

דיושון חנקני בתפוא"ד חרפיים - והצטברות חנקות בפקעות

ב. בר-יוסף, ב. שגיב, א. לבקוביץ, המכון לקרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי
ש. ורשבסקי, ג. מהרשק, צוות הניסויים ביח"מ
ט. מרקוביץ, המכון לקרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי*

חמרים ושיטות

נערך ניסוי-שדה בשטח קיבוץ צאלים. הקרקע היתה חולית. והכילה לפני הדישון 6 - 8 ח"מ חנקן מינרלי, כ-30 ח"מ זרחן (במיצוי דרפחמה) וכ-120 ח"מ אשלגן (במיצוי דרפחמה). השטח זוכל בטעות לפני הוריעה ב-2 מ"ק זבל עופות לדונם.

טבלה 1. תיאור הטיפולים בניסוי.

טיפול	דשן הראש ¹	רמת הדישון	חנקן צרוף, ק"ג/ד"י ²
1	אמון גפרתי	כמומלץ באיזור	20 + 4
2	אשלגן חנקתי	כמומלץ באיזור	20 + 4
3	אמון חנקתי	כמומלץ באיזור	20 + 4
4	אמון גפרתי	כמומלץ באיזור	20 + 4
5	+ מעכב ³	כמומלץ באיזור	20 + 4
6	אמון חנקתי	50% יותר מהמומלץ באיזור	30 + 4
7	אמון חנקתי	50% פחות מהמומלץ באיזור	10 + 4
8	אמון חנקתי	טיפול משקי - דיושון במים	20 + 4
		היקש	4

¹ בכל הטיפולים הוספו בין מועד ההצצה 30 יום לאחר ההצצה 4 ק"ג חנקן צרוף (דרך המים). יתרת כמות החנקן הוספה במשך התקופה 31 - 70 יום מההצצה בפיוור ידני לפני כל השקיה.

² בטיפולים 1, 3, 4, 5, 6 הוסף גם אשלגן גפרתי בכמות שסיפקה אשלגן ברמה השווה לזו שבטיפול 2.

³ מעכב ניטרופיקציה מסוג DCD (סופק באדיבות חברת "דשנים וחמרים כימיים"), שעורבב בדשן בשיעור של גרם אחד מעכב ל-25 ג' אמון גפרתי.

נבחנו ששה טיפולים (טבלה 1). כל אחד בשש חזרות. גודל כל חלקה היה 4.5x24 מ' (3 ערוגות). כאשר הערוגה האמצעית שימשה לדגימת צמחים ולשקילת יבול. מערך הניסוי היה בלוקים באקראי. דגימת הצמחים נעשתה ביום 61 מהוריעה וכללה 5 צמחים מכל חלקה, והם חולקו לפקעות ונוף. השטח "נשרף" מצריבות, מדריכה ומדוררת. בסיום הניסוי (19.2.91) נדגמו פקעות מ-20 מ' שורה. הפקעות נשקלו ועברו מיון לפי גודל. חלקי הצמח שנדגמו עברו יבוש וטחינה. החומר הטחון עוכל בחומצה גפריתנית, ונבדקו בו ריכוזי החנקן המחזור, הזרחן והאשלגן. ריכוזי החנקות בפקעות נקבעו במיץ שנשחט מהפקעות. האנאליזה נעשתה בעזרת פסי-מבחן תוצרת חברת "מרק" ורפלקטומטר "ניטרצ'ק" (2).

הוריעה (הון אטיקה) נעשתה ב-24.10.90 לעומד של 4500 צמחים לדונם. ההצצה היתה ב-14.11.90. עד להתחלת דישוני-הראש בהתאם לטיפולים (29.11.90) קיבל כל שטח 4 ק"ג חנקן לדונם דרך המים. הדישון הסתיים 75 יום לאחר ההצצה. דישוני-הראש נעשו ידנית לפני כל השקיה. מנת ההשקיה, שהיתה בהמסרה, נקבעה לפי התארות מגיגית ברווח-זמן של 3 - 5 ימים, כמקובל באיזור. החלקה סבלה מנוק ניכר לנוף הצמחים בגלל שיטת הדישון, שגרמה צריבות ונזקי

ריכוז רב של חנקות במזון - מסוכן לבריאות. בפקעות תפוא"ד הבעיה חמורה, בגלל החשיבות הרבה של מוצר זה בסל המזון. מטרת הניסוי היתה - לבדוק את השפעת סוג הדישון החנקני ושיעור הוספתו לקרקע על ריכוזי החנקות בפקעות ועל יחסי הגומלין שבין ריכוזי החנקות לבין היבול. הניסוי נערך בצאלים, בון אטיקה, מזרע 24.10.90. הדשנים שנבחנו היו אמון גפרתי (עם מעכב ניטרופיקציה ובלעדיו), אמון חנקתי מוצק ואשלגן חנקתי. בדישון באמון חנקתי נבחנו 4 רמות דשן: 4, 14, 24, 34 ק"ג/ד"י.

הגדלת מנת הדישון מ-4 ל-24 ק"ג/ד"י הביאה הגדלה ביבול הפקעות, אולם הגדלה נוספת של המנה ל-34 ק"ג/ד"י הביאה פחיתה ביבול. ריכוזי החנקות בפקעות גדל בהתמדה כתוצאה מהגדלת מנת הדישון, אולם העלייה החדה ביותר היתה במעבר מ-4 ל-14 ק"ג חנקן לדונם. דיושון בחנקן אמוניאקלי הפחית את ריכוזי החנקות בפקעות, יחסית לדיושון בחנקן חנקתי (111 ח"מ חנקה באמון גפרתי + מעכב ניטרופיקציה, לעומת 189 ח"מ באשלגן חנקתי). הירידה בריכוזי לוותה בפחיתה ביבול (3.0 לעומת 3.3 ט/ד) ובהגדלת אחוז הפקעות בגודל המיטבי. סוג הדישון החנקני לא השפיע במובהק על אחוז החומר היבש בפקעות ביום האיסוף או על אחוז היסודות בחומר היבש בפקעות. הגדלת מנת הדישון הפחיתה את אחוז החומר היבש והגדילה את אחוז החנקן בפקעות.

התוצאות מלמדות, שניתן להגדיר רמת דיושון של 24 ק"ג חנקן צרוף לדונם (שהוסף כאמון חנקתי) - כערך-סף עליון מותר בתנאי הגידול החרפיים באזור צאלים. ברמה גבוהה יותר תתקבל פחיתה ביבול ולעומתה הגדלת ריכוזי החנקה בפקעות.

מבוא

ריכוז רב של חנקות במזון טרי ובמי-שתייה מסוכן לבריאות (1, 3, 4). בגלל הסכנה לבריאות - יש חשש שבעתיד הקרוב ייאסר לשווק לגרמניה פקעות תפוא"ד, שריכוזי החנקות בהן רב מ-100 - 150 ח"מ (5). בנוי הייצוא החרפיים שלנו (ניקולה ואטיקה) ובאגרוטכניקה המקובלת נגבב מוצאים לעתים קרובות ריכוזי חנקות של 200 - 300 ח"מ בפקעות.

הצטברות החנקות בצמח תלויה במקור החנקן האנאורגני (אמון או חנקה) בקרקע, בריכוזו בנפח בית-השרשים וביעילות החיזור של החנקות בצמח לחומצות-אמינו ולחלבונים. בתפוא"ד נעשה חיזור החנקות בנוף ובשרשים.

מטרות העבודה היו - ללמוד את שיעור הצטברות החנקות בפקעות תפוא"ד חרפיים המיועדות לייצוא, כתלות בסוג הדישון החנקני וברמת הדישון בחנקן, ולבחון את הקשר שבין ריכוזי החנקות בפקעות לבין היבול ואיכותו.

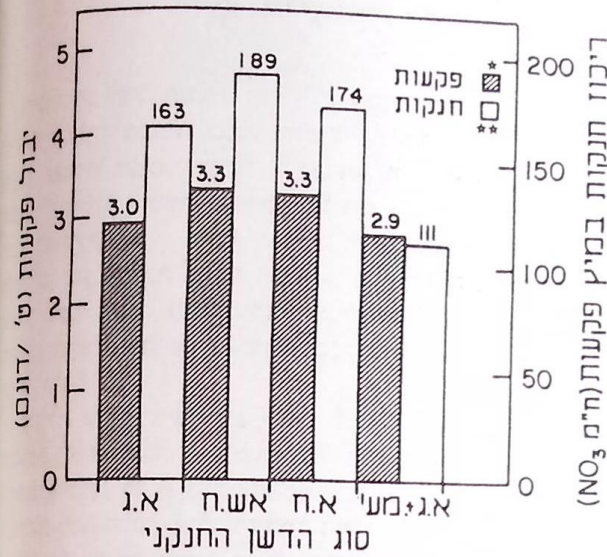
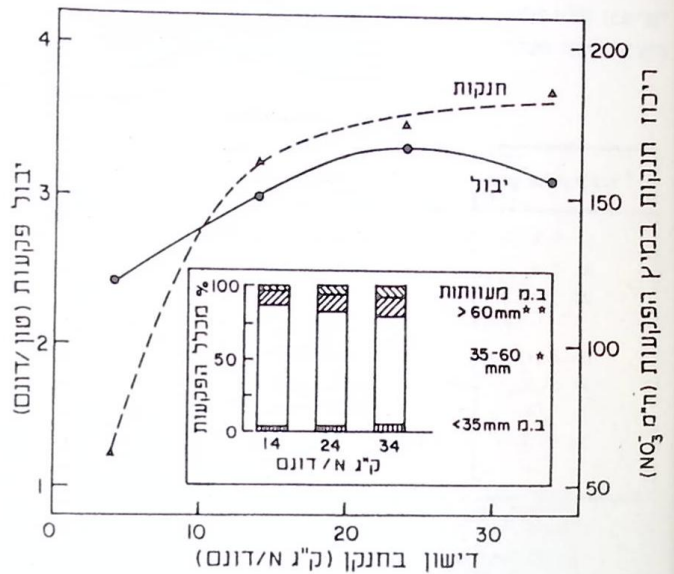
* פירסום של מינהל המחקר החקלאי: סדרה ה' 1991, מס' 2481.

דריכה, ואלה גרמו פחיתת מסוימת ביבול.

תוצאות ודיון

יבול פקעות וריכוז חנקות בפקעות

הגדלת הדישון באמון חנקתי מ-4.4 ל-14 ק"ג חנקן צרוף לדונם הביאה לידי הגדלה ביבול כלל הפקעות מ-2.4 ל-3.0 ט'/ד'. הגדלת המנה ל-24 ק"ג/ד' הביאה תוספת יבול של 0.3 ט'/ד', והגדלה נוספת ל-34 ק"ג חנקן לדונם גרמה פחיתה ביבול הפקעות (דיאגרמה 1). ריכוז החנקות בפקעות גדל בהתמדה כתוצאה מהגדלת מנת הדישון החנקתי. העלייה החדה ביותר בריכוז החנקות היתה במעבר מ-4 ל-14 ק"ג חנקן צרוף לדונם (דיאגרמה 1).



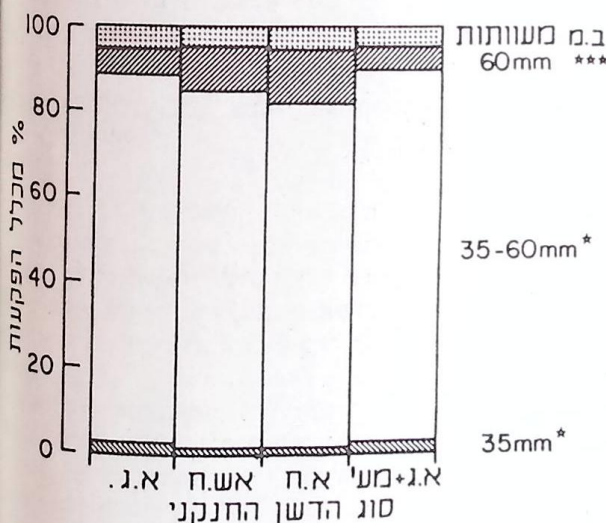
דיאגרמה 2. השפעת סוג הדשן החנקני על כלל יבול הפקעות ועל ריכוז החנקות במיץ הפקעות. כמויות החנקן הצרוף שסופקה היתה 24 ק"ג/ד'. יבול הפקעות היה מובהק ברמת 0.05 (*), וריכוז הפקעות ברמת 0.01 (**). א.ג. - אמון גפרתי; א.ח. - אמון חנקתי; א.ש.ח. - אשלגן חנקתי; א.ג. + מע' - אמון גפרתי + מערב ניטריפיקציה.

דיאגרמה 1. יבול פקעות כללי וריכוז חנקות במיץ פקעות כתלות ברמת הדישון באמון חנקתי במהלך הגידול. במסגרת שבדיאגרמה מתואר שיעור הפקעות המעוותות, הגדולות מ-60 מ"מ, בעלות גודל 35 - 60 מ"מ והקטנות מ-35 מ"מ, כתלות ברמת הדישון באמון חנקתי. ב.מ. - הפרשים בלתי מובהקים בין שיעורי הדישון ברמת 0.05; * הפרש מובהק ברמת 0.05; ** הפרש מובהק ברמת 0.01.

השפעת סוג הדשן החנקני על היבול ועל ריכוז החנקות בפקעות נבחנה ברמה אחידה של חנקן (24 ק"ג/ד'), שהוכחה בדיאגרמה 1 כמיטבית. הימנעות מתוספת חנקת (טיפול הדישון באמון גפרתי) הקטינה את ריכוז החנקות במיץ הפקעות ל-163 ט' לדונם, לעומת 189 ט' לדונם בטיפול הדישון באשלגן חנקתי ו-174 ט' לדונם בטיפול הדישון באמון חנקתי. רמת הדישון באשלגן היתה שווה בכל הטיפולים (טבלה 1). כך שגורם זה לא השפיע על התוצאות. הקטנת ריכוז החנקות בפקעות לווהה בפחיתה ביבול הפקעות: מ-3.3 ט'/ד' בטיפול הדישון החנקתי ל-2.95 ט'/ד' בטיפול באמון גפרתי (דיאגרמה 2).

הדישון באמון גפרתי יצר ריכוז מסוים של חנקות בקרקע עקב תהליכי ניטריפיקציה, ואלו הצטברו בפקעות. על-ידי הוספת מערב ניטריפיקציה לדשן - פחת ריכוז החנקות בקרקע, ועקב כך פחת ריכוזן בפקעות ל-11 ט' חנקת. יבול הפקעות לא השתנה בגלל השימוש במערב הניטריפיקציה (דיאגרמה 2).

השימוש במקור דשן אמוניאקלי הביא לידי הגדלת אחוז הפקעות בגודל המיטבי (35 - 60 מ"מ) יחסית לדישון בחנקן חנקתי, ולידי הקטנת אחוז הפקעות הגדולות מ-60 מ"מ (דיאגרמה 3). בכך מפצה



דיאגרמה 3. השפעת סוג הדשן החנקני על התפלגות הפקעות גדל. ב.מ. - בלתי מובהק ברמת 0.05; * הפרש מובהק ברמת 0.05; ** הפרש מובהק ברמת 0.01.

אחוז וכמות של חומר יבש, חנקן, זרחן ואשלגן בפקעות סוג הדרשן החנקני לא השפיע במובהק על אחוז החומר היבש בפקעות ביום האיסוף, או על אחוז היסודות בחומר היבש בפקעות (טבלה 2). לעומת זאת הושפעו אחוז החנקן ואחוז החומר היבש

טבלה 2. אחוז וכמות של חומר יבש (ח"י), חנקן, זרחן ואשלגן (צרופים), בפקעות תפוא"ד מהזן אטיקה ביום האיסוף.

כמות בפקעות, ק"ג/ד'				% בפקעות ²				טיפול ¹
ח"י	K	P	N	ח"י	K	P	N	
428	11.9	0.74	7.2	15	2.8	0.17	1.7	1 א.ג.
458	13.5	0.88	8.1	14	2.9	0.19	1.8	2 א.ש.ח.
461	13.6	0.90	8.2	14	2.9	0.20	1.8	3 א.ח.
400	11.3	0.72	7.2	14	2.8	0.18	1.8	4 א.ג. + מע'
439	13.2	0.78	7.7	14	3.0	0.18	1.7	5 א.ח. מוגבר
441	12.9	0.82	7.3	15	2.9	0.19	1.6	6 א.ח. מופחת
470	13.7	0.85	7.9	14	2.9	0.18	1.7	7 משקי
389	9.9	0.60	4.7	16	2.5	0.15	1.2	8 היקש
**	*	ב"מ	**	*	ב"מ	ב"מ	***	מובהקות ³

¹ א.ג. = אמון גפרתי; א.ש.ח. = אשלגן חנקתי; א.מ.ח. = אמון חנקתי
מע' = מעכב ניטריפיקציה.

² היסודות מבוטאים כאחוז מחומר יבש; החומר היבש - כאחוז מהמשקל הטרני.
³ מובהקות סטטיסטית ברמה של 0.001 (***), 0.01 (**), 0.05 (*), או 0.05 > (ב"מ).

בפקעות ממנת הדרשן החנקני: שיעור החנקן גדל מ-1.2% בטיפול ההיקש ל-1.6% ברמת רישון של 14 ק"ג חנקן לדונם ול-1.8% ברמת 24 ק"ג חנקן לדונם; ואלו 34 ק"ג חנקן לדונם גרמו פחיתה בשיעור החנקן. שיעור החומר היבש בפקעות פחת עם הגדלת מנת הדרשן החנקני (16% בטיפול ההיקש לעומת 14% בטיפול הרישון המוגבר). השפעות סוג הדרשן החנקני ורמות הרישון על המשקל היבש של הפקעות בזמן האיסוף היו דומות להשפעות על המשקל הטרני של הפקעות.

כמות הזרחן בפקעות ביום האיסוף לא הושפעה מטיפולי החנקן. לעומת זאת, כמויות החנקן והאשלגן הגיבו חיובית להגדלת מנת החנקן מ-4 ל-14 ול-24 ק"ג לדונם (טבלה 2). כצפוי, רישון באמון בלבד הפחית את הריכוז והכמות של האשלגן בפקעות יחסית לרישון באמון חנקתי או באשלגן חנקתי (טבלה 2). הסיבה לכך - התחרות בין אמון לאשלגן על אתרי קליטה בשורש.

השפעת הטיפולים על אחוז החנקן בפקעות החלה מאוחר יחסית. ניתן להסיק זאת מהעובדה, שב-25.12.90 (כעבור חרשיים מהזריעה) עדיין לא היתה השפעת הטיפולים על אחוזי היסודות בנוף ובפקעות (להוציא זרחן בנוף) מובהקת (טבלה 3). לעומת זאת, שיעור החנקן בפקעות של ההיקש לא השתנה מיום 25.12.90 ועד ליום האיסוף, דבר המוכיח שכושר הספקת החנקן מהקרקע היה מועט ביותר.

היחס משקל טרי פקעות/משקל טרי נוף ביום 25.12.90 נע בין 1.0 ל-1.23, והשפעת הטיפולים על יחס זה לא היתה מובהקת. ריכוזי הזרחן בנוף ביום 25.12.90 היו מזעריים בטיפולי האמון הגפרתי (עם מעכב ניטריפיקציה ובלעדיו), ונפלו אף מהריכוז בטיפול ההיקש (טבלה 4). הסיבה לכך יכולה להיות - התחרות בין גפרה לזרחן בקליטה. יתכן שעובדה זו תרמה לכך, שיכול הפקעות הסופי בטיפול הרישון באמון היה פחות מבטיפול הרישון בהנקה.

קיימת תחלופה בין יבול פקעות מהזן אטיקה בגידול חרפי לבין ריכוז החנקן בהן. היבול וריכוז החנקן מושפעים מסוג הדשן החנקני המוסף לשדה ומרמת החנקן המוספת לקרקע. ברמת דישון שעלתה על 24 ק"ג חנקן צרוף לדונם (שהוסף כאמון חנקתי) התקבלה פחיתה ביבול והגדלה בריכוז החנקן, כך שניתן להגדיר שיעור דישון זה כסף עליון מותר בתנאי הגידול שאיפיינו את הניסוי.

טבלה 3. איפיון מצב הצמח ביום 25.12.90 (ממוצעי טיפולים שלא נבדלו זה מזה במובהק ברמה של 0.05).

איבר	חנקן	זרחן	אשלגן	חומר יבש
אחוזים				
נוף	2.8 ± 0.2	0.21^1	6.9 ± 0.7	8.1 ± 0.6
פקעות	1.6 ± 0.2	0.19 ± 0.1	2.7 ± 0.1	16.4 ± 0.6
ק"ג/דונם				
נוף	3.7 ± 0.7	0.27 ± 0.04	8.9 ± 1.4	129 ± 15
פקעות	4.6 ± 0.5	0.54 ± 0.05	7.5^1	281 ± 25
סה"כ	8.3	0.81	16.4	410

¹ ההשפעה על הזרחן בנוף היתה מובהקת. פירוט - בטבלה 4.

יבול האשלגן כפקעות היה מרבי בטיפול האשלגן החנקתי והאמון החנקתי המוגבר. למרות העובדה שהדישון באשלגן צרוף היה שווה ככל הטיפולים משמעות הדבר הוא, שהחנקות הגבירו את קליטת האשלגן בצמחים. לעומת קליטת יוני האמון.

ריכוז החנקן במיץ הפקעות ביום 25.12.90 היה פחות מאשר בזמן האיסוף (טבלה 4 לעומת דיאגרמה 1 ו-2). גם בשלב גידול זה, הריכוז היה מוערי בטיפול הדישון באמון גפרתי + מעכב ניטריפיקציה

טבלה 4. סיכום ההשפעות המובהקות שהיו לטיפול הדישון על פרמטרים צמחיים ביום 25.12.90.

טיפול ¹	אשלגן בפקעות, ק"ג/ד'	זרחן בנוף, % מחומר יבש	חנקן בפקעות, ח"מ במיץ
1 א.ג.	2.6	0.17	40
2 א.ש.ח.	8.4	0.21	90
3 א.ח.	6.7	0.23	70
4 א.ג. + מע'	7.3	0.16	25
5 א.ח. מוגבר	8.7	0.22	80
6 א.ח. מופחת	7.5	0.26	35
7 משקי	7.3	0.22	—
8 היקש	7.9	0.19	—
רמת מובהקות (P)	0.05	0.05	0.05

¹ א.ג. = אמון גפרתי, א.ש.ח. = אשלגן חנקתי, א.ח. = אמון חנקתי, מע' = מעכב ניטריפיקציה.

1. Gosslin, B., N.I. Mondy and W.D. Evans (1988). Am. Potato. J. 65:99 - 103.
2. Kolbe, H. and K. Muller (1986). Potato Res. 29:333 - 346.
3. Munzert, M. and J. Lepschy (1983). Der Kartoffelbau 34:163 - 168.
4. Munzert, M. (1989). Der Kartoffelbau 40:184 - 188.
5. Vencken, C.M.J., J. Ruisch and J.H.O. Voshaar (1989): Het nitratgehalt van aardappelen en aardappelprodukten. I.B.V.L. Report 739, Wageningen, Holland.

קיימת תחלופה בין יבול פקעות מהזן אטיקה בגידול חורפי לבין ריכוז החנקן בהן. היבול וריכוז החנקן מושפעים מסוג הרשן החנקני המוסף לשדה ומרמת החנקן המוספת לקרקע. ברמת דישון שעלתה על 24 ק"ג חנקן צרוף לדונם (שהוסף כאמון חנקתי) התקבלה פחיתה ביבול והגדלה בריכוז החנקן. כך שניתן להגדיר שיעור דישון זה כסף עליון מותר בתנאי הגידול שאיפיינו את הניסוי.

POTATO YIELD AND NITRATE CONTENT IN TUBERS IN RELATION TO TYPE AND APPLICATION RATE OF N FERTILIZERS

B. Bar-Yosef¹, B. Sagiv¹, Irit Levkovich¹, S. Vershavski², G. Marshak² and T. Markovich¹

Excessive nitrate content in food is toxic to mammals, particularly in products which constitute an important part of the diet of human beings. The objective of this work was to study effects of NH_4 - vs. NO_3N - fertilizers, and application rates of N to fields, on nitrate accumulation in potato tubers and on yield.

A field experiment was conducted on a sandy soil in south-western Israel (at Zeelim) with the Etica cultivar. Irrigation was by sprinklers, applied twice a week, according to local recommendations. Seeding took place on 24.10.90. The fertilizers tested were ammonium sulfate (AS), AS + nitrification inhibitor (AS+), ammonium nitrate (AN) and potassium nitrate (PN), all added at a rate of 240 Kg N/ha during 60 days following emergence. The AN source was also tested at rates of 49, 140 and 340 Kg N/ha. Elevating the N application rate from 40 to 240 Kg N/ha increased tuber yield. A further raise in N to 340 Kg/ha resulted in reduced yield. Nitrate content in tubers increased as N application rate was elevated from 40 to 340 Kg N/ha.

Fertilization with NH_4N reduced the nitrate content in tubers at harvest time relative to fertilization with NO_3N (111 in AS+ vs. 189 ppm NO_3 in the PN treatment). The NH_4N fertilizer caused a decrease in yield relative to the NO_3N fertilizer (30 vs. 33 ton/ha), but an increase in the fraction of tubers which were of optimal size. The type of N-fertilizer did not have a significant effect on nutrient content in tubers at harvest; enhanced fertilization rate decreased the dry matter content and increased the N percentage in tubers. The results show that under the experimental conditions studied, 240 Kg N/ha added as ammonium nitrate constitute an upper threshold limit above which yield is expected to decrease and nitrate content in tubers is expected to increase.

¹Div. of Soil Chemistry and Plant Nutrition, A.R.O., Bet Dagan.

²Experiments Team, IHM.

ר' במדור "מטאורולוגיה חקלאית": בקרת אקלים - צינון וחימום - בחממת עגבניות