

פיתוח וגמלון מתקן שדה לייצור דשן עתיר חנקת ויישומו בחקלאות האורגנית

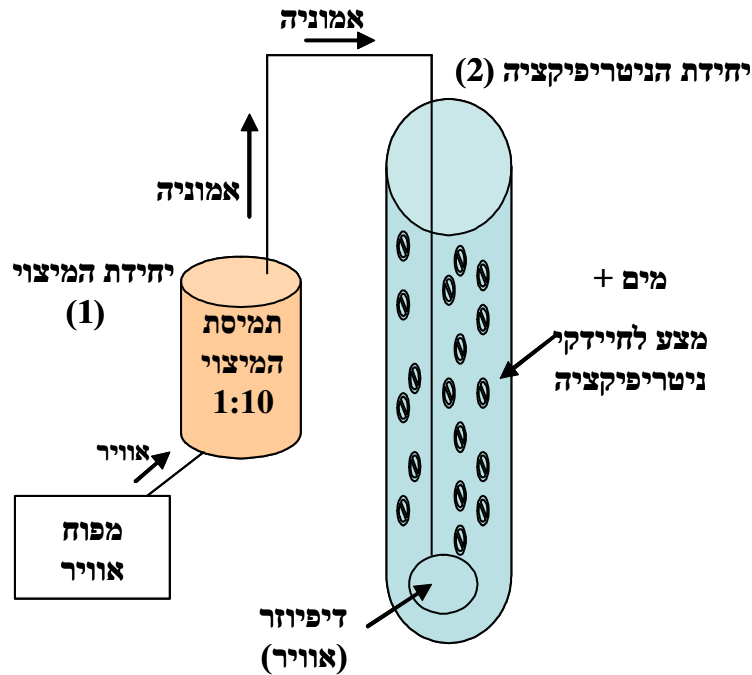
עמית גרוס, עלי נגידאת, רועי פוסמניק - המחלקה להידרולוגיה ומיקרוביולוגיה של הסביבה, מכון צוקרברג לחקר המים, המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, קמפוס שדה-בוקר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב אריאל יפה - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

תקציר

קיום חקלאות אורגנית אינטנסיבית מחייב הוספת חנקן במהלך הגידול. השיטה המקובלת בישראל הינה הוספה של מיצויי זבלים (בעיקר גואנו) דרך מערכת ההשקיה. ניצולת מיצוי נמוכה, עלויות, ובעיות אחרות הובילו לחיפוש אחר תחליפים לגואנו ושיפור שיטות המיצוי. נמצא במספר מתקני פילוט כי שיפור משמעותי ביעילות המיצוי ואיכות הדשן מתאפשרים על ידי נידוף החנקן מתמיסת המיצוי, לכידתו במדיום חדש והמרתו לניטרט במדיום זה. בשיטה זו ניתן לקבל יעילות של למעלה מ 70% וריכוזי חנקן גבוהים (עתירי ניטרט) בתמיסת הדשן. שיטה זו נבדקה עבור גואנו וכן זבלי מטילות ופטמים שעלותם נמוכה יותר. לצורך המידול ושיפור תהליכי הפקת הדשן אופיינה האוכלוסיה המיקרוביאלית של המערכת. המערכת מודלה מתמטית ונמצאת כעת בשלבים אחרונים של כול. במקביל הוקמה בעונת 2007/8 בתחנת יאיר (מו"פ ערבה), מערכת בקנה מידה גדול (500 ליטרים) והוצעו שיפורים במערכת לשם שיפור הבקרה ואופטימיזציה של תהליך ייצור הדשן (הגדלת הניצולת והגדלת פרקציית הניטרט בדשן). שיפורים אלו מיושמים עבור חומרי מוצא (זבלים) שונים במטרה לבחון את איכות הדשן המתקבל בהשוואה לשיטות המקובלות. כמו כן, נבחנת הייתכנות הכלכלית של הקמת מתקני דשן מרכזיים. יש לציין כי המחקר הנ"ל חשוב לשם יישום המערכת שהוצעה בשוק המקומי. יתרונות המתקן אינם מסתכמים אך ורק במתן פתרון לבעיה ספציפית (היעדר שיטה יעילה לדישון חנקני בחקלאות האורגנית) שכן גם במציאת פתרון חלופי לגואנו מיובא המהווה מטרד כלכלי וסביבתי חמור. בחינת זבלים מקומיים כחומרי מוצא מתוכננת להמשך המחקר ותבדוק את הפוטנציאל הגלום בזבלים אלו כחומר מוצא לייצור דשן חנקתי.

מבוא

בראשית המחקר נמצא כי הפרדת החנקן מתמיסת המיצוי באמצעות נידוף אמוניה, לכידתה, והמרתה לניטרט על ידי מעבר דרך יחידת ניטריפיקציה יעילה יותר מהשיטות הקימות כיום להפקת דשן נוזלי לשימוש בחקלאות אורגנית. בנוסף לטיב הדשן מבחינת אחוז החנקן וצורוניו תמיסת הדשן המתקבלת נמצאה בעלת ריכוזים נמוכים של מוצקים מרחפים וחומר אורגני (Arusi, et al., 2004, Gross, et al., 2008) כתוצאה ממצאי המעבדה הוקם מתקן פיילוט להכנת מספר ליטרים של תמיסת דשן במחזור נוטריינטים בשיטה המוצעת (Guy, 2006) והוא כונה LOFPS (liquid organic fertilizer producing system) (איור 1). המטרה הראשית של המחקר המוצע היא המשך בחינת השיטה החדשנית ליצירת דשן נוזלי חנקתי מרוכז ומזוכך לדישון בחקלאות אורגנית. אחת המטרות הפרטניות שיושמו בשנה האחרונה היא גמלון מתקן שדה ובחינתו במשק מודל: הקמת מתקן שדה בקנה מידה גדול (מאות ליטרים) על סמך תוצאות ניסויי המעבדה ובחינתו בתחנת יאיר, מו"פ ערבה ובחינת יעילות המתקן ביחס לשיטות המקובלות.



1. איור 1. מערכת הפקת הדשן מורכבת משתי יחידות: (1) יחידת מיצוי בה ממוצה חומר המוצא לאמוניה. (2) יחידת הניטריפיקציה. אוויר (המכיל אמוניה) מוזרם מיחידת המיצוי אל עבר יחידת הניטריפיקציה ע"י דיפוזר הממוקם מעל לתמיסת המיצוי ושם מומרת מרבית האמוניה הגזית לניטרט. נוזל הדשן הוא הנוזל המתקבל ביחידת הניטריפיקציה.

שיטות וחומרים

1. הקמת מתקן שדה להפקת דשן נוזלי אורגני

מתקן שדה בנפח ריאקטור של 400 ליטרים הוקם והופעל בעונת גידול 2007/8 (איור 2). המתקן מורכב מיחידת מיצוי זבלים ויחידת ניטריפיקציה. מדחס האוויר שהיה בשימוש בתחילת הניסויים הוחלף במפוח אוויר לשם שמירה על אספקה מתמדת של אוויר לחמצון המדיום הנחוץ לתהליך הניטריפיקציה. מיצוי הזבלים (גואנו) שופר תוך העלאה מבוקרת של ערך ההגבה בתמיסת המיצוי (בהוספת סיד). יחידת המיצוי בניסויים הכילה תמיסת מיצוי (יחס מיצוי 1:10) של גואנו (המכיל כ-17% חנקן). יחידת הניטריפיקציה הכילה תערובת של קומפוסט מסחרי עם מצעי פלסטיק לחיידקי ניטריפיקציה. הדשן הופק באמצעות שטיפת מדיום הניטריפיקציה במים (100 ליטר) שלוש פעמים בתום תהליך הייצור. המתקן שופר לאחרונה בעקבות הממצאים (ראה מטה) ולאחרונה מופעל במתכונתו החדשה. במתכונת זו, הוחלפה יחידת הניטריפיקציה ביחידה חדשה (קולונת 500 ליטרים) שאמורה להקטין את בריחת האמוניה הגזית ולאפשר את פיזור האחד במדיום. בנוסף, הקומפוסט הוחלף למדיום נוזלי והוספו אלמנטי בקרה כגון בקרת זרימה, בקרת pH ומעקב אחר שחרור לא רצוי של אמוניה (באמצעות מלכודת חומצה בורית).



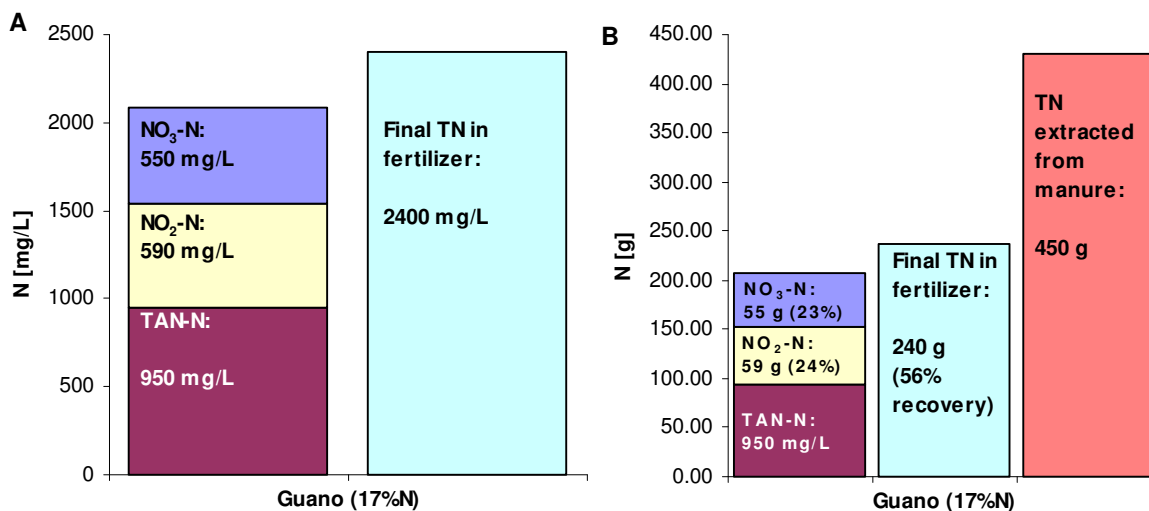
איור 2. מתקן פיילוט לייצור דשן עתיר חנקת לשימוש בחקלאות האורגנית. המתקן הוקם בתחנת יאיר, מו"פ ערבה.

2. בחינת יעילות המתקן ביחס לשיטות המקובלות

יעילות המתקן נבדקה על ידי ביצוע מאזן חנקן ומציאת אחוז החנקן בדשן מסך החנקן בזבלים וכן ריכוזו בנוזל הדשן. מציאת אחוז החנקן הכללי בדשן וצורוניו (אמוניה, ניטריט וניטרט) התבצעה בשיטות הסטנדרטיות. כמו כן התבצעו אנליזות כימיות לקביעת תכולת החנקן בזבל המוצק ותכולת החנקן בתמיסת המיצוי. ריכוזים אלו, בהשוואה לתכולת החנקן בזבל המוצק תוך נרמול הערכים לערכי מסה (התחלתיים וסופיים) מאפשרים חישוב מדויק של הניצולת – היכולת להשבת החנקן כצורון הזמין לצמח בדשן המתקבל.

תוצאות ודין

תוצאות מתקן המיצוי שהוקם בתחנת הניסויים יאיר מסוכמות באיור 3. נראה כי המאזן נסגר כצפוי ואחוז החנקן שנתפס מסך החנקן שהתמצא היה גבוהה (כ 60%), אולם אחוז החנקן שהתמצא מהגואנו בניסוי זה היה נמוך מהמצופה, כנראה בגלל הטמפרטורות הנמוכות ששררו בתקופת הניסוי. כמו כן, פרקציית הניטריט הגבוהה מעידה על תהליך ניטריפיקציה חלקי ועל הצורך באלמנטי בקרה נוספים בתהליך (שליטה יותר גבוה ברמות האמוניה במדיום, שליטה ב-pH, בטמפרטורה ועוד). מן התוצאות המוצגות ואחרות (שאינן מוצגות) הופקו לקחים והמערכת שודרגה. בעיקר, הוחלף ריאקטור הניטריפיקציה בריאקטור עמודה בנפח 500 ליטר כאשר המדיום לניטריפיקציה הוחלף למדיום נוזלי.



איור 3. תוצאות איכות הדשן המתקבל (A) ומאזן מסה כולל (B) מסכמות את ניסויי השנה שעברה במערכת הקודמת (ריאקטור ניטריפיקציה ע"ב קומפוסט). מקור החנקן שהוזן בניסוי הינו תמיסת גואנו המכילה כ-17% חנקן.

סיכום ומסקנות ביניים משנת המחקר

ככלל בשנת המחקר קודמו כל המטרות שהוצגו בתכנית העבודה. נערכו מספר ניסויים במתקני הפקת דשן בקנה מידה מישקי (מאות ליטרים). הניסויים הראשונים במתקן בתחנת יאיר במתכונתו הישנה העידו על מספר בעיות בגמלון אופטימלי הנובעות בעיקר מהקושי באורור יעיל של מדיום הקומפוסט (שלא נתגלו בניסויי המעבדה בנפחים קטנים). בנוסף, התגלו תופעות שהקטינו את יעילות המיצוי בחלק מהניסויים אך לא התגלו ולא "הפריעו" לפעילות המתקנים המעבדתיים בעבר, כגון טמפרטורה ועלייה במליחות המחייבים הוספת גורמי בקרה במתקני השדה. מתוכנן בעונה הבאה להמשיך בפיתוח ושיפור המערכת במתכונתה החדשה ובניית פרוטוקול עבודה למתקן בקנה מידה מישקי. למעשה, הבנת התהליכים המדעיים שנמצאו בניסויים שנערכו בעונת הגידול 2007/8 ואלו של הניסויים המתוכננים לעונת הגידול 2008/9 מתורגמת לאפליקציות חקלאיות אשר בשימוש מתאים יהוו כלי חיוני לחקלאי האורגני.

הבעת תודה

ברצוננו להודות לעופר גיא, וראומה ערוסי מהמכונים לחקר המדבר (אוני' בן גוריון בנגב) וכן לצוות מו"פ ערבה (תחנת יאיר) שבצעו ומבצעים בפועל את מרבית העבודה. תודה מיוחדת לפרופ' אורי להב מהטכניון על ייעוץ אקדמי וליווי הפרויקט וכן לרמי גולן, נורית שפירא, רבקה אופנבך ושבתי כהן שמלווים ודוחפים את הפרויקט והקשר בין המו"פ לקבוצת המחקר.

תודה עיקרית נתונה למשרד החקלאות, ולקרן RCF עבור מימון הפרויקט.

מקורות

ערוסי, ר. 2005. מיצוי חנקן מזבלי עופות לדישון ראש בחקלאות אורגנית. עבודת גמר לקבלת תואר מגיסטר. מכון המים ע"ש צוקרברג, המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

Arusi, R., A. Gross, P. Fine, Z. Ronen and A. Nejidat. 2004. Nitrogen extraction from fowl manures for fertigation in organic agriculture. Proceedings of the 9th European Biosolids and Biowaste Conference, Wakefield, UK 13(40):1-15.

Gross, A., Arusi, R., P. Fine, and A. Nejidat. 2008. Assessment of extraction methods with fowl manure for the production of liquid organic fertilizers. Bioresource Technology 99:327-334.

Guy, O. 2006. Entrapment of Nitrogen from Fowl Manure Extracts for Fertigation in Organic Agriculture. MSc. Thesis, Zuckerberg Institute for water research, BIDR, Ben-Gurion University of the Negev.