

מקורות הזנה מינראלית בחקלאות אורגנית

יום עיון לחקלאים אורגנים, תחנת יאיר

שבתאי כהן – מו"פ ערבה תיכונה וצפונית



מקורות להרצאה

- אוסקר לוטנברג, ד"ר מנחם דינר - חברת נטפים
- ד"ר אורי ירמיהו - בחינת ממשק הזנה של ירקות בחקלאות אורגנית בקרקעות הנגב. דו"ח מדען 2005
- ד"ר פנחס פיין - פתרון בעיות בין תחומיות בחקלאות אורגנית, דוח לקרן מנכ"ל 2004
- נמרוד חלמיש - סקר הקומפוסט בישראל 2004, המשרד לאיכות הסביבה.
- סיכום מחקרים וניסויי שדה בחקלאות האורגנית 1999-2001
- חיפה כימיקלים אתר אינטרנט.
- גור מזרחי - סמינר בנושא תרכובות פחמן אוניברסיטת חיפה 2006

מקורות הזנה מינראלית בחקלאות אורגנית

ברור כי אין חומר אחד בנמצא, היכול למלא את כל הצרכים של גידול כלשהו במהלך הגידול, תוך שמירת האיזון לעיל (בין היסודות, ללא זיהום מיותר ובמחיר סביר). ידיעת מסיסות היסודות וזמינותם הנה חיונית לקיום משטר נאות של הזנה מינראלית באמצעים אורגניים.

שאלות לגבי מקורות ההזנה האורגניים:

- (1) מהם המקורות ליסודות הזנה המצויים בידנו?
- (2) מהי מסיסות היסודות ו/או זמינותם בחומרים אלה?
- (3) מהי אפשרות השליטה בכך?
- (4) שיטות יישום?
- (5) מחיר?

מקורות "מאשרים" ליסודות הזנה?

- (1) קומפוסטים (והקרקע)
- (2) 'גואנו' וזבלי עופות אחרים
- (3) דשנים נוזליים מוכנים
- (4) מי-השקיה (מי תהום, מי-קולחים, מי-בריכות דגים וכד')

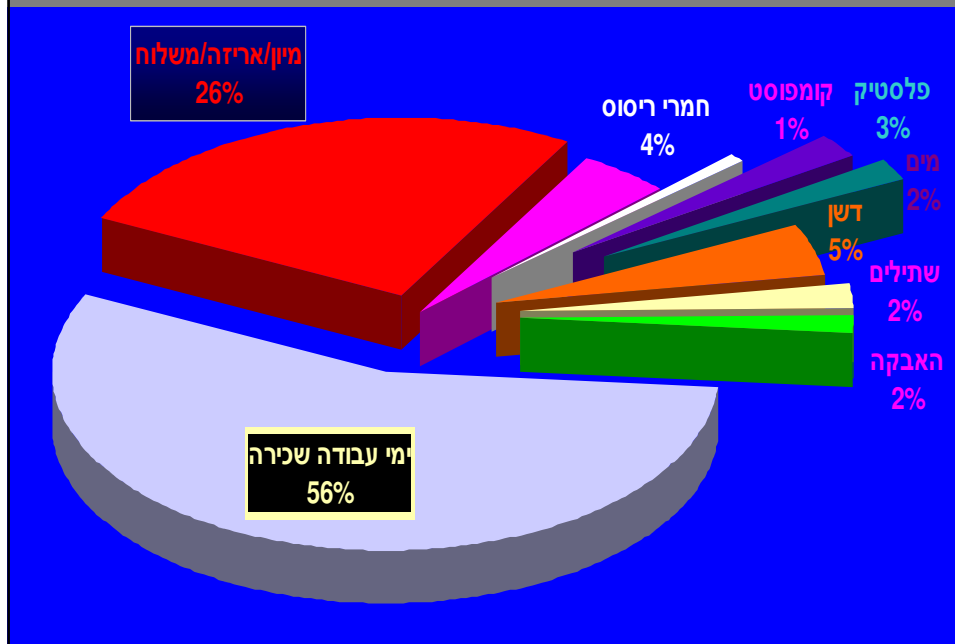
עקרונות החקלאות האורגנית

- בחקלאות האורגנית מחפשים את שיווי המשקל בהזנת הצמח תוך כדי שימור הקרקע ומיקרואורגניזמים שהיא מכילה כמקור טבעי.
- לכן, משתמשים בחומרי הזנה ממקור טבעי (אורגנים ומינראלים).
- בחקלאות אורגנית הקומפוסט ממלא תפקיד מרכזי ביותר.



"Feed the soil to restore the natural fertility"

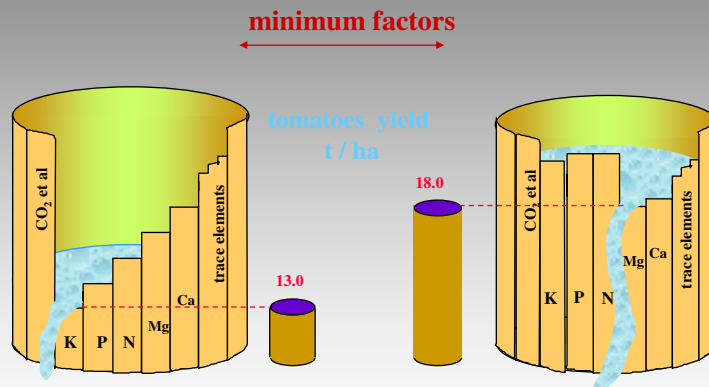
התפלגות תשומות במשק עגבניות אורגני ברמת נגב 2002



עקרונות בהזנה

- שאלות רלוונטיות בהזנה מינראלית, שאינן קשורות למקור של יסודות ההזנה (קונוונציונאלי או אורגאני), הן:
 - מהם יסודות החסרים לגידול?
 - מהם הריכוזים והכמויות הדרושים של כל אחד מיסודות אלה?
 - מהו התזמון בו אלה צריכים להינתן?

Examples of yield-limiting minimum factors presented as “minimum barrel”



Plant Nutrients

Macro nutrients:

N (Nitrogen), **P** (phosphorous), **K** (Potassium)

Secondary nutrients:

Ca (Calcium), **Mg** (Magnesium), **S** (Sulfur)



Ca⁺⁺



Mg⁺⁺



SO₄⁻⁻

Plant Nutrients

Macro nutrients:

N (Nitrogen)

Secondary nutrients:

Ca (Calcium), **Mg** (Magnesium), **S** (Sulfur)

Micro nutrients:

Fe (Iron), **Cu** (Copper), **Zn** (Zinc), **B** (Boron),
Mn (Manganese), **Mo** (Molybdenum), **Cl** (Chloride)



Plant Nutrients

Macro nutrients:

N (Nitrogen)

Secondary nutrients:

Ca (Calcium)

Micro nutrients:

Fe (Iron), **Cu** (Copper), **Zn** (Zinc), **B** (Boron),
Mn (Manganese), **Mo** (Molybdenum), **Cl** (Chloride)

Others:

CO₂ (Carbon bi Oxide), **H₂O** (Water)



37.1 Mineral Elements Required by Plants (Part 1)

ELEMENT	ABSORBED FORM	MAJOR FUNCTIONS
Macronutrients		
Nitrogen (N)	NO_3^- and NH_4^+	In proteins, nucleic acids, etc.
Phosphorus (P)	H_2PO_4^- and HPO_4^{2-}	In nucleic acids, ATP, phospholipids, etc.
Potassium (K)	K^+	Enzyme activation; water balance; ion balance; stomatal opening
Sulfur (S)	SO_4^{2-}	In proteins and coenzymes
Calcium (Ca)	Ca^{2+}	Affects the cytoskeleton, membranes, and many enzymes; second messenger
Magnesium (Mg)	Mg^{2+}	In chlorophyll; required by many enzymes; stabilizes ribosomes

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Table 37.1 (Part 1)
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

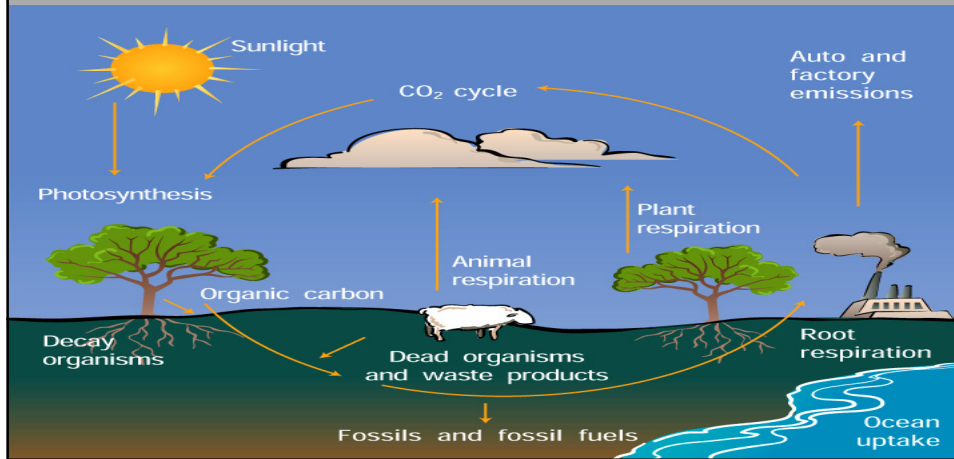
37.1 Mineral Elements Required by Plants (Part 2)

ELEMENT	ABSORBED FORM	MAJOR FUNCTIONS
Micronutrients		
Iron (Fe)	Fe^{2+}	In active site of many redox enzymes and electron carriers; chlorophyll synthesis
Chlorine (Cl)	Cl^-	Photosynthesis; ion balance
Manganese (Mn)	Mn^{2+}	Activation of many enzymes
Boron (B)	B(OH)_3	Possibly carbohydrate transport (poorly understood)
Zinc (Zn)	Zn^{2+}	Enzyme activation; auxin synthesis
Copper (Cu)	Cu^{2+}	In active site of many redox enzymes and electron carriers
Nickel (Ni)	Ni^{2+}	Activation of one enzyme
Molybdenum (Mo)	MoO_4^{2-}	Nitrate reduction

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Table 37.1 (Part 2)
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

מעגל הפחמן

מעגל הפחמן, הבסיס לכימיה אורגנית, הפחמן הינו התוצר העיקרי במעגל הנשימה, פליטה של פחמן דו חמצני כתוצר אנרגטי נמוך לאחר תהליך הנשימה/בערה.
תוצרי הנשימה/בערה H_2O ו CO_2 .
הפחמן הדו חמצני גם משמש כגז החממה. צריכתו של הפחמן לתהליך ההטמעה (פוטוסינתזה) שהוא המקור לחומר האורגני.



N_2 חנקן

גז חסר צבע וריח, המהווה 78% מנפח האטמוספירה של כדור הארץ. בטבע מופיע החנקן במולקולה דו-אטומית N_2 . מולקולה זו אדישה מאוד מבחינה כימית, ואינה מגיבה בקלות עם חומרים אחרים.
החנקן חיוני לכל צורות החיים מכיוון שהוא מרכיב של החומר הגנטי - דנ"א, ומרכיב חשוב ומרכזי ביצירת החלבונים.
כמות החנקן בטבע מוגבלת, וכל היצורים החיים על פני כדור הארץ זקוקים לחנקן על מנת לחיות.
כיצד נשמרת כמות החנקן קבועה ואינה אוזלת? - בעזרת מחזור החנקן.

מחזור החנקן בטבע



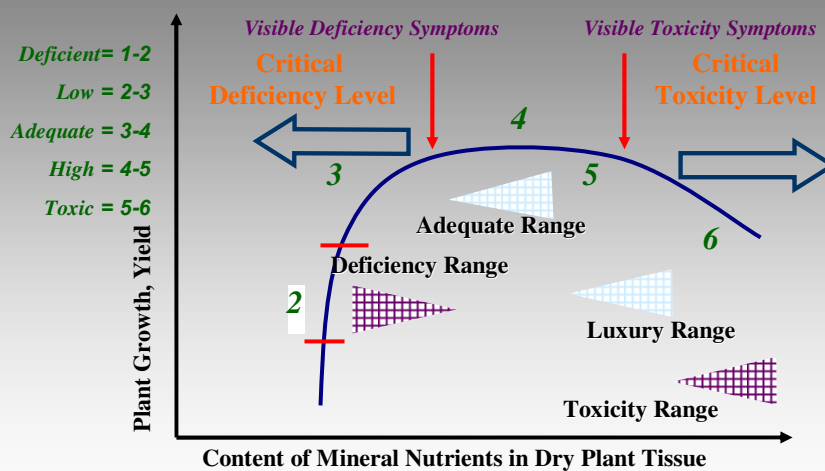
אמוניפיקציה

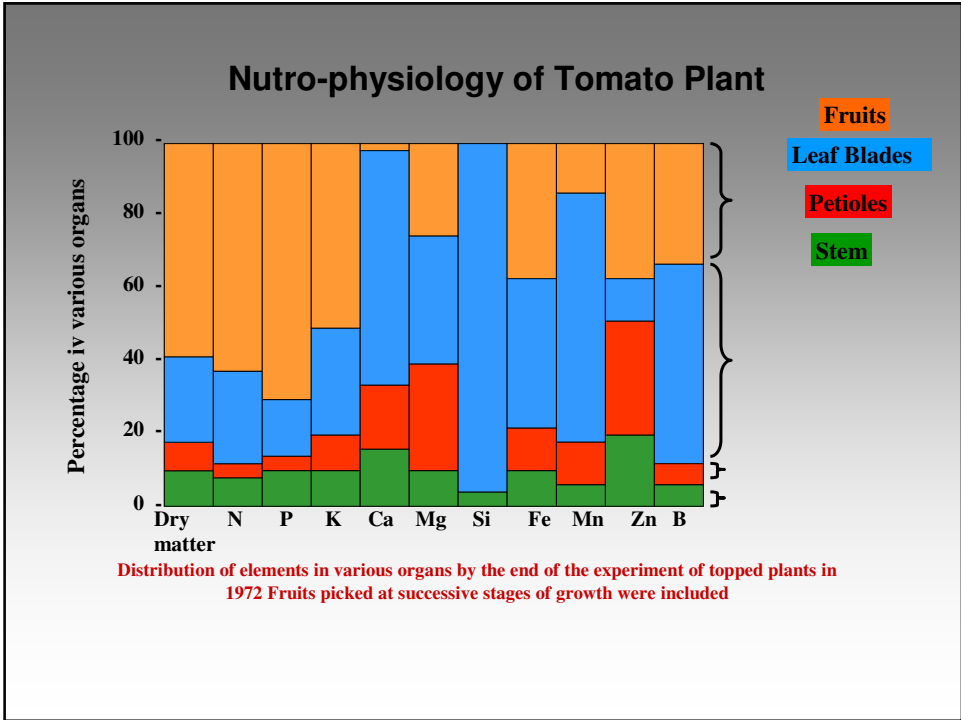
שלב במחזור החנקן בטבע, בו החנקן עובר מצורת אמין, שבה הוא קשור בתרכובות אורגניות (בחומצות אמינו למשל), לצורה המינרלית של אמון (NH_4^+) או אמוניה.

תהליך זה הוא תוצאה של פעילות בקטריות ופטריות אירוביות (צורכות חמצן) המפרקות תרכובות אורגניות בקרקע.

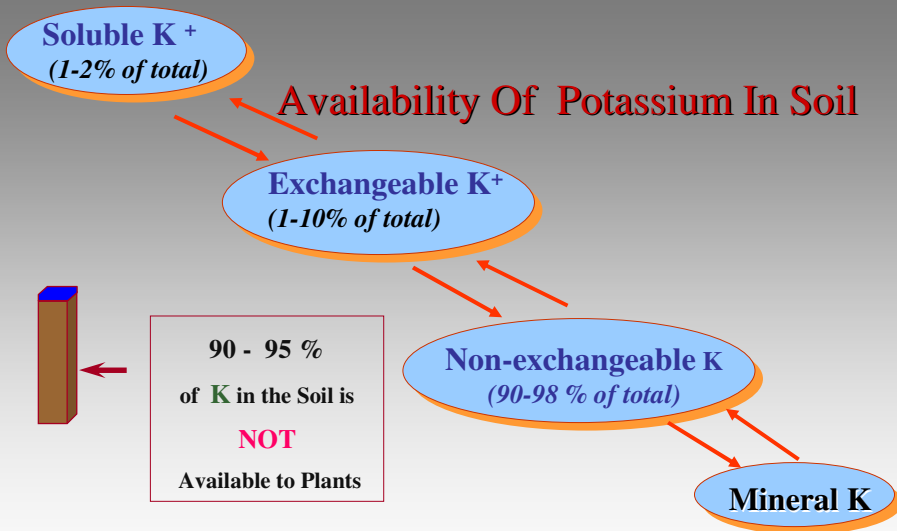
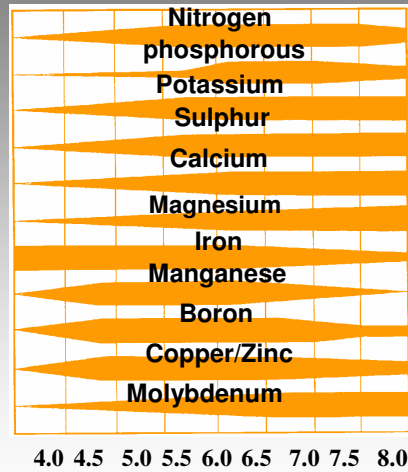
- **ניטריפיקציה**: הפיכת אמוניה לניטרט – נעשה ע"י בקטריות. תחילה מחומצנת האמוניה לניטריט אותו מחמצנים מק"א אחרים לניטרט.
- **דה ניטריפיקציה**: בתנאים אנארוביים נוטים הניטריטים להתחזר ע"י מק"א המסוגלים להשתמש בניטרט כמקבל מימנים ואלקטרונים סופי במקום חמצן. התוצר N2 אטמוספרי אינרטי.

Relationship Between Nutrient Content and Growth or Yield

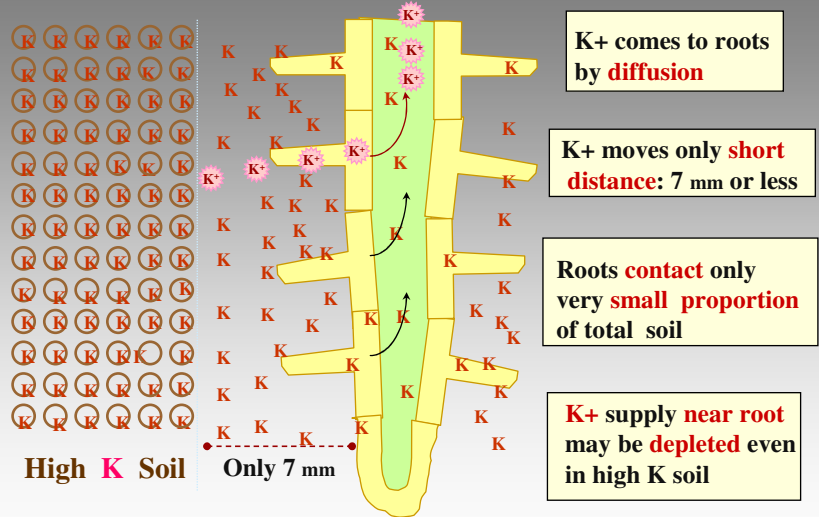




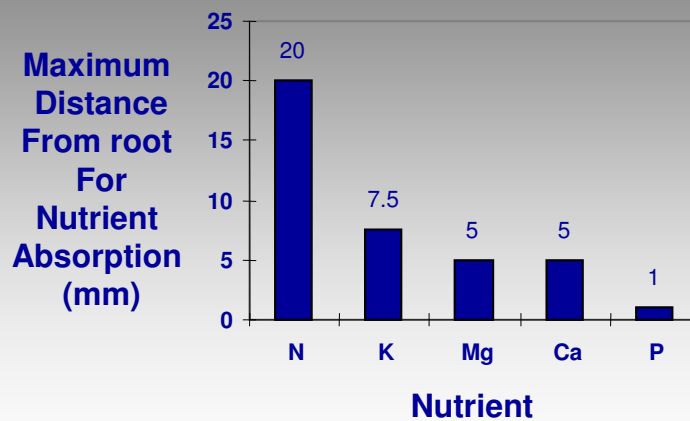
Soil pH and Nutrient Availability



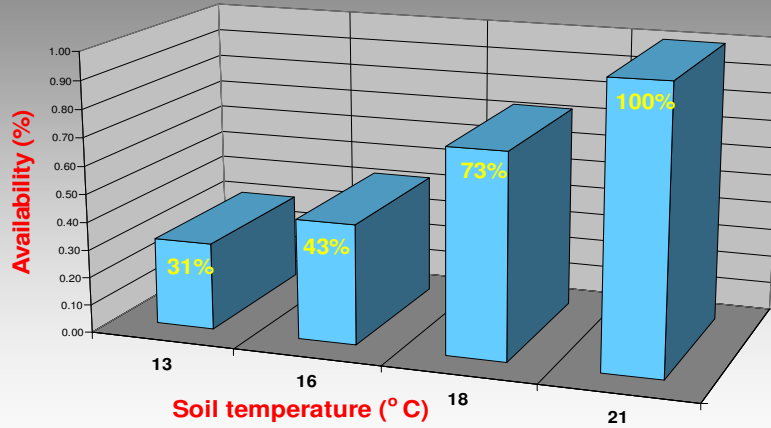
The mobility of Potassium from Soil to Roots



Plants Only Absorb Phosphate That Lies Very Close (1mm) to the Root Surface



A drop from 21 °C to 13 °C reduces phosphorous availability by almost 70%!



קליטת יסודות הזנה בעגבניות ביבול של 20 טון/דונם

(חיפה כימיקלים)

Nutrient requirements - tomatoes



Growth method :

Yield range : 20 - 240 tons/ha

Expected Yield : tons/ha

Nutrients requirements (kg/ha)

N P₂O₅ K₂O CaO MgO

Removal by yield

300	80	560	30	40
-----	----	-----	----	----

Uptake by whole plants

515	134	900	424	130
-----	-----	-----	-----	-----

Available nutrients from recycled previous crop

--	--	--	--	--

Recommended application rates (default)

618	267	1170	212	130
-----	-----	------	-----	-----

Change units

Weight Area

• דוגמה לשיקולים בדישון חנקני בחקלאות
קונבנציונאלית

- בדוגמה של הפלפל בבית צמיחה: יבול של כ 10 טון/ד', חנקן: 35 ק"ג, זרחן צרוף: 4 ק"ג, אשלגן: 40 ק"ג. יבול מיטבי ב 100 מ"ג N/ל" עם כ 20% אמוניום. צריכה יומית ממוצעת של חנקן מגיעה לכ 0.15 ג'/צמח/יום או כ 0.3 ק"ג/דונם/יום (ברטל וחוב', 2001).

ריכוז חנקן מינראלי במי-ההשקיה הנחשב לאופטימאלי הוא 100 מ"ג/ל" אולם כמות החנקן הכללית שתסופק תלויה במקדם השטיפה וביעילות הקליטה: בהשקיה יומית של כ 6 מ"ק/ד'/יום, כמות החנקן תהיה 0.6 ק"ג, כפול מהצריכה היומית הממוצעת.

קומפוסט



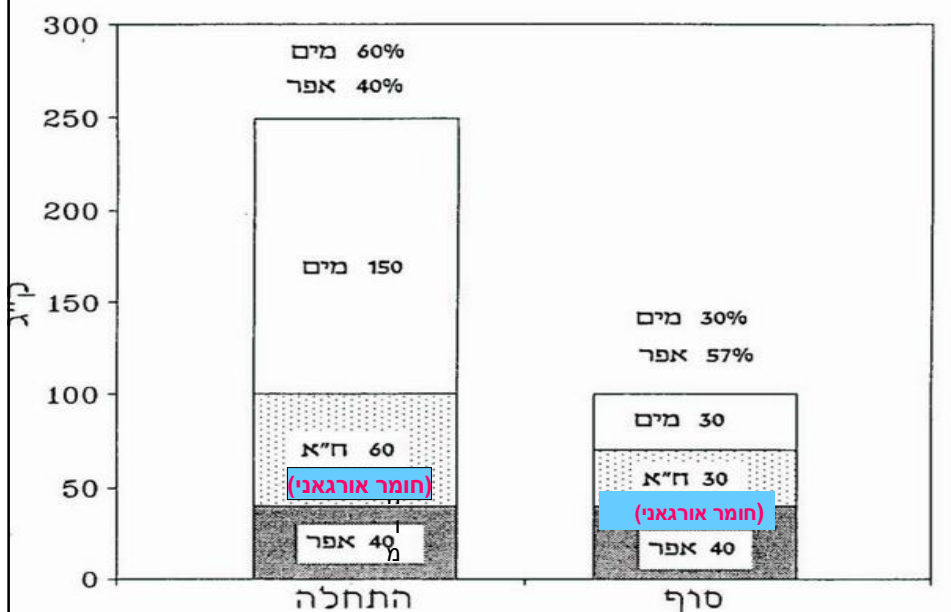
קומפוסט

- קיימת שונות גדולה בהרכב הקומפוסט ממקורות שונים לחקלאות אורגנית (הדס, 1996).
- בממוצע – קומפוסט זבל מכיל כ- 1.5% זרחן, 1.5% אשלגן ו כ- 2% חנקן שחלק ממנו (2- 13%) מינראלי מלכתחילה וכ-3% חנקן אורגני מסיס. (הדס, 1996; ; Hadas and Portnoy, 1994)

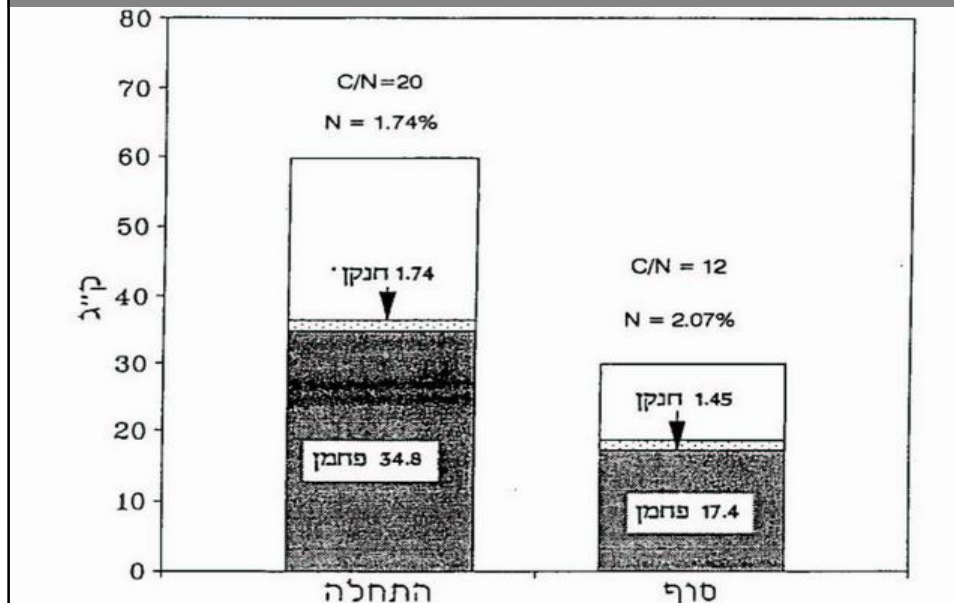
➤ שחרור החנקן מקומפוסט זבל בתנאי מעבדה בתקופה של כמה חודשים נמצא בעבודות שונות בגבולות של 13-25% מכלל תכולת החנקן שבו (Hebert et al., 1991; Cheneby et al., 1994; Hadas and Portnoy, 1994; 1997).

➤ הפער בין כמות החנקן הקטנה יחסית הזמינה מידית ובין מרבית החנקן שמשחרר בקצב איטי מאד גורם לקושי בשליטה יעילה באספקת החנקן מקומפוסט לגידולים שצריכת החנקן שלהם גדולה לאורך תקופת גידול של כ- 7-8 חודשים.

דוגמא לשינויי משקל כלליים בתהליך הקומפוסטציה



דוגמא לשינויים ביחסי החנקן פחמן בתהליך הקומפוסטציה



קצב מקובל של אספקת חנקן מסיס מקומפוסט (מכלל החנקן האורגני)

- שנה ראשונה כ 20 - 35%
- שנה שניה כ 15%
- שנה שלישית כ 5%

* בזבל טרי (שלא עבר הבשלה) כמות החנקן הזמין והמסיס יכול לעיתים להיות פי 1.2 עד פי 1.5 ויותר מזה שבקומפוסט וחלק ניכר ממנו הינו מסיס וזמין מיידית.

תכולת יסודות בקומפוסט (חומר יבש)

- חנקן כ 2 %
- זרחן כ 1.5 %
- אשלגן כ 1.5 %
- משקל נפחי כ 0.75
- תכולת רטיבות כ 20 עד 30%
- כלומר מ"ק קומפוסט שוקל כ 750 ק"ג ובמידה ואחוז הרטיבות הוא 30 %
- משקל החומר היבש במ"ק קומפוסט הוא כ 525 ק"ג

תכולת יסודות N P K (מוערכת) ב - 1 מ"ק קומפוסט

- 2% חנקן = 10.5 ק"ג (או יחידות חנקן) למ"ק קומפוסט
- 1.5% זרחן = 7.9 ק"ג (או יחידות זרחן) למ"ק קומפוסט
- 1.5% אשלגן = 7.9 ק"ג (או יחידות אשלגן) למ"ק קומפוסט

דרישות ההזנה לפלפל, יבול 10 טון לדונם

- בהנחה תיאורטית כי קרקע הגידול ריקה מחומרי הזנה.
- על מנת לספק 12 יחידות זרחן יש צורך בכ 1.5 מ"ק קומפוסט לדונם
- על מנת לספק 60 יחידות אשלגן נדרשים כ-7.5 מ"ק קומפוסט/דונם.
- מכיוון שלרוב ניתן כ-10 מ"ק קומפוסט/דונם נוצרים עודפי זרחן.
- כמויות גדולות של חנקן מבוזבזות ומזהמות מי תהום.

קליטת יסודות הזנה בפלפל יבול של 10 טון/דונם

(חיפה כימיקלים)

Nutrient requirements - pepper



Growth method :

Yield range : 15 - 200 tons/ha

Expected Yield : tons/ha

Nutrients requirements (kg/ha)

N P₂O₅ K₂O CaO MgO

Removal by yield

200	60	350	50	30
-----	----	-----	----	----

Uptake by whole plants

384	101	585	244	81
-----	-----	-----	-----	----

Available nutrients from recycled previous crop

--	--	--	--	--

Recommended application rates (default)

461	227	761	122	81
-----	-----	-----	-----	----

Change units

Weight Area

קצבי מינרליזציה של קומפוסט נמדדו על פי רוב בניסויי מעבדה, בקרקע מנותקת מהשדה. מהלך אופייני לפרוק קומפוסט הוא קצב מינרליזציה מהיר מיד לאחר הרטבתם בקרקע וקצב פרוק איטי לאחר מכן (הדס, 1996; Cheneby et al., 1994). הדמיה של קצב שחרור חנקן מקומפוסט הראתה שהחלק המסיס בקומפוסט התפרק תוך פחות משבוע ואלו החלק הבלתי מסיס התפרק בקצב של כ- 0.3% בשבוע

כ- 13% מהחנקן יהיו זמינים בשבוע הראשון ורק כ- 10% מהחנקן ישתחררו בקצב איטי במשך 33 שבועות (0.3% לשבוע).

- למרות כל הנאמר עדיין יכול להיווצר מחסור בחומרי הזנה במיוחד בחנקן ובאשלגן עקב מגבלות קליטה או הדחה של נוטריאנטים.
- לכן יש לבצע בדיקות קרקע סדירות ולהשתמש במשאבים ואף בבדיקות צמחיות.

- סיכום לגבי קומפוסטים:
- מצע בסיסי לגידולים אורגניים, ספק של רוב יסודות ההזנה, לא של חנקן.
- מסיסות היסודות וזמינותם משתנים בהתאם להרכב חומרי המוצא ותנאי הקומפוסטציה. זמינות חנקן נמוכה מאד בד"כ (% בודדים מסה"כ החנקן בחומר).
- אפשרות שליטה מזערית
- היתרון – זול ו-(1) לעיל; זהו גם החיסרון לאורך זמן.

חומרי הזנה נוזליים



הרכב כימי של מקורות זבל נוזלי

מדד	בדיקה/יחידות	גואנו	קמח נוצות	מטילות
Total N	%	17-19.6	11.3-16.3	3.6-4.9
NH ₄ -N	mg/kg	21,240	6,190	
NO ₃ -N	mg/kg	600	40	
Total P	(%)	3.8-4.4	0.26-0.4	1.6-2.4

יקותיאלי, אוסטרויל, שמיר, שטיינר והדס, 1996. מיצוי מימי של חנקן מזבל עופות, השדה ע"ו: 88-85

דשנים אורגאניים נוזליים

תכולת חנקן ומחירו בזבלים נוזליים שונים (לפי הדס)

N ג"ק/\$	\$/למ"ק	חנקן כללי %	זבל נוזלי
8.6-12	86	0.7-1	גואנו (1:10)
1	1.2	0.12	זבל עופות (1:10)
			ניפרט*
10-14	100	0.7-1	אורגאן
0.9	200-240	18-21	תמיסת NH ₄ NO ₃ *

* צפיפות 1.25

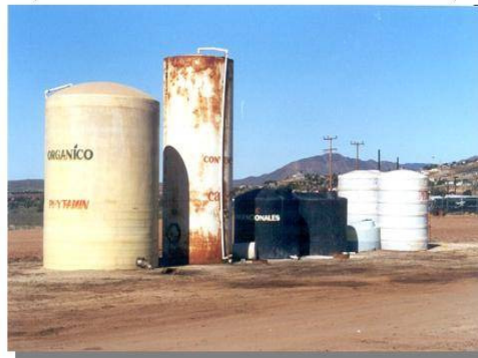
רשימה חלקית של חומרי הזנה מורשים הנמצאים בשימוש בארץ *

- גואנו
 - אורגן 3000
 - תכשירים המכילים מיקרו-אלמנטים כמו: Fe, Mg, Mn, Zn, Mo, Cu.
 - תכשירי VGI: KF 10/20
 - אשלגן דל - כלורי ("Ferti-K") K_2O 10% תוצרת מפעלי ים – המלח.
- * יש לוודא שחומר ההזנה מותאם להזנה דרך מערכת השטפוף.

1. הכנת תמיסת ההזנה

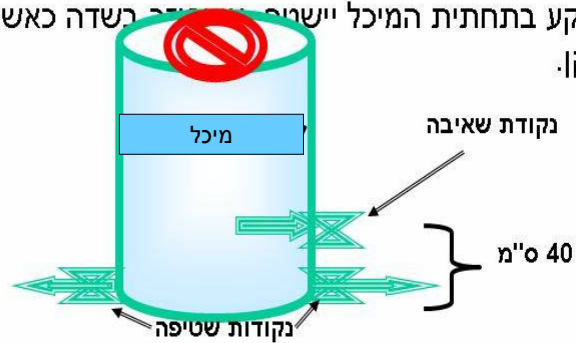
הכנת תמיסת הזנה על בסיס חומרים אורגניים מוצקים מחייב לפעול לפי כללים ברורים:

- התמיסה אמורה לעמוד מספיק זמן - עד לשקיעתם של חלקיקי העפר שמכילה - לקבלת תמיסה צלולה. בד"כ מדובר על תקופה בין 5 – 7 יום.



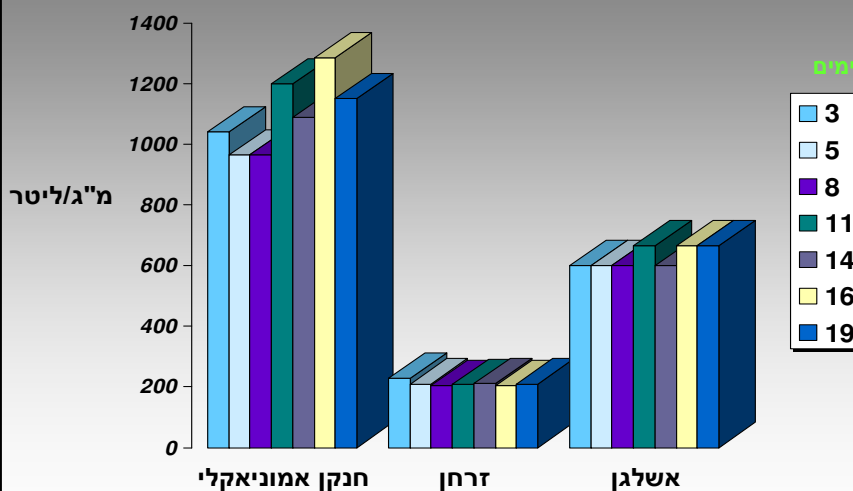
1. הכנת תמיסת ההזנה...

- נקודת שאיבת התמיסה חייבת להיות ממוקמת ע"ג דופן המיכל, לא פחות מ- 40 ס"מ מהקרקעית.
- למניעת טורבולנציה, שאיבת התמיסה תעשה אופקית למיכל ולא מלמעלה.
- המשקע בתחתית המיכל יישמר וישמור על כשדה כאשר המיכל יתרוקן.

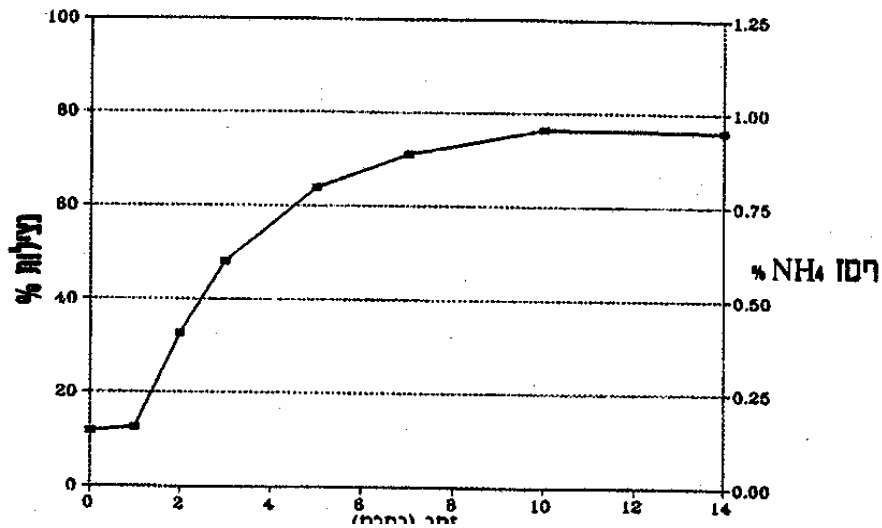


ריכוזי N.P.K במיצוי תמיסת גואנו במהלך 3-19 יום

רמת נגב 2001



דיאגרמה 1. נצילות החנקן בצורת יוני NH₄ בתמיסה מזבל גואנו מעורבל במים.



ייקוטיאלי, אוסטרוייל, שמיר, שטיינר והדס, 1996. מיצוי מימי של חנקן מזבל עופות, השדה ע"ו:85-88

- גואנו: נצילות חנקן גבוהה, כ-75%, ויעילות גבוהה – ריכוז חנקן סופי של כמעט 1% עד 1.3% יחס C/N נמוך מאפשר עליית pH שעלולה לגרום נידוף אמון.
- זבל עופות נצילות גבוהה למדי, 60%-75%, כתלות בשיטת הערבול ובעונה. הבעיה – ריכוז כללי נמוך בגלל הרכב הזבל ויחס המיהול. ירידה מהירה של ה-pH בגלל נשימה חזקה.
- ערבול בדחיסת אוויר מאיץ את הפירוק אולם עלול להאיץ גם נידוף אמון.

משאבים ומד מוליכות חשמלית

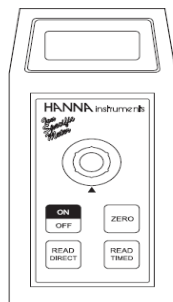


מכשיר למדידת אמון NH_4



1 חלקי מליון PPM = 1 ח"מ = מ"ג/ק"ג = גרם/טון ~ מ"ג/ליטר ~ גרם/מ"ק

HI 93733 Ammonia ISM



 **HANNA**
instruments
www.hannainst.com

CE
This Instrument is in
Compliance with the CE Directives

The HI 93733 meter measures the ammonium ion (NH_4^+) content in water, wastewater and seawater in the 0.0 to 50.0 mg/L (ppm) range.

תודה להקשבה.

