

מו"פ ערבה דרומית  
דו"ח שנתי לקק"ל - 2014

מס. מחקר : 82346

**שם המחקר :** השפעת מליחות מי ההשקיה על מרכיבי טעם ובריאות בחומר ריבוי של שום חופשי מווירוסים.

**חוקר ראשי :** חמוטל בורוכוב

**חוקרים שותפים :** דרול גיילט, אהוד צאלים, סילבי יודנשטיין, יערה דנינו - מו"פ ערבה דרומית. אלון בן-גל -

מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי. רינה קמנצקי, דני אשל - מרכז וולקני, מינהל

המחקר החקלאי.

**סטטוס התכנית :** חדשה.

**רקע, תיאור הבעיה ומטרות המחקר :** שום הגינה (*Allium sativum* L.) הינו גידול בעל חשיבות עולמית המשמש כתבלין פופולארי, כתוסף בריאותי וכצמח מרפא. סקר עדכני של ה-FAO מצביע על עלייה של כ-107% בייצור העולמי של שום, ובכ-29% בישראל, בין השנים 2001 ל-2011. לאחרונה התבצע בערבה הדרומית פרויקט לניקוי שום מהזן "שני" מווירוסים בשיטת הריבוי המריסטמתי. השום החופשי מווירוסים מצטיין בבצלים ושנתות גדולים במיוחד, וההצלחה בגידולו בערבה הדרומית הובילה להתארגנות אזורית של מגדלים למיזם ייצור חומר ריבוי משום זה. כיום מתבצע במו"פ מחקר לגיבוש תנאי הדישון והאחסון האופטימליים לגידול והתאמתו למטרת ריבוי. ערכו הקולירי והבריאותי של השום, וכן עמידותו בתנאי עקה, מיוחסים למטבוליטים המשניים האורגנו-גופריתיים הנמצאים בשום בריכוזים גבוהים. מרכיבים נוספים בשום עם פוטנציאל בריאותי הם תרכובות פנוליות. פרסומים בספרות המדעית מצביעים על רגישות של תכולת התרכובות האורגנו-גופריתיות והפנוליות למליחות מי ההשקיה, כשהמגמה השכיחה יותר היא של מתאם חיובי. מאחר ומקורות המים בערבה הדרומית מליחים חשוב לברר כיצד משפיעה המליחות על ריכוזי מטבוליטים חשובים אלה בשנתות השום הנקי מווירוסים בכל שלבי שרשרת הייצור. **מטרת המחקר** המוצע היא פיתוח הידע לאופטימיזציה של מליחות של מי ההשקיה לייצור חומר ריבוי עשיר במרכיבי טעם ובריאות של שום חופשי מווירוסים מהזן "שני" בתנאי הערבה הדרומית. **מטרות המשנה** הן לימוד השפעת המליחות על תכולת והרכב תרכובות אורגנו-גפרתיות ופוליפנולים בשנתות והזמינות להתפתחות נגיעות מיקרוביאלית (1 במועד האסיף, 2 במהלך הייבוש והאחסון, ו-3 בצאצאי חומר הריבוי). **תוצאות המחקר יתרמו** לביסוס ענף חקלאי חדש בערבה הדרומית לייצור חומר ריבוי של שום חופשי מווירוסים שתנובתו ואיכותו גבוהים, ולמיתוג המוצר המקומי.

**שיטות ומהלך העבודה :** המתכונת הכללית של המחקר מקיפה את גידול חומר הריבוי של שום בתנאי מליחות שונים במערכת מבוקרת וממוחשבת של ליזימטרים ובשדה, ומעקב אחר מדדי האיכות במהלך הגידול, הייבוש והאחסון של חומר ריבוי ובצמחי הצאצאים של חומר הריבוי שיוצר במליחיות השונות (המוצר הסופי). לפיכך, כל ניסוי מתפרש על תקופה של שנתיים, משתילה וגידול בתנאי מליחות שונים עד אסיף המוצר הסופי המתקבל מצאצאי חומר הריבוי מהטיפולים השונים.

**טיפול מליחות.** בשנת המחקר 2014 נבחנו שתי מליחויות קצה, 0.9 ו-6.0 דצ"ס/מ', בשני משטרי השקיה: השקיה משקית חד יומית על פי אידוי מגיגית, והשקיה על פי דרישת הצמח (IOD). במקביל נבדק שום מגידול בשטח מסחרי (השקיה במי קו, 2-3.5 דצ"ס/מ').

לקראת עונת הגידול הבאה (המשך המחקר ב-2015) החל באוקטובר 2014 ניסוי שום בליזימטרי שדה ובערוגות בשש רמות מליחות: 0.9, 1.6, 2.5, 3.5, 4.5 ו-5.5 דצ"ס/מ'.

**תכולת חומר יבש.** אחוז החומר היבש חושב מהיחס בין משקל שונות אחרי ולפני ייבוש בהקפאה.

**תכולת אליצין.** זיהוי וכימות האליצין נעשו על ידי אנליזה ב-HPLC שפותחה על בסיס השיטה התקנית INA 110.001 (<http://www.nsf.org/business/ina/garlic.asp?program=INA>). תכולת האליצין מבוטאת ביחידות של % מחומר יבש.

**תכולת והרכב תרכובות פנוליות.** מיצוי התרכובות הפנוליות נעשה בתמיסת 80% מתנול במים, ותכולת כלל הפנולים נקבעה בשיטה מקובלת, תוך שימוש בריאגנט Folin-Ciocalteu וחומצה גלית כסטנדרט. ריכוז התרכובות הפולפנוליות המסיסות מבוטא ביחידות של אקוויוולנטים של חומצה גלית (GAE), % מחומר יבש. הרכב התרכובות הפנוליות נבדק ב-HPLC בתנאים שפותחו ויושמו במו"פ ערבה דרומית עבור זיהוי וכימות תרכובות פנוליות ברקמות ממקורות צמחיים שונים. השטח מתחת לפיקים הרלוונטיים בכרומטוגרמות משמש כמדד לריכוז התרכובות הפנוליות.

**נגיעות מיקרוביאלית.** נדגמו שונות ממספר בצלים מכל טיפול. השונות נחתכו בתנאים סטריליים ועורבבו במי פפטון סטריליים ליצירת תערובת אחידה. דגימות מההומוגנאט הועברו ל-4 מבחנות, ששמשו לחזרות. מכל חזרה הוכנו מס' מיהולים עם תמיסת מלח (0.9% NaCl). 100 מיקרולי מכל מיהול נזרעו על מצעי מזון שונים בצלחות פטרי: PCA לספירה כללית, ו-YM+ Antibiotic, PDA+Antibiotic לספירת פטריות ועובשים.

**תוצאות עיקריות:** במהלך הגידול ניתן היה להבחין בהשפעת עקת המליחות על עלוות צמחי השום, כפי שניתן להתרשם מתמונה 1. בעלוות הצמחים שהושקו במליחות הגבוהה נכרה התייבשות נרחבת.



**תמונה 1:** ערוגות שום ממשטר השקיה משקי בשתי רמות מליחות. צולם ב-18/3/2014.

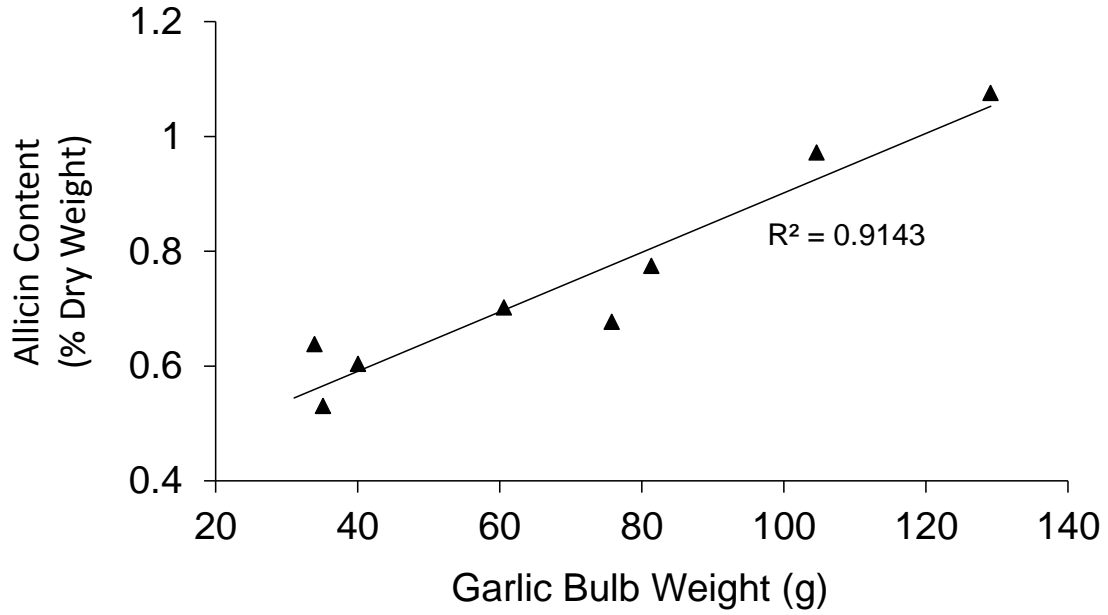
**% חומר יבש ותכולת אליצין : במועד הניתוק מהקרקע (23/4/2014) נמדדו % החומר היבש ותכולת האליצין בשננות שום מחלקות משטר ההשקיה המשקי בשתי רמות המליחות ומשטח מסחרי. נדגמו בצלים בגודל דומה מהטיפולים השונים. כל מדידה התבצעה על תערובת של מספר שננות משני בצלים מכל ערוגה. חמש הערוגות מכל טיפול שמשו חזרות. התוצאות מסוכמות בטבלה 1.**

**טבלה 1 :** % משקל יבש ותכולת אליצין בשננות שום מהטיפולים השונים במשטר השקיה משקי במועד הניתוק מהקרקע. הערכים בטבלה הם ממוצעים  $\pm$  סטיית התקן של 5 חזרות.

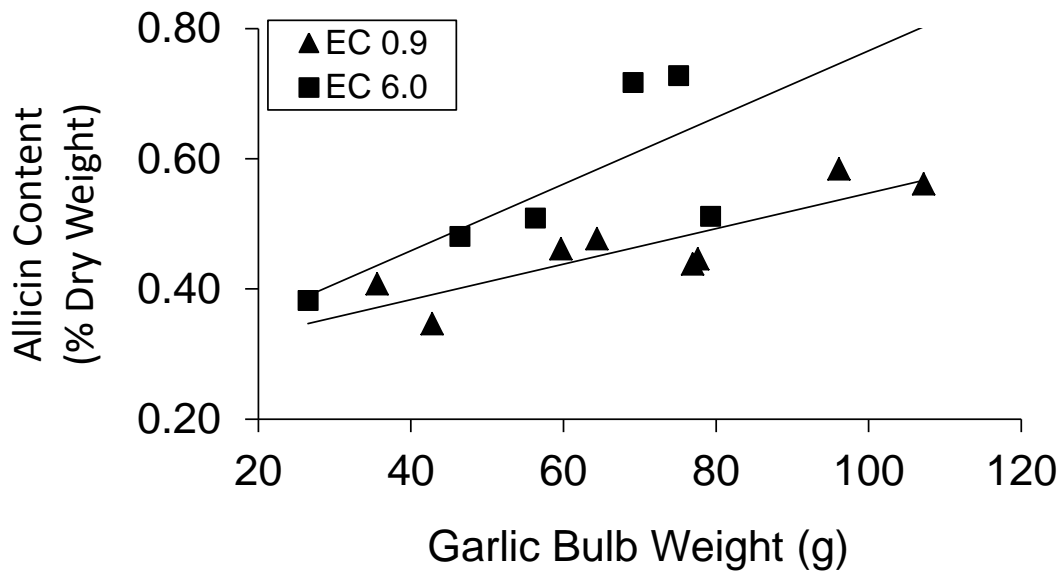
חומר צמחי	תכולת אליצין ( % ממשקל יבש )	משקל יבש (%)
חלקה מסחרית, קו 652, ערוגות 2,4,6,8,10	0.65±0.12	43.8±1.6
מים מותפלים, EC 0.9 חלקות 5,6,8,13,22	0.50±0.11	42.7±1.9
מים מליחים, EC 6.0 חלקות 3,18,23,26,28	0.57±0.05	42.1±1.3

תכולת האליצין הייתה גבוהה יותר בהשקיה במים מליחים לעומת מים שפירים, אך ההבדל לא היה מובהק. תכולת האליצין בשום מהשטח המסחרי הייתה גבוהה יותר מזו של שום משני הטיפולים בניסוי המליחות, ובאופן מובהק ( $p < 0.05$ ) בהשוואה לטיפול במים מותפלים.

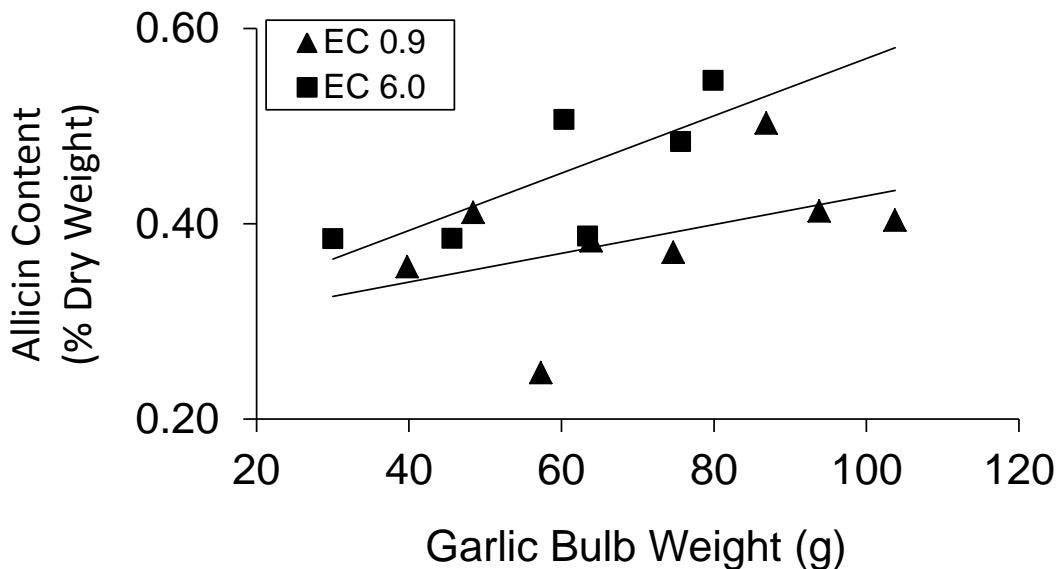
מועד המדידות הבא חל **במהלך תקופת האחסון לאחר ייבוש** (תחילת יולי 2014). מאחר והתקבל שבנוסף להפחתה ביבול הכללי השפיעה המליחות הגבוהה גם על התפלגות גודל הבצלים, התבצעו במועד זה מדידות במקביל על שננות מבצלים בגדלים שונים - 50 ג', 50-75 ג', 75-95 ג', 95 ג' >. מתאם חיובי מובהק התקבל בין תכולת האליצין בשום ומשקל הבצל, כפי שנתן להתרשם מאיור 1, בו מוצגות תוצאות מדידות בשום שהושקה במי קו ודישון מיטבי של 30 יחידות חנקן. מגמה דומה התקבלה גם ברמות דישון אחרות. איורים 2 ו-3 מציגים את תכולת האליצין בשננות השום כפונציה של משקל הבצל מהטיפולים במים שפירים ומליחים בשני משטרי ההשקיה - משקית (איור 2) ועל פי דרישת הצמח (איור 3). חשוב לציין שבטיפולי המליחות הגבוהה בשני משטרי ההשקיה לא היו בצלים מקבוצת הגודל 95 ג' >. המתאם החיובי בין תכולת האליצין וגודל הבצל התקיים גם בשום מחלקות הניסוי בשתי רמות המליחות בהשקיה המשקית (איור 2), ובמידה פחות ברורה בהשקיה על פי דרישת הצמח (איור 3). בשני משטרי ההשקיה התקבלה מגמה של תכולת אליצין גבוהה יותר בשננות מטיפולי המליחות הגבוהה. ראוי לציין שערכי תכולת האליצין בשננות שום ממשטר ההשקיה על פי דרישת הצמח היו נמוכים מאלה שהתקבלו במשטר ההשקיה המשקי, וזאת בשתי רמות המליחות.



**איור 1:** תכולת אליצין כפונקציה של משקל בצל בשום מהשקיה במי קו ו-30 יחידות חנקן. מועד הדיגום - במהלך האחסון לאחר ייבוש.



**איור 2:** תכולת אליצין כפונקציה של משקל בצל בשום ממשטר השקיה משקי בשתי רמות מליחות. מועד הדיגום - במהלך האחסון לאחר ייבוש.



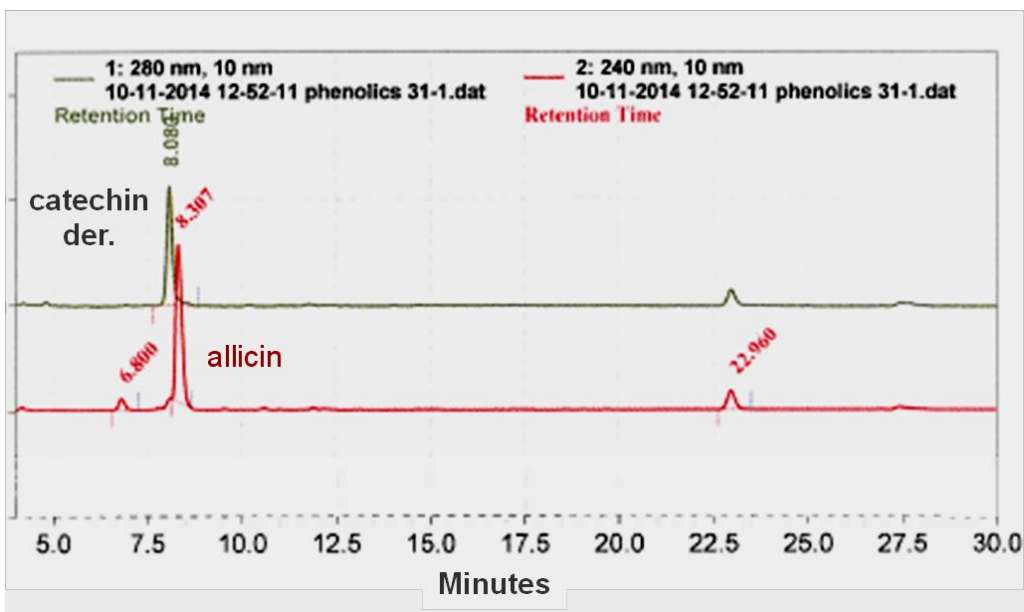
**איור 3:** תכולת אליצין כפונקציה של משקל בצל בשום ממשטר השקיה על פי דרישת הצמח בשתי רמות מליחות. מועד הדיגום - במהלך האחסון לאחר ייבוש.

ערכי % המשקל היבש בשננות משתי רמות המליחות בשני משטרי ההשקיה מוצגים בטבלה 2. הערכים דומים בין הטיפולים השונים, וקרובים לאלה שנמדדו במועד הסמוך לניתוק הצמחים מהקרקע (טבלה 1). מכאן שתכולת המים בבצלי השום הגיעה כמעט לערך הסופי כבר במועד הדיגום הראשון, ובמהלך תקופת הייבוש והאחסון פחתה רק ב- 1-2%. ראוי לציין שבשנים קודמות נמדדו בשום משטחים מסחריים ערכי משקל יבש של כ- 40% עם הניתוק מהקרקע ו- 45% לאחר תקופה דומה של אחסון לאחר ייבוש.

**טבלה 2:** % משקל יבש של שננות שום משתי רמות המליחות בשני משטרי ההשקיה. מועד דיגום - במהלך האחסון לאחר ייבוש.

השקיה על פי דרישת הצמח		השקיה משקית		משקל בצל (ג')
משקל יבש (%)		משקל יבש (%)		
EC 6.0	EC 0.9	EC 6.0	EC 0.9	
44.1±0.5	44.9±1.0	44.1±0.5	45.2±0.1	<50
42.3±1.7	45.8±0.5	43.6±0.7	43.6±0.2	50-75
42.3±0.0	44.6±0.8	41.6±1.9	43.6±0.5	75-95
	43.9±0.4		42.9±0.4	>95

**תכולה והרכב תרכובות פנוליות**: באיור 4 מוצגות כרומוטוגרמות HPLC של מיצוי מתנולי של שום בשני ארכי גל, ו-280 נ"מ, המתייחסים לאליצין ולתרכובות פנוליות, בהתאמה. פיק דומיננטי נצפה בכרומוטוגרמת הפוליפנולים עם זמן שהייה של 8.080 ד' וספקטרום בליעה אופייני לקטכין.



**איור 4**: כרומוטוגרמות HPLC של מיצוי מתנולי של שום בארכי גל של 240 נ"מ (אליצין) ו-280 נ"מ (תרכובות פנוליות).

טבלה 3 מציגה את ערכי תכולת הקבוצות הפנוליות, ביחידות של של אקוויוולנטים של חומצה גלית (GAE) כ- % ממשקל יבש, ושל נגזרת הקטכין, ביחידות של שטח הפיק הרלוונטי בכרומוטוגרמה, בשנות שום ממשטר ההשקיה המשקי בשתי רמות המליחות. בשנות נמדדה העשרה בתרכובות הפנוליות על פי שני המדדים (כ- 24% בתכולת הקבוצות הפנוליות ו-33% בתכולת נגזרת הקטכין) בהשקיה במליחות הגבוהה בהשוואה למים מותפלים.

**טבלה 3**: תכולת אליצין, תרכובות פנוליות ונגזרת קטכין בשנות שום ממשטר השקיה משקי בשתי רמות מליחות.

תכולת נגזרת קטכין (שטח הפיק)	תכולת קבוצות פנוליות (% ממשקל יבש), GAE)	תכולת אליצין (% ממשקל יבש)	משקל יבש (%)	משקל בצל (ג')	מליחות (EC)
447,689±5,460	0.050±0.002	0.44±0.01	43.2±0.44	77.0±5.9	0.9
599,324±1,555	0.062±0.002	0.62±0.09	40.3±0.73	75.1±0.5	6.0

**נגיעות מיקרוביאלית**: רמת הנגיעות בשום נבדקה בשלבים השונים מהניתוק מהקרקע, דרך תקופת הייבוש ובמהלך האחסון. רמות הספירה הכללית והספירה לשמרים ועובשים בבצלים מחלקות מסחריות וניסוי המליחות בהשקיה משקית מפורטות בטבלה 4. באופן כללי רמת הנגיעות בבצלים הייתה נמוכה ( $<1 \cdot 10^4$ ), למעט שתי דגימות בהן נמצאה נגיעות גבוהה בריזופוס. מעניין ששתיהן נדגמו מבצלי שום מהשקיה במים מותפלים.

**טבלה 4 :** רמות ספירה כללית וספירה לשמרים ועובשים בבצלי שום מחלקות מסחריות וניסוי המליחות בהשקיה משקית במועדי דיגום שונים.

מועד בדיקה	טיפול	משקל בצל	ספירה כללית	שמרים ועובשים	
30/04/2014 ניתוק	מי קו, יטבתה 652		$1.4 \cdot 10^3$	0	
	מים מותפלים (EC 0.9)		0	0	
	מים מליחים (EC 6)		$1.7 \cdot 10^3$	0	
23/06/2014 ייבוש	מים מותפלים (EC 0.9)		גבוהה	גבוהה	
	מי קו, ירדן		0	0	
	מי קו, יטבתה 652		$8 \cdot 10^3$	$1.3 \cdot 10^3$	
	מי קו, גרופית 85		$1.2 \cdot 10^3$	0	
	מי קו, גרופית 852		$1.9 \cdot 10^3$	0	
	מי קו, בית גרעין 652		0	0	
	מי קו, בית גרעין 852		0	0	
	מים מליחים (EC 6)		0	0	
	מים מותפלים (EC 0.9)		0	0	
	מים מותפלים (EC 0.9)		50 ג' <	0	0
07/07/2014 אחסון	מים מותפלים (EC 0.9)		$9 \cdot 10^3$	גבוהה	
	מים מותפלים (EC 0.9)		0	0	
	מים מותפלים (EC 0.9)		75-95 ג'	0	0
	מים מותפלים (EC 0.9)		95 ג' >	0	0
	מים מליחים (EC 6)		50 ג' <	0	0
	מים מליחים (EC 6)		50-75 ג'	0	0
מים מליחים (EC 6)		75-95 ג'	$8 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	

**מסקנות, בעיות שהתעוררו, והמלצות להמשך המחקר :** תוצאות שנת המחקר הראשונה מצביעות על עלייה בתכולת האליצין והתרכובות הפנוליות בשום בהשקיה במליחות גבוהה (EC 6.0). על בסיס התוצאות שהתקבלו השנה, תבחן בהמשך המחקר השפעת המליחות ברזולוציה גבוהה של טיפולי מלח בתחום שבין EC 0.9 ו- EC 6.0 לקביעת רמת המליחות המיטבית לקבלת שום עשיר בפיטוכימיקלים חשובים אלה. כמו כן, יבחנו החיוניות של שננות שום מצמחים שגדלו ברמות המליחות השונות והרכב המוצר הסופי של הצאצאים.