי על מתכות) – על התלמידים להכיר את המונח קורוזיה-איכול מתכות.
- לתלמידים שאינם מכירים את המונחים דרגת חומציות, ערך ההגבה, רמת pH כדאי להקדים עם פעילות קטנה בנושא זה (בנספח - בדיקת דרגת חומציות של תמיסות), או להדגים לפני תחילת הפעילות עם הסבר קצר על אינדיקטורים ומקלוני pH.
- יש להיזהר ולהזהיר את התלמידים בטיפול בחומצה. אסור לגעת בחומצה! אסור למזוג מים לתוך חומצה מרוכזת. (צריך ליצוק בזהירות את החומצה לתוך המים)
- אפשר לעשות פעילות מצומצמת יותר בה משתמשים בחומץ, ובודקים את השפעת החומץ בהשוואה למים כביקורת. אפשר גם להכין תמיסות חומץ בדרגות pH שונות (בעזרת סודה לשתייה).
- בחלק הראשון בניסוי עם קליפות הביצה נוצרות בועות המציפות את קליפת הביצה. כדאי מדי פעם להשקיע בעדינות את הקליפה בעזרת קיסם.
- אפשר להוסיף לניסויים השונים שאלות העוסקות במיומנויות חקר, למשל:
 - מהו המשתנה התלוי בניסוי? כיצד מודדים אותו?
 - מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי? כיצד שינינו אותו?
 - מהי הבקרה בניסוי? הסבירו את בחירתכם.
 - מהי ההשערה שנבדקה בניסוי? על מה מבוססת ההשערה?
 - מהם הגורמים שנשמרו קבועים בניסוי?
- בחלק של המתכות חשוב לשפסף את צמר הפלדה ואת המגנזיום על מנת לחשוף את המתכת ולזרז את התהליך.
- להדגמת איכול מתכות אפשר להשתמש בפס מגנזיום (כ-3 ס"מ), ש"נעלמת" מהר מאוד.
- בחלק השלישי אפשר להחליף את הבקשה לתכנון ניסוי (הבודק את השפעת הגשם החומצי בהשקיה) לניסוי ממש. לשם כך יש להשתמש ב-4 שתילים עונתיים צעירים (מאלו הנמכרים במשתלות בכוסות קטנות). (אפשר כמובן יותר, כחזרות, אם כי אפשר להשוות את התוצאות של כל התלמידים שעבדו עם אותם צמחים). לתכנון הניסוי – ראו בתשובות לשאלה 5 בחלק השלישי.
- להדגיש בהסקת מסקנות כי ככל שרמת החומציות של "הגשם החומצי" גבוהה יותר (ריכוז יוני המימן גבוה, או ערך ההגבה קטן יותר) כך הנזק הצפוי גדול יותר.

תשובות לשאלות

חלק ראשון – השפעת חומצה על מבני גיר

1. מהי דרגת החומציות של כל אחת מהתמיסות שהכנת?
על פי התמיסות שהיו על שולחן התלמיד
2. תארו מה קרה לכל אחת מפיסות הגיר וקליפות הביצה כאשר באו במגע עם החומצה.
תחילה רואים בועות יוצאות מהגיר ומקליפות הביצה. אחר כך, עם הזמן הגיר מתפורר (רואים גרגרים בקרקעית הכוס). קליפת הביצה נעלמת עם הזמן.
3. מה הקשר בין השינוי שחל בפיסות הגיר בתמיסות השונות לבין דרגת החומציות שלהן?
ככל שה-pH של החומצה נמוך יותר (רמת החומציות גבוהה) התגובה בין החומצה לגיר ולקליפת הביצה מהירה יותר וחזקה יותר.
4. הסבירו את השינוי שחל בפיסת הגיר.
הגיר (CaCO_3) הגיב בתגובה כימית עם יונים בחומצה הגופרתית. כתוצאה מכך התמוססה אבן הגיר. הבועות שיצאו הן בועות CO_2 . התגובה הכימית היא:
$$\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
5. מה ניתן ללמוד מניסוי זה לגבי השפעתו של הגשם החומצי על מבנים עתיקים הבנויים מאבן גיר?
בגשם חומצי ריכוז יוני ה- H^+ גבוה ולכן הוא "מתנהג" כחומצה ומגיב בתגובה כימית עם אבן הגיר (שהיא בעלת אופי בסיסי). הדבר בא לידי ביטוי בשחיקת האבן והתפוררותה כלומר הרס הדרגתי של המבנה העתיק.
6. איזה סוג מבנים עשויים אבן גיר וחשופים לנזקי הגשם החומצי?
מבנים עתיקים, בניינים, פסלים ואנדרטאות.
7. מהו הקשר בין רמת זיהום האוויר בגופרית דו-חמצנית ובין מידת הבלייה של מבנים שונים? נמק טענתך.
ככל שרמת הזיהום גבוהה יותר, כמות הגזים באוויר גבוהה יותר, ויותר גזים מתמוססים במי הגשמים. כתוצאה מכך, ככל שרמת הזיהום גבוהה יותר הגשם חומצי יותר (pH נמוך יותר), תגובתו עם הגיר במבנים חזקה יותר, כלומר הנזק למבנים גדול יותר.
8. האם באזור לח ובאזור יבש קיימת אותה סכנה למבני גיר? נמקו.
באזור לח, בו יש יותר גשמים, הגזים מתמוססים במי הגשמים ונוטפים על המבנים. באזורים יבשים יש פחות גשמים, הגזים באוויר לא מתמוססים ולכן מבני הגיר נחשפים הרבה פחות לחומצות.
9. הפירמידות במצריים נשמרו כמעט ללא פגע במשך אלפי שנה, בעוד מבנים עתיקים באיטליה נפגעו קשות. האם מידע זה תומך בתשובתך לשאלה 8?
הפירמידות באזור יבש – לא סבלו מהגשם החומצי לעומת איטליה בה יורדים גשמים והגשם החומצי משפיע על המבנים בה.

10. כאשר מטפטפים חומצה בריכוז נמוך, תהליך ההרס הוא איטי מאוד. התקן הישראלי קובע שריכוז הגופרית הדו-חמצנית באוויר לא יעלה על 0.1 חלקי מיליון. ריכוז זה קטן פי 100,000 מהריכוז הנמוך שבו השתמשנו בניסוי. מדוע, בכל זאת, קיימת בעיה של בליית מבני גיר עתיקים? לתופעה יש כמה הסברים אפשריים:
- א. הגזים הנפלטים מהתעשייה ומכלי התחבורה נישאים ברוח, ולכן ייתכן שלמרות שבישראל מקפידים ורמת הזיהום נמוכה, הגזים עשויים להגיע ממדינות שכנות, בהן מקפידים פחות.
- ב. באוויר קיימים גזים שונים המתמוססים במי הגשמים ולא רק SO_2 , לכן כנראה שגזים שונים אחראיים אף הם לבלייה.

חלק שני – השפעת חומצה על מתכות

1. מהי מסקנתכם מהניסוי?
החומצה פוגעת במתכות (איכול, קורוזיה), ועם הזמן המתכות מתפוררות.
2. מדוע התבקשתם לשפשף מעט את צמר הפלדה?
כחלק מהגנה בפני קורוזיה מצפים את המוצרים השונים בציפויים שיגנו על המתכת. השפשוף מוריד את ההגנה וחושף את המתכת לחומצה. השפשוף מזרז את הפגיעה על ידי החומצה.
3. ציינו 5 סוגי מבנים העשויים ממתכות ויכולים להינזק מגשם חומצי הנמשך לאורך זמן?
פסלי ברזל ואנדרטאות, מסילות רכבת, ברזלים המחזקים מבני בטון, מבנים מתכתיים, מכלי אגירה גדולים וצינורות חשופים.
4. זיהום מי השתייה נבע בעבר, בין השאר, מאיכול מתכות (קורוזיה). הסבירו היגד זה.
בעבר צינורות המים היו עשויים מתכות. החומציות גרמה לאיכול צינורות המים שהיו עשויים בעבר ממתכת. כתוצאה מכך יוני מתכת היו ניתקים מהצינור ומזהמים את מי השתייה. כיום, בשל מודעות, מוחלפים צינורות המים לצינורות פלסטיק.
5. אחד מהגורמים המזהמים את הנחלים ואת מי התהום הוא יונים של מתכות כבדות. כיצד הם מגיעים למי התהום?
מתכות (המצויות בערמות פסולת, במבני מתכת וכו') עוברות תהליכי איכול/קורוזיה בהשפעת גורמים שונים כמו חומצות ומגע עם חמצן. כתוצאה מכך הן מתפרקות. גשמים שוטפים את יוני המתכות וכך הם מגיעים למי הנחלים. מי הגשמים המחלחלים בקרקע, סוחפים עמם מתכות אלה, ולעיתים הם מגיעים עד מי התהום.

חלק שלישי – השפעת חומצה על צמחים

1. תארו את תצפיתכם.
עם הזמן העלים נצרבים ומופיעים בהם חורים. (הופעת הנזק תלויה תלוי כמובן בסוג העלה)
2. בחלק זה של הפעילות הודגם הנזק שעלול להיגרם לנוף הצמח כתוצאה ממגע ישיר עם חומצה. במה שונה המערכת בטבע ממערכת הניסוי?

בניסוי העלים היו שקועים לגמרי בחומצה. בטבע המגע אינו כל כך אינטנסיבי. המגע הוא בעיקר בצד העליון של העלה (ולא משני צידיו), ואינו נמשך ברצף כמה יממות. כמו כן הגשם החומצי הוא pH5.5.

ב. השפעה על ידי השקיה

3. קראו על השפעת הגשם החומצי על הקרקע, וכתבו כיצד שינויים אלו משפיעים על הצמחים. הגשם החומצי מעלה גם את חומציות הקרקע. קרקעות חומציות פוגעות בפעילות של שורשי הצמחים וכתוצאה מכך באספקת המינרלים החיוניים לצמח. הצמחים זקוקים למינרלים לתהליכים שונים המתרחשים בהם, ופגיעה לאורך זמן יכולה לגרום למחלות שונות ואף למות הצמחים.
4. תכננו ניסוי חקר לבדיקת השפעת הגשם החומצי על צמחים.
- א. נסחו שאלת חקר לניסוי שברצונכם לערוך.
לדוגמה: מה הקשר בין רמת החומציות של מי גשם להתפתחות צמח ה.....
- ב. ציינו מהו המשתנה התלוי וכיצד תמדדו אותו.
משתנה התלוי: גובה הצמח (בס"מ), פרחים (מספר), עלים (מספר).
- ג. ציין את המשתנה הבלתי תלוי וכיצד תשנה אותו?
משתנה הבלתי תלוי: רמת החומציות - חומצה בדרגות חומציות שונות.
- ד. העלו השערה ביחס לשאלת החקר שבחרתם. נמקו את ההשערה תוך התייחסות לידע רלוונטי שיכול להסביר את השערתכם.
השערה: ככל שרמת החומציות גבוהה (pH נמוך) הצמחים יתפתחו פחות
נימוק: ירידת PH בקרקע גורמת לשחרור יוני מתכות רעילות בקרקע. הצמח קולט יונים אלה דרך השורשים. קרקעות חומציות פוגעות בשורשי הצמחים וכך פוגעות באספקת המינרלים החיוניים לצמח. בנוסף, הגשם החומצי פוגע בשכבת המגן שמכסה את העלים ובכך פוגע ביכולתם לבצע את תהליך הפוטוסינתזה.
- ה. הציעו בקרה לניסוי ונמקו את בחירתכם.
הבקרה לניסוי היא השקיה במים ולא בחומצה. כל הצמחים יהיו באותם תנאים, וההבדל היחיד יהיה היעדר חומציות במי ההשקיה.
- ו. ציינו את הגורמים שיש לשמור עליהם קבועים במהלך הניסוי. מדוע בחרתם דווקא גורמים אלו?
גורמים קבועים: סוג האדמה, כמות האור, כמות המים להשקיה, תדירות ההשקיה, סוג הצמח וגיל השתילים. גורמים אלו משפיעים על צמיחה, ואם לא נשמור אותם קבועים לא נוכל לייחס את השינויים לגשם החומצי.
- ז. כיצד תבטיחו שתוצאות הניסוי אינן מקריות?
נערוך מספר חזרות.

שאלות נוספות

1. קראו על נזקי הגשם החומצי במערכות אקולוגיות והסבירו כיצד מושפעים בעלי החיים מהגשם החומצי.

באזורים בהם הגשם מאוד חומצי, או שיש גשם חומצי לאורך זמן חלה ירידה ברמת ה-pH של מי האגמים. חלק מבעלי-חיים, החיים בסביבה הלחה, כמו מינים מסוימים של דגים, של רכיכות ושל חרקי מים, רגישים יותר לחומציות המים, והם מתים או נפגעים. כתוצאה מכך כל בעלי-החיים, הקשורים למערכת האקולוגית, נפגעים, העופות, הניזונים מהדגים, הצפרדעים, הניזונות מחרקי המים ועוד.

בנוסף – בעלי חיים רבים מטילים ביצים עם קליפה קשיחה. קליפה זאת מכיל אף היא סידן פחמתי (כמו בחלק הראשון של הפעילות). סביר להניח שביצים אלו, אם הן יחשפו לגשם החומצי, ייפגעו אף הן.

2. האם תמיד הגשם החומצי יורד באזורים תעשייתיים או יש גם מקרים בהם הגשם החומצי יורד במקומות מרוחקים מאזורים תעשייתיים? אם כן, איך הוא מגיע לאזורים אלה? הגזים נישאים ברוח, ולכן בתנאים מסוימים הם יגיעו למדינות שכנות ויתמוססו בגשמים היורדים שם, למרות שנפלטו הרחק משם.

רשימת כלים וחומרים (לשלושת חלקי הניסוי)

8 כוסות כימיות קטנות מסומנות 1-4 ו-א-ד. (הכוסות צריכות להיות בגודל שיכיל קליפה של חצי ביצה, או 2 עלים).

4 מבחנות זכוכית +מעמד מסומנות 1-4 (או כוס שתכיל את המבחנות)

3 תמיסות של חומצה H_2SO_4 בדרגות חומציות: pH= 6.5, pH= 5.5, pH= 4 (400 מ"ל מכל תמיסה)

התמיסות יחולקו לכוסות ולמבחנות, לפי ה"מפתח" הבא.

1 [הכלי יכיל מים = pH7]; 2 [הכלי יכיל חומצה גפרתית pH6]; 3 [הכלי יכיל חומצה גפרתית pH5]

4 [הכלי יכיל חומצה גפרתית pH4]. (כחלק מהפעילות התלמידים יצטרכו למדוד את ה-PH של התמיסה, ולרשום על הכלי את ה-pH).

4 פיסות גיר דומות בגודלן

4 חצאים של קליפות ביצים נקיות, ללא הקרום הפנימי (לא חייב להיות חצי מדויק, אך חלקים שלמים).

גוש קטן של צמר פלדה

[אם רוצים להדגים איכול מהיר של מתכת - פס מתכת מגנזיום באורך של כ- 3 ס"מ]

8 עלים מאותו צמח. רצוי להשתמש בעלים קטנים, לא גלדניים, אלא בעלים דקים ועדינים. רצוי עלים פשוטים ולא מורכבים.

מקלוני pH, עם מפתח הצבעים.

4 קיסמים ארוכים (כמו שיפודים)

נספח א: ניסוי להדגמת השפעת הגופרית הדו-חמצנית על צמחים שונים

מתוך הספר כאוויר לנשימה (1997) א. בלום, הפקולטה למדעי החקלאות, האוניברסיטה העברית. עמוד 65

כדי להדגים כיצד משפיעה הגופרית הדו-חמצנית על צמחים שונים נבצע ניסוי.

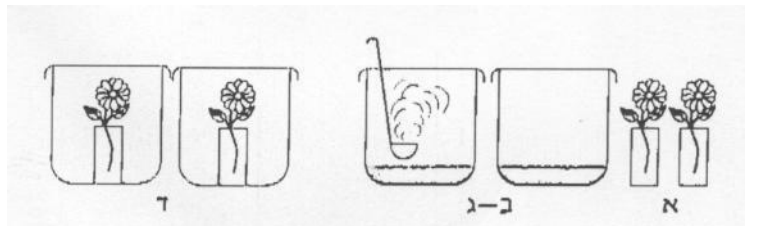
א. קחו שני בקבוקים קטנים עם מים ושימו בכל אחד ענף בעל פרח צבעוני.

ב. קחו שתי כוסות כימיות של 400 סמ"ק כל אחת, וצקו לתוכן מים בגובה 2 ס"מ. בכל כוס הניחו נייר pH, וכסו כל כוס בצלחת פטרי.

ג. מלאו כפית בערה בגופרית וחממו אותה מעל להבה כאשר הגופרית נדלקת הכניסו את הכפית בזריזות לתוך אחת הכוסות, מבלי שתיגע במים, ומהרו לכסות. כל זמן שהגופרית בוערת, הכוס מתמלאת באדי גופרית דו-חמצנית (SO_2).

ד. כאשר הגופרית חדלה לבעור הוציאו את הכפית, הכניסו לכל כוס בקבוק עם פרח, וכסו מיד.

יש להקפיד שהפעולה תיעשה בזריזות, כדי שאדי הגופרית הדו-חמצנית לא יתפזרו.



שלבי הניסוי

ה. במהלך השיעור עקבו אחר השינויים בצמחים. רשמו כל שינוי שתבחינו בו.

ו. השאירו את מתקן הניסוי במעבדה למשך יום נוסף, וחזרו לבדוק אם חלו שינויים נוספים בצמחים.

רשמו את המתרחש.

שאלות

1. מדוע משתמשים בשתי כוסות בניסוי הזה?

2. אילו נזקים נגרמו לצמח שהיה במגע עם זיהום הגופרית?

3. מה יכולות להיות ההשפעות האקולוגיות והכלכליות של הנזקים הנגרמים לצומח, כתוצאה מגשם חומצי?

4. בניסוי זה קיבלנו הדגמה של הנזקים שעלולים להיגרם כתוצאה מזיהום גופרית במה שונה

המערכת בטבע ממערכת הניסוי?

נספח II: בדיקת דרגת ה-pH של תמיסות

דפים לתלמיד

בחלק זה של הפעילות נמדוד את ערך ההגבה של תמיסות. לערך זה של תמיסות יש השפעה גדולה על מבנה ותפקוד חלבונים (למשל אנזימים) במערכות הגוף השונות ועל גורמים ביוטיים ואביוטיים בסביבה.

כדי לקבוע את ערך ההגבה של תמיסות תשתמשו בניר לקמוס או במקלון pH המשנים את צבעם בהתאם לערך ההגבה של התמיסה בה הם נטבלים.

הוראות עבודה

עבודה עם מקלוני pH

א. טבול מקלון pH בתמיסה "א", חכה לפחות 30 שניות ואז הוצא את המקלון. השווה את הצבע שהתקבל על המקלון לצבעים המופיעים על גבי האריזה של מקלוני ה-pH. (ראה צילום), וקבע את ה-pH של התמיסה.

ב. בדוק את יתר התמיסות (עם מקלון חדש בכל פעם).

ג. השלם את הטבלה הבאה:

האם התמיסה חומצית/בסיסית/ניטרלית?	דרגת pH	התמיסה הנבדקת
		א
		ב
		ג
		ד
		ה
		ו
		ז

ד. סדר את התמיסות על פי דרגת חומציות עולה: _____

עבודה עם ניירות לקמוס

טבול את נייר הלקמוס בתמיסה "א", חכה מספר שניות ואז הוצא את הנייר. רשום תצפיתך בטבלה. חזור על הפעולה עם חתיכה נוספת של נייר לקמוס מאותו צבע ורשום תצפיתך בטבלה.

לידיעתך:

נייר לקמוס כחול ישנה את צבעו בסביבה חומצית (pH נמוך מ-4.5) לאדום ואילו בסביבה בסיסית (pH גדול מ-8.3) יישאר כחול.

נייר לקמוס אדום ישנה את צבעו בסביבה בסיסית לכחול ואילו בסביבה חומצית יישאר אדום. השלם את הטבלה הבאה:

פעילויות מעבדה מדעי הסביבה
 השפעת גשם חומצי על מבנים, מתכות ואורגניזמים חיים

האם התמיסה חומצית/בסיסית/ניטראלית?	שינוי נייר לקמוס אדום	שינוי צבע נייר לקמוס כחול	התמיסה הנבדקת
			א
			ב
			ג
			ד
			ה
			ו
			ז

שאלות

1. הסבר מהו "ערך ההגבה" ומה הוא מציין?
2. כיצד קובעים את החומציות או הבסיסיות של תמיסה?
3. ציין שלושה גורמים שיכולים להשפיע על ערך ההגבה.
4. לפניך טבלה עם מספר חומרים וערכי pH אופייניים שלהם. ציין לגבי כל חומר אם הוא חומצה או בסיס

החומר	pH	חומצה או בסיס?
אמוניה- דשן	9-12	
מיץ לימון	2.4	
קוקה קולה או פפסי	2.5	
אקונומיקה	8.5-11.0	
מיץ תפוזים או תפוחים	3.5	
עגבנייה	4.0	
מלפפון	8.0-9.5	
גשם חומצי	5.0	
קפה	5.0	
תה	5.5	
חלב	6.5	
מים מזוקקים	7.0	
שקדים	8.5	
חומץ	2.9	
מי ים	7.5-8.0	
סבון ידיים	9.5-11.0	

דפים למורה לנספח II

חלק זה מיועד לתלמידים שלא מכירים את המונחים ערך הגבה, PH, רמת חומציות, הקשר שלהם לחומצות ובסיסים, ולא התנסו במדידת pH. תוך שימוש באינדיקטור כמו נייר לקמוס או מקלוני pH. לתלמידים אלה חלק זה יכול להקדים לפעילות גשם חומצי. אפשר כמובן לקצרו מאוד ולהסתפק בהנחיות המופיעות בתחילת הדף לתלמיד.

רקע עיוני/מדעי



ערך ההגבה מבטא את רמת החומציות או הבסיסיות של תמיסה מימית. בתמיסות שונות נוצרים יוני מימן (H^+) ויוני ההידרוקסיד (OH^-). כאשר ריכוז יוני המימן

בתמיסה עולה על ריכוז יוני ההידרוקסיד, התמיסה היא חומצית וכאשר ריכוז יוני ההידרוקסיד בתמיסה עולה על ריכוז יוני המימן, התמיסה היא בסיסית. מידת החומציות או הבסיסיות נמדדת בסולם pH, המבטא את ריכוז יוני המימן בתמיסה. סולם זה נע בין 1-14. תמיסות בעלות pH נמוך מ-7 מכונות חומצות, ותמיסות בעלות pH גבוה מ-7 מכונות בסיסים. תמיסה שה-pH שלה 7 היא תמיסה ניטרלית. ככל שהערך של ה-pH נמוך יותר החומצה חזקה יותר ומסוכנת יותר.

מדידת דרגת חומציות של תמיסה

למדידת דרגת חומציות של תמיסות (חומצות, בסיסים) משתמשים בנייר לקמוס או במקלוני pH. נייר לקמוס מגיע ככחול או כאדום. נייר הלקמוס האדום משתנה בתמיסה בסיסית לכחול ובתמיסה חומצית נשאר (אדום) ללא שינוי. נייר הלקמוס הכחול משתנה בתמיסה חומצית צבע לאדום, ובתמיסה בסיסית נשאר (כחול) ללא שינוי.

כאשר משתמשים במקלוני pH ניתן לקבוע גם את דרגת ה-pH המדויקת של התמיסה, על פי השוואת צבע המקלון לאחר שנטבל בתמיסה, וצבעים על הסקאלה שעל גבי האריזה.

תשובות לשאלות

1. הסבר מהו "ערך ההגבה" ומה הוא מציין?

ערך ההגבה מציין את רמת החומציות או הבסיסיות של תמיסה מימית. הוא מבטא את היחס הכמותי בין יוני המימן ויוני ההידרוקסיל בתמיסה.

2. כיצד קובעים את החומציות או הבסיסיות של תמיסה?

את דרגת החומציות קובעים בעזרת ניר לקמוס או מקלוני pH המקבלים צבע אופייני בסביבה חומצית וצבע שונה בסביבה בסיסית. דרגת החומציות או הבסיסיות נמדדת בסולם של ערכים הנעים בין 1-14. תמיסות בעלות pH נמוך מ-7 הן חומצות, ותמיסות בעלות pH גבוה מ-7 הן בסיסיות. תמיסה שה-pH שלה הוא 7 היא תמיסה ניטרלית.

3. ציין שני גורמים שיכולים להשפיע על ערך ההגבה של תמיסה.

כל גורם שכאשר הוא מתמוסס במים הוא משנה את ריכוז יוני המימן (H^+) או יוני ההידרוקסיד (OH^-). למשל גזים מומסים במים כגון: פחמן דו חמצני, תחמוצות הגופרית, תחמוצות החנקן, אלה יוצרים חומצה עם המים וערך ההגבה יורד. חומר אורגני בתנאים אנארוביים משפיע אף הוא על ערך ההגבה. הוא מתפרק בין היתר גם לגז אמוניה, היוצר בתגובה עם מים תמיסה בסיסית וערך ההגבה עולה.

4. לפניך טבלה עם מספר חומרים וערכי pH אופייניים מיין את החומרים לחומצות ובסיסים.

חומר	pH	חומצה/ בסיס
דם	7.2-7.5	חומצה
אמוניה(דשן)	9-12	בסיס
מיץ לימון	2.4	חומצה
קוקה קולה או פפסי	2.5	חומצה
אקונומיקה	8.5-11.0	בסיס
מיץ תפוזים או תפוחים	3.5	חומצה
עגבנייה	4.0	חומצה
מלפפון	8.0-9.5	בסיס
גשם חומצי	5.0	חומצה
קפה	5.0	חומצה
תה	5.5	חומצה
חלב	6.5	חומצה
מים מזוקקים	7.0	נטרלי
חומץ	2.9	חומצה
סבון ידיים	9.5-11.0	בסיס
אקונומיקה	12.5	בסיס

רשימת כלים וחומרים

- שבע מבחנות או 7 בקבוקונים קטנים ובהם תמיסות שהוכנו מראש: שלוש תמיסות חומציות בדרגות חומציות שונות, שלוש תמיסות בסיסיות ומים. הכלים יסומנו: "א" "ב" עד "ז" (אפשר לבדוק תמיסות ביתיות של חומצות ובסיסים כגון: חלב, חומץ, אקונומיקה, סבון כלים...)
- מקלוני pH.
- ניירות לקמוס אדום; ניירות לקמוס כחול