

	<b>תקופת המחקר:</b> 2002-2002	<b>קוד מחקר:</b> 870-1164-02
<b>Subject:</b> CANNABIS SATIVA - HEMP		<b>שם המחקר:</b> בחינת זני "המפ" למטרות תעשייתיות.
<b>Principal investigator:</b> ZUKERMAN EFRAIM		<b>חוקר ראשי:</b> אפרים צוקרמן
<b>Cooperative investigator:</b> E BAR		<b>חוקרים שותפים:</b> אפרים בר
<b>Institute:</b> The Extension Service		<b>מוסד:</b> שה"מ, משרד החקלאות, ת.ד. 6 בית-דגן 50250

### תקציר

ה"המפ" (HEMP) הוא צמח סיבים בעל שימושים תעשייתיים רבים כגון: נייר, לוחות DMF, טקסטיל, חומרי בידוד ועוד. חשיבותו העיקרית של ההמפ כצמח תחליף לכריתת עצים לתעשיית הנייר. מסיבה זו נחשב ההמפ כצמח ידידותי לסביבה במדינות רבות בעולם.

ההמפ משתייך למין הבוטני קנביס תרבותי, צמחי הקנביס מכילים חומרים נרקוטיים היכולים לגרום להזיות. בזנים התרבותיים שטופחו לצורך הפקת סיבים, ריכוז חומרים אלה נמוך בהשוואה לצמחי קנביס המשמשים לסמים.

לישראל עניין בבחינת גידול ההמפ כגידול כלכלי המנצל מים מושבים.

**מטרת הניסוי** הייתה לאמוד את סך יכול החומר היבש המתאים לתעשייה ואת מרכיבי יכול הסיבים הארוכים והקצרים.

**תוצאות** - בשלב הראשון, נבדקה האגרוטכניקה של גידול זני המפ כגידול קיצי מושקה, בתנאי הקיץ בארץ. בתנאים אלה משך הגידול עד שלב הפריחה הנקבית היה כ-100 ימים. היבול הנקצר היה בינוני (600 ק"ג/ד) בהשוואה ליבולים הנהוגים בקנדה וארה"ב.

**מסקנות** - בארצות בהם מגודל ההמפ בעזרת גשמי קיץ, צפיפות הצמחים גדולה פי 3 עד פי 6 מאשר בניסוי הנוכחי. תנאי הגידול המתאימים לצמחי ההמפ, מראים, שצמחים אלה יכולים לגדול באקלים הישראלי כגידול חורפי, המתבסס על מי הגשמים. שיטת גידול זאת, מצביעה על אפשרות של הארכה משמעותית במשך הגידול וכתוצאה מכך העלאת יכול החיי הנקצר ואיכותו. גידול זני קנביס (המפ) למטרות תעשייתיות עלול להיות מסוכן אם זני ההמפ יכילו כמויות גדולות של חומרים נרקוטיים. במטרה למנוע הכנסת גידול המסכן את בריאות האוכלוסייה, נבדקו ריכוזי הקנבינואידים בשני מועדי גידול. הממצאים מראים שריכוזי הקנבינואידים היו נמוכים ביותר בקודקודים ובתפרחות הנקביות ונראה שאין בהם סכנה לבריאות הציבור.

על סמך המצאים, נראה שיש להמשיך ולבחון גידול המפ בתנאי גידול חורפיים.

דו"ח מסכם לשנת 2002

## בחינת זני HEMP למטרות תעשייתיות

תכנית מספר: 370-1164-02

מאת: אפרים צוקרמן, מנחם צור וחגית שמאי

## א. תקציר.

ה"המפ" (HEMP) הוא צמח סיבים בעל שימושים תעשייתיים רבים כגון: נייר, לוחות D.M.F, טקסטיל, חומרי בידוד ועוד. חשיבותו העיקרית של ההמפ כצמח תחליף לכריתת עצים לתעשיית הנייר. מסיבה זו ההמפ נחשב כצמח ידידותי לסביבה במדינות רבות בעולם, כגון: צרפת, גרמניה, קנדה, אוסטרליה ובשנים האחרונות גם בארה"ב.

ההמפ משתייך לסוג הבוטני קנבוס תרבותי ובשמו הלטיני *Cannabis sativa*. צמחי הקנבוס מכילים חומר נרקוטי היכול לגרום להזיות. בזנים התרבותיים שטופחו לצורך הפקת סיבים, רמת החומרים הנרקוטיים נמוכה ביותר לעומת ריכוזם בצמחי הקנבוס המשמשים לסמים. לישראל עניין מיוחד בבחינת גידול צמח ההמפ כגידול כלכלי המתאים לאזורי הארץ השונים, תוך ניצול מים מושבים.

מטרת הניסוי החשובה ביותר, הייתה, אומדן סך יבול החומר היבש המתאים לתעשייה וכן אומדן של מרכיבי יבול הח"י הסיבים ארוכים וקצרים. בשלב הראשון של הניסוי הנוכחי, נבדקה האגרוטכניקה של גידול זני ההמפ כגידול קיצי מושקה, בתנאי האביב והקיץ בארץ. בתאים אלה משך הגידול עד שלב הפריחה הנקבית היה כ-100 ימים. היבול הנקצר היה בינוני בהשוואה ליבולים הנהוגים בקנדה וארה"ב. היבול הגבוה ביותר נאסף מהזן EPSILON-68 (660 ק"ג ח"י לדונם).

בארצות אירופה ואמריקה הצפונית בהם מגודל ההמפ בעזרת גשמי קיץ, צפיפות הצמחים גדולה פי 3 עד פי 6 מאשר בניסוי הנוכחי. בחינה וניתוח תנאי הגידול המתאימים לצמחי ההמפ, מביאים למסקנה שצמחים אלה יכולים לגדול באקלים הישראלי כגידול בעל חורפי, המתבסס על מי הגשמים. שיטת גידול זאת, מצביעה על אפשרות של הארכה משמעותית במשך הגידול וכתוצאה מכך העלאת יבול החומר היבש הנקצר ואיכותו.

גידול זני קנבוס (המפ) למטרות תעשייתיות עלול להיות מסוכן אם זני ההמפ יכילו כמויות גדולות של חומרים נרקוטיים. במטרה למנוע הכנסת גידול המסכן את בריאות האוכלוסייה, נבדקו ריכוזי הקנבינואידים (החומרים הנרקוטיים), בתפרחות הנקביות בשני מועדי גידול. ריכוזי הקנבינואידים, מראים, שריכוז ה-THC הגבוה ביותר שנמצא, היה נמוך פי 27 מהריכוז הנמוך ביותר המאפיין את הזנים המיועדים לסמים, 0.074% לעומת 2.0% בהתאמה. גם ריכוזי הקנבינואידים האחרים בזני ההמפ שנבדקו היו ברמות נמוכות מאד. ניתן לסכם, שריכוזי החומרים המוגדרים "חומרים מסוכנים" שנמצאו בזני ההמפ היו נמוכים ביותר ולכן החשש שצמחים אלה ישמשו למטרות שאינן תעשייתיות קטן מאד.

להערכתנו, מן הראוי שיבחן גידול המפ לפחות במשך חורף אחד. בדיקה זו תאפשר לבחון את פוטנציאל היבול וכן התאמת האגרוטכניקה של גידול בתנאי החורף.

## ב. מבוא.

הקדמה

ה"המפ" (HEMP) הוא צמח סיבים בעל שימושים תעשייתיים רבים כגון: נייר, לוחות D.M.F., טקסטיל, חומרי בידוד ועוד.

חשיבותו העיקרית של ההמפ כצמח תחליף לכריתת עצים לתעשיית הנייר. מסיבה זו ההמפ נחשב כצמח ידידותי לסביבה במדינות רבות בעולם, כגון: צרפת, גרמניה, קנדה, אוסטרליה ובשנים האחרונות גם בארה"ב.

ההמפ משתייך לסוג הבוטני קנבוס ותרבותי ובשמו הלטיני *Cannabis sativa*. צמחי הקנבוס מכילים מספר חומרים נרקוטיים שהחשוב מביניהם הוא,  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol (THC), היכול לגרום להזיות. בזנים התרבותיים שטופחו לצורך הפקת סיבים, רמת ה-THC נמוכה ביותר 0.2%-0.3% זאת לעומת ריכוז של 2%-10% בצמחי הקנבוס המשמשים לסמים. הריכוז הנמוך של ה-THC בזנים התעשייתיים הוסג כאמור ע"י טיפוח ממושך במוסדות מחקר רבים בעולם. היום חברות זרעים ידועות מספקות זרעים של זנים למטרות חקלאיות שבהם ריכוזי THC נמוכים. ריכוז ה-THC בצמחים יכול להשתנות במשך שלבי הגידול של הצמחים ולהעלות בתנאי עקה.

הקנבוס הוא אחד מהגידולים העתיקים בעולם. במשך מאות שנים גודל ההמפ בעולם הישן ובעיקר באסיה לצורך ייצור סיבים מהם יוצרו בדים שונים וחבלים, מגרגריו מיצו שמן וצבעים (נמליך, 1982). שרף המכיל אלקלואידים שונים, משמש ברפואה להפקת חומרים משככי כאבים (משולם, 2000). שרף זה ממוצה בעיקר מראשי הקודקודים בצמחים הנקביים, שם ריכוזו גבוה. טיפוס אחד (ווריאנט) של צמחי הקנבוס *Cannabis sativa* var. *India*, משמש כצמח הזיות ומכונה במזרח "חשיש". לאחר גילוי אמריקה הגיע גידול זה גם לאמריקה הצפונית המרכזית והדרומית ושם כונה "מריחואנה". גידולו של הקנבוס בארצות אלה הופסק בתחילת שנות ה-30 של המאה ה-20 בצוממשלתי בגלל סם ההזיות שהוא מכיל.

בשנת 1994 קיבל חוואי ושותפו המהנדס רשיון לגידול קנבוס, במטרה להחליף את גידול הטבק באזור אונטריו בקנדה. הרשיון ניתן לחברה לייצור טבק בשם Hempline. בהמשך, בכמה מכוני מחקר, טיפחו חוקרים אמריקאים וקנדים מספר זני קנבוס לתעשייה המודרנית. תוצאות מאמצי המחקר הביאו לשיטות טיפוח וגידול של זני המפ המיועדים לתעשיית הסיבים וגרגרים.

תפוקת החומר היבש של ההמפ גבוהה מאד ותפוקת התאית ליחידת שטח גבוהה פי 2-3 מזו של העצים. עובדה זו גרמה לכך שמספר מדינות בעולם החלו לגדל את הצמח בקנה מידה מסחרי לצורך הפקת תאית ומוצרים אחרים, כתחליף לכריתת עצים.

לישראל עניין מיוחד בבחינת גידול צמח ההמפ כגידול כלכלי המתאים לאזורי הארץ השונים, תוך ניצול מים מושבים.

תכונות בוטניות של הצמח

ה"המפ" הוא גידול הנחשב כגידול קיצי הנזרע באביב המוקדם ונקצר באמצע הקיץ לאחר שאורך היום מתקצר (לאחר 21 ביוני). משך הגידול למטרות סיבים הוא 60-90 ימים, ולגרגרים 110-150 ימים.

צמחי המפ המגודלים לסיבים, מתנשאים לגובה של 1.5 עד 3 מטר ללא הסתעפויות. העלים התחתונים קמלים כאשר אור השמש אינו מגיע אליהם. בזני ההמפ המיועדים לגרגרים הצמחים מסתעפים ומגיעים לגובה של 3 עד 4 מטרים.

הקליפה החיצונית של הגבעולים (השיפה) בעלת סיבים ארוכים וחזקים. מרכז הגבעולים (העצה) מכיל סיבים קצרים המשמשים ליישומים שונים כתחליפי עץ.

שורשי הצמח הראשיים חודרים לעומק 15-30 ס"מ. בהמשך יוצר הצמח הסתעפויות רבות של השורשים. בהסתמך על מידע שהצטבר בעולם, כושר היצור של ההמפ התנאים אופטימליים יכול להגיע 2-3 טון חומר יבש לדונם.

מיני ההמפ המגודלים כיום בעולם, כולם ממוצא אירופי. הם מופיעים בשלושה סוגים:

1. צמחים דו ביתיים חד מיניים (צמחים זכריים וצמחים נקביים נפרדים).
2. צמחים חד ביתיים חד מיניים (צמח אחד בו התפתחות הזכריות נפרדות מהנקביות).
3. צמחים בעלי דומיננטיות נקבית (בעיקרון כמו סוג 2) בהם 85% - 90% מהפרחים הם נקביים. מקובל לחשוב שסוג זה של צמחים מניב יבול סיבים גבוה.

#### אגרוטכניקה של הגידול

גידול ההמפ במדינות בעלות חקלאות מודרנית ע"פ Baxter, et. Al. (1998) ממוכן כולו, החל מהזריעה וגמור באסיף. צריכת המים של הגידול קטנה מזו של הכותנה אך המידע על כך הוא מארצות בהן הגידול מתבסס על גשמי קיץ.

קרקע - לגידול ההמפ דרושה קרקע בעלת ניקוז טוב, רצוי קרקע חולית עם חומר אורגני רב ובדרגת חומציות (מעל Ph 6.0). עדיפה קרקע בעלת חומציות עם אלקליות נטרלית (Ph 7.0-7.5). קרקע חרסיתית הנוטה להידוק אינה טובה, מכיוון שצמחי ההמפ רגישים להידוק הקרקע ובקרקע מהודקת נופל יבול הסיבים. בקרקעות חוליות דלות בחומרי הזנה, יש לדאוג לכל דרישות הצמחים לחומרי הזנה ולמים כדי להבטיח יבול גבוה בקרקעות אלה.

מצע זרעים - מצע הזרעים של ההמפ חייב להיות מפורר מיושר ומנוחת, כדי לאפשר מגע טוב בין הקרקע לזרעים. רצוי לעבד את הקרקע כשהיא יבשה על מנת למנוע הידוק הקרקע.

זריעה - המפ לסיבים נזרע במזרעה (דרייל) סטנדרטית, כשהמרווח בין השורות 15-17.5 ס"מ. העומד המיטבי של הצמחים הוא 200-250 צמחים למ"ר. כדי להגיע לעומד המיטבי מומלץ לזרוע 300-350 זרעים למ"ר (אחוז הנביטה 66%-70%). ניתן לתכנן את הזריעה לפי 4-5 ק"ג זרעים לדונם. הזרעים צריכים להיות מוטמנים בעומק 2-4 ס"מ. הטמפרטורה המיטבית להבטחת נביטה מהירה ותקינה היא  $10^{\circ}\text{C}$ - $8^{\circ}\text{C}$ , אך צמחי ההמפ יכולים לנבט גם בטמפרטורת קרקע של  $6^{\circ}\text{C}$ - $4^{\circ}\text{C}$ . טמפרטורות קרקע אלה מושגות באזורי המזרע של ההמפ בקנדה, בסוף אפריל עד אמצע מאי. במספר אזורים נהוג לזרוע גם לאחר 10 ביוני אך הדבר אינו מומלץ.

תנאים אקלימיים - צמח ההמפ הוא צמח הדורש כמות מים גדולה לגידולו. בתקופת גידולו דורש הצמח 300-400 קוב"ד. בגידול לסיבים חשוב שהקרקע תשמור על רטיבות במשך כל הגידול. בגידול לגרגרים, במשך התקופת שמפריחה עד מילוי הגרגרים, דורש הצמח תוספת מים בכמות של כ-200 קוב"ד. במשך הגידול הוגטטיבי הצמחים מגיבים בצורה הטובה ביותר לטמפרטורות יום בטווח של  $25-28^{\circ}\text{C}$ . צמחי ההמפ ימשיכו לגדול גם בטמפרטורה נמוכה מ- $2^{\circ}\text{C}$ , אבל סבילות הנבטים לקרה נמוכה ביותר. לאחר הופעת צמד העלים השלישי, יכולים הצמחים לשרוד בטמפרטורות הנמוכות מ- $5^{\circ}\text{C}$  במשך 4-5 ימים. קצב הגידול הוגטטיבי יורד כאשר מתקצרים הימים, לאחר 21 ביוני (היום הארוך ביותר). הגירוי ליצירת פרחים מתרחש גם הוא כאשר אורך היום מתקצר. בתנאים של 18 שעות אור ו-6 שעות חושך לא תהיה כלל אידוקציה ליצירת פרחים (Rosenthal, 2002). מכאן, שזריעה מוקדמת יכולה לגרום למשך גידול ארוך יותר וכתוצאה מכך, להתארכות הצמחים וקבלת יכול סיבים גבוה, מבלי שהדבר ישנה באופן משמעותי את מועד הקציר.

דישון ופוריות - גידול ההמפ, כפי שכבר צוין דורש קרקעות עמוקות, פוריות ובלתי מהודקות בדומה לקרקעות המתאימות לגידול תירס וכדומה. על מנת לקבל יכול גבוה יש כדי לספק את דרישות הצמחים לחומרי הזנה.

חנקן צרופ (N) – 9-14 ק"ג/ד".

זרחן צרופ ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 2.5-7.5 ק"ג/ד".

אשלגן ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 0-7 ק"ג/ד", בקרקעות חרסיתיות הדרישות לאשלגן בד"כ נמוכות יותר.

הדברת עשבים – השלב החשוב בהתמודדות עם עשבים הוא מנביטה עש שהצמחים מגיעים לגובה של 30 ס"מ (4-5 שבועות לאחר הצצה). בשלב זה אם עומד הצמחים טוב, הצמחים מצילים את פני הקרקע ומעכבים נביטת עשבים. עיקר הבעיה היא התמודדות עם עשבים רב שנתיים שעוברים מגידול לגידול. במקרה זה ישנם מספר חומרי הדברה לעשבים שנמצאו סלקטיביים להמפ או שפגיעתם בהמפ נמוכה ויש להתאים את השימוש בהם בהתאם למיני העשבים בשטח. קיימות טבלאות של חומרי הדברה לעשבים, שנוסו במכוני מחקר ונמצאו יעילים, אך הם אינם מורשים לשימוש (Baxter and Scheifele, 2000).

הדברת מחלות ומזיקים - ידועים למעלה מ-50 מינים שונים של וירוסים, בקטריות, פטריות וחרקים התוקפים את ההמפ ויכולים להשפיע על היבול. בגלל קצב הגידול המהיר של ההמפ הוא מתגבר על רוב המחלות והמזיקים. עד עתה לא ניתן בקנדה לשום קוטל מזיקים ופטריות, רישוי לשימוש בשדות המפ. כדי להתמודד עם מחלות, מומלץ לשמור על מחזור גידולים בו ההמפ מגודל אחת ל-4 שנים וכן לא לגדלו לאחר ליפתית, חמניות, שעועית וסויה (Baxter and Scheifele, 2000).

להלן רשימת הפגעים העיקריים שנמצאו על המפ בקנדה ומידת הנזק הידועה.

פטריות:

*Fusarium oxysporum* f.sp. cannabis – גרם לנזקים בשורשי ההמפ.

*Verticillium albo-atrum* – מידת הנזק אינה ברורה.

*Botrytis cinerea* – מידת הנזק לא ידועה.

*Sclerotinia sclerotiorum* – מידת הנזק לא ידועה.

וירוסים:

*Arabis mosaic virus* – מידת נזק אינה ברורה.

בקטריות:

*Pseudomonas syringae* pv. *Cannabis* – מידת הנזק אינה ידועה.

מזיקים:

*Ostrinia nubilalis* נובר התירס האירופי – פגע במספר מקומות בקנדה.

*Helicoverpa (Heliothis) armigera* (הליוטיס) – פוגע בעיקר בקודקודי הצמיחה.

*Aphidoidea* (כנימות עלים) – מידת הנזק אינה ברורה.

נוקים מכניים ואקלימיים:

הנזק העיקרי הוא נזקי רוחות, הגורמות לרביצה. באותם מקומות המועדים לרוחות רצוי לזרוע זנים נמוכים יותר.

**הקציר** - המשקל הנאסף של גבעולי ההמפ בקנדה (אונטריו) כפי שמדווח ע"י Baxter et. al. (1998) נע בין 2.0-0.65 טון חומר יבש לדונם. ממוצע היבול הוא 0.75 טון/ד. היבולים הטובים ביותר מתקבלים משדות שנזרעו מוקדם ככל האפשר וגדלו בתנאים המיטביים.

הפקת טון אחד של סיבים מצריך כמות של 3-4 טון של קש גבעולים איכותי. המפ לסיבים נקצר לפני הפצת האבקה מהפרחים הזכריים ולפני יצירת הגרגרים בפרחים הנקביים. גבעולים הנקצרים לאחר הקציר לגרגרים, מלוגגנים ומתאימים רק ליישומים בתעשיית תחליפי העץ. הקציר לגרגרים נעשה בקומביין לקציר תבואות עם התאמות למניעת סתימות והכרכות גבעולים סביב החלקים הנעים בקומביין.

**הפרדת הסיבים מהגבעולים** - השיטה הטובה והפשוטה ביותר להכנת הצמחים להפרדת הסיבים (הקליפה) מהגבעולים היא הרטבה וייבוש הגבעולים היא בתנאי שדה של גשם או טללים ממושכים ושמש, לסירוגין. במידה והתנאים אינם מאפשרים זאת, ניתן לבצע פעולה זו בתהליך תעשייתי של יבוש והרטבה של החומר הצמחי, ע"י שימוש במים וכימיקלים. תהליך ההרטבה והייבוש בתנאי שדה בקנדה נמשך 12-18 ימים (לא נראה לי שבארץ ניתן להגיע לכך בתנאי שדה).

כדי להגיע לאכשרה טובה של הגבעולים יש להפוך את האומנים (וולים) בשדה, באמצעות מגוב, פעם או פעמיים במשך תהליך האכשרה. הפיכת האומנים גורמת גם להתייבשות העלים ונשירתם ומונע המצאות סמים בסיבים.

איסוף ואחסון

האיסוף של החומר בשדה עם או בלי אכשרה להפרדת הסיבים, יכול להיעשות בכל מיני שיטות. השיטה המקובלת, כבישת חבילות בדומה לקש ובתנאי שהתייבשותן תהיה מהירה ומשביעת רצון. אחסון החומר צריך להיות בתנאים של יובש כאשר הלחות בחבילות אינה עולה על 15%. אין מידע על שמירת החבילות בשדה תחת כסוי פלסטיק, אך קיימים רמזים על כך שהקש קולט לחות מהקרקע ונגרמת התעפשות של הגבעולים.

ניצול תעשייתי - התעשייה מנצלת את סיבי הצמח. סיבי השיפה הם ארוכים ומהווים כ-35% מכלל הסיבים ויתרת הסיבים הם סיבי העצה הקצרים יותר. במספר מדינות בעולם הוקמו מפעלים להפרדת הסיבים ועיבודם.

כלכלת הגידול

קיימים תחשיבים של כדאיות הגידול בקנדה. התחשיבים תלויים בגודל השטח, בעלות העיבודים, ביבול ובאיכות החומר הנאסף ולבסוף במחיר המתקבל מהקניינים. על פי תחשיבים אלה הוצאות הייצור לדונם המגודל לסיבים, הן כ-155 \$ לדונם, ללא השקיה, (Baxter and Scheifele, 2000).

מטרות המחקר

1. בחינת יבול החומר היבש בכלל שצוברים צמחי המפ מזנים שונים שיובאו לארץ. יעשה ניסיון לאמוד את יבול הסיבים הארוכים והקצרים בכל זן.
2. בחינת אגרוטכניקה מתאימה לגידול בתנאי הארץ.
3. בדיקות תכולה וריכוז של החומרים הנרקוטיים, באברי הצמח השונים במהלך הגידול, במטרה למנוע הכנסת גידול המסכן את בריאות האוכלוסייה.
4. בחינה כלכלית של כדאיות גידול ההמפ בישראל.

## ג. תומרים ושיטות.

1. ניסוי בחינת זני ההמפ לתעשייה נזרע באקראיות גמורה ב-6 חזרות. בכל חזרה נזרעו 4 שורות במרווח של 38" בין השורות, ובאורך 25 מטר.

2. רשימת הזנים בניסוי.

EPSILON 68

FURORA 75

FELINA 34

FEDORA 17

מקור הזרעים: צרפת.

חברת – Cooperative Centrale des Production de Semences de Chanver (CCPSC)

כתובת – 20, Rue Poul Ligneul, F-72000 LES MANS

3. אגרוטכניקה.

סוג הקרקע: חרסיתית כבדה.

גידול קודם: פפריקה, קיץ 2001.

עיבודים: לאחר הפפריקה - דיסק X 2 וסימון ערוגות.

אביב 2002 - תיחוח X 2.

הנחתת הקרקע ע"י מעגילה לאחר הזריעה.

זריעה: ב-18.02.02 מזרעת ניסיונות פנאומטית 2 יחידות במרווח שורות 38".

הדברת עשבים: טיפול קדם הצצה ב-21.04.02 – ראונדאפ 300 סמ"קודי בריסוס קרקעי בנפח גבוה.

קלטור עשבים לאחר הנביטה ב-05.05.02.

עישוב ידני לאחר נביטה ב-06.05.02.

הדברת מזיקים: טיפול נגד הליוטיס ב-16.06.02 – תיונקס 300 סמ"קודי.

טיפולים לאחר הקטיף: כיסוח, גיבוב שאריות הצמחים, שרפת שאריות הצמחים ודיסק חלקת הניסוי.

4. השקיות.

כמות מים (קוב"ד)

ושיטת ההשקיה

25

22.04.02 - הנבטה I בהמטרה עיתוי

25

1.5.02 - הנבטה II בהמטרה

25

27.5.02 - השקית בצל בטיפטוף

35

29.5.02 - טיפטוף (מקדם השקיה מגיגית 0.4)

75

9.6.02 - טיפטוף (מקדם השקיה מגיגית 0.7)

100

18.6.02 - טיפטוף (מקדם השקיה מגיגית 0.9)

25.6.02 - סיום השקיה

285

סה"כ

5. דישון.

דישון יסוד – חנקן 23 ק"ג צרוף לדונם וזרחן 7.5 ק"ג לדונם  $P_2O_5$ . הדשן כולו ניתן בריסוס לפני ההנבטה ב-21.04.02, בדשן נוזלי מורכב 23-7.5-0 בכמות של 100 ליטר לדונם

6. דיגומים ובדיקות.

א. גובה הצמחים נמדד במשך הגידול ב-6 מועדים: 1.5.02, 29.5.02, 6.6.02, 12.6.02, 20.6.02 ו-3.7.02 (8).

ב. ספירת צמחים בעלי תפרחות זכריות בלבד ובעלי תפרחות אנדרוגניות נעשתה בתאריך 21.6.02 ב-10 מטר שורה בכל חזרה.



ג. דגימות של אברי צמח שונים, לצורך בדיקת תכולת THC נלקחו בשני מועדים:  
20.6.02 נדגמו מכל חזרה - עלים מבוגרים, עלים צעירים וקודקודי צמיחה.  
3.7.02 נדגמו מכל חזרה - עלים מבוגרים, עלים צעירים ותפרחות נקביות.

ד. קטיפ לשם בחינת כמות החומר היבש שנצבר בצמחים, בוצע בכל הזנים בתאריך 29.7.02.  
ה. תכולת THC בקודקודי הצמיחה ובתפרחות הנקביות משני מועדי דיגום (סעיף ג') נעשתה במעבדה לטוקסיקולוגיה במרכז הרפואי שיבא בתל השומר ע"י צוות המעבדה בראשות ד"ר שלמה אלמוג.  
שיטת הבדיקה:

הקנבינואידים (THC) Tetrahydrocannabinol, (CBN) Cannabinol ו-(CBD) Cannabidiol מוצו מדגימות Hemp- בהקסן אחרי טחינה בהומוגניזר, המסה חומנית וסוניקציה. זיהוי הקנבינואידים וקביעתם הכמותית נעשתה בגאז-כרומטוגרף/מס-ספקטרומטר ממוחשב.  
כיוול מערכת הבדיקה:

א. תמיסת reference מכוילת של חברת High Standard Products Co. בריכוז של  $100\mu\text{g THC/ml}$ . מתמיסת אם זו, הוכנו 7 כיילים שונים בתחום ריכוזים של 100-0 מיקרוגרם/מ"ל.

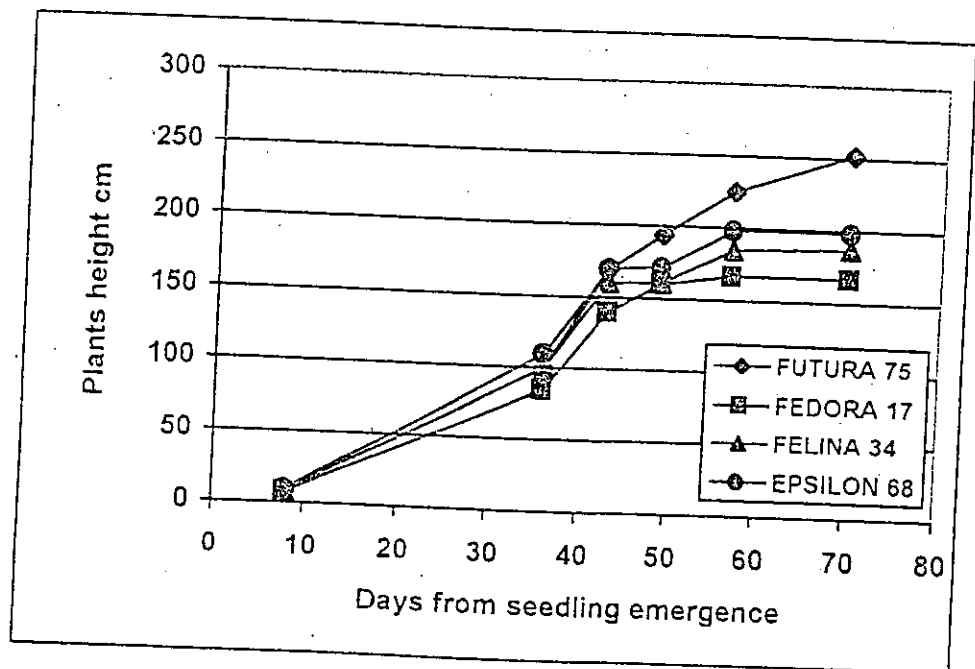
ב. תמיסת אם של CBN בריכוז של  $1000\mu\text{g/ml}$  שהוכנה מ-CBN טהור (Sigma). מתמיסה זו הוכנו 7 כיילים שונים בתחום ריכוזים של 100-0 מיקרוגרם/מ"ל.

ג. תמיסת אם של CBD בריכוז של  $1000\mu\text{g/ml}$  שהוכנה מ-CBD טהור (Sigma). מתמיסה זו הוכנו 12 כיילים שונים בתחום ריכוזים של 1000-0 מיקרוגרם/מ"ל.

7. ניתוח סטטיסטי.  
בדיקת השונות הסטטיסטית בין הזנים, בכל אחד מהמשתנים הנבדקים, נעשה במבחן שונות על פי  
Tukey & Kramer בתוכנת JMP-4.0.

ג. תוצאות ראשוניות דיון.

המטרה הראשונה הייתה בחינת קצב וכמות צבירת החומר היבש בצמחי המפ בזנים שבניסוי. לשם בחינת קצב התפתחות הצמחים, נעשו מדידות של גובהם במספר מועדים במשך תקופת הגידול. ממצאים אלה מוצגים באיור 1.



איור 1 – גובה הצמחי ההמפ מהזנים בניסוי כתלות בימים מהצצה, בית דגן 2002.

מהמוצג באיו 1, ניתן לראות שצמחיו של הזן FUTURA-75 היו הגבוהים ביותר מבין הזנים בניסוי והגיעו לגובה של 252 ס"מ. לעומתו, FEDORA-17 היה הזן הנמוך ביותר, 167 ס"מ. נשאלת השאלה האם לגובה הצמחים היה השפעה על צבירת החומר היבש? נושא ידון בהמשך.

גובה הצמחים יכול להיות מושפע ממספר גורמים כגון: הזן, תנאי הגידול וצפיפות הצמחים בשורה או ליחידת שטח. מהנתונים בטבלה 1, ניתן לראות שלא נמצאו הבדלים מובהקים בין הזנים במספר הצמחים לדונם למעט מספר הצמחים בזן FELINA-34 שצפיפותם הממוצעת הייתה גבוהה יותר. ניתוח המתאם הליניארי בין צפיפות הצמחים לגובהם, מראה שעוצמת הקשר קטנה ביותר ואינה מובהקת ( $r^2=0.1871$ ). ניתן להסיק מכך, שגובה הצמחים זו תכונה גנטית של כל זן והיא אינה מושפעת בהכרח מצפיפות הצמחים ליחידת שטח.

טבלה 1 - צפיפות הצמחים לדונם ומדדים בוטניים של זני ה"המפ", בית דגן 2002.

שם הזן	מספר צמחים לדונם (1)	מספר צמחים זכריים לדונם	מספר צמחים אנדרוגניים לדונם	אחוז צמחים זכריים מכלל האוכלוסייה	אחוז צמחים אנדרוגניים מכלל האוכלוסייה
EPSILON 68	12,050	ב	83	0.7	0.7
FUTURA 75	10,933	ב	33	0.3	1.2
FELINA 34	15,700	א	133	0.8	0.5
FEDORA 17	11,796	ב	67	0.6	1.3
ממוצע הניסוי	12,620		79	0.6	0.9

(1) - אותיות זהות באותו הטור מראות הבדל מובהק ברמה של  $p < 0.05$ , במבחן שונות ע"פ Tukey & Kramer.

יבול החומר היבש (ח"י) בכלל ויבול הסיבים הארוכים (סיבי השיפה), יכולים להיות מושפעים מגובה הצמחים צפיפותם. יתכן (כפי שצוטט במבוא), שגם מהיחס שבין צמחים זכריים לבין צמחים נקביים וצמחים אנדרוגניים. הממצאים המוצגים בטבלה 1 מראים, שבכל הזנים אחוז הצמחים הזכריים היה נמוך מאחוז אחד וניתן לשער שגורם זה לא השפיע על היבול. גם אם נחמיר בהנחות ונייחס את הצמחים האנדרוגניים כאילו הם צמחים זכריים, נמצא שאחוז הצמחים הזכריים והאנדרוגניים מכלל אוכלוסיית הצמחים בניסוי היה בין 1.3% בזן FELINA-34 לבין 1.8% בזן FEDORA-17 וכנראה שלגורם זה לא היה השפעה משמעותית על גובה היבול. נושא זה ילוּבן בפרק בו נדון על מרכיבי היבול.

מטרת הניסוי החשובה ביותר, היא, אומדן סך יבול החומר היבש המתאים לתעשייה וכן אומדן של מרכיבי יבול הח"י הסיבים ארוכים וקצרים. מרכיבי היבול כפי שנקצרו ונאספו בניסוי וכן אומדן של מרכיבי היבול מופעים בטבלה 2.

טבלה 2 - מרכיבי יבול החומר היבש של זני ה"המפ" (לפי סדר יבול חומר יבש יורד), בית דגן 2002.

שם הזן	אחוז חומר יבש (1)	משקל יבש לדונם (1)	משקל הסיבים לדונם (2)	משקל העצה לדונם (2)
EPSILON 68	36.9	א 660	220	440
FUTURA 75	33.9	א 640	213	427
FELINA 34	36.6	א ב 571	190	381
FEDORA 17	38.4	ב 489	163	326
ממוצע הניסוי	36.4	590	197	393

(1) - אותיות זהות באותו הטור מראות הבדל מובהק ברמה של  $p < 0.05$ , במבחן שונות ע"פ Tukey & Kramer.  
(2) - משקלי הסיבים (שיפה) והעצה הוערכו על יחס 2:1 בהתאמה.

מהנתונים המוצגים בטבלה 2, ניתן לראות שאת יבול הח"י הגבוה ביותר (660 ק"ג ח"י לדונם) הניב הזן EPSILON-68. יבול הח"י של זן זה לא נבדל במובהק מזה של הזנים, FUTURA-75 ו-FELINA-34 אך שונה מזה של הזן FEDORA-17 שהניב את היבול הנמוך ביותר (489 ק"ג ח"י).

בחינת בהתאמים בין התכונות הגנטיות של כל זן והשפעתן על יבול הח"י מצביעה על הממצאים הבאים:  
1. לא נמצא שגובה היבול הושפע מצפיפות הצמחים ליחידת שטח. בחינת המתאם במדד זה ( $r^2=0.0414$ ) מצביעה על כך שאין קשר ישיר בין מדדים אלה.

2. בחינת התלות בין משקל יבול הח"י הכולל לגובה הצמחים, מצביעה על מתאם חלש ולא מובהק סטטיסטי בין מדדים אלה ( $r^2=0.5126$ ). מכאן שגובה היבול בכל זן אינו מושפע בהכרח מגובה הצמחים.

3. נמצא מתאם סטטיסטי גבוה בין גובה הצמחים לאחוז הח"י בעת הקציר ( $r^2=0.9569$ ). ממצא זה יש בו להצביע על האפשרות שהזנים הנמוכים מסיימים מוקדם יותר את שלב הגידול הוגטיבי ומוכנים לעבור לשלב הפרודוקטיבי. אם הנחה זו אכן נכונה, הרי שפוטנציאל ההנבה של זני ההמפ הגבוהים עולה על אלה הנמוכים. מכאן יתכן שהארכת משך הגידול עד הפריחה עשוי להגדיל את היבול של זנים אלה.

4. לא נמצא שאחוז הצמחים הזכריים והאנדרוגניים היה בעל השפעה משמעותית על גובה יבול הח"י.

משך הגידול מהנבטה עד הקציר היה 98 ימים. האגרוטכניקה של הגידול בניסוי הייתה בדומה לשיטות הגידול הנהוגות בארץ בגידולי שורה קצייים בהשקיה (כ-1 מטר). צפיפות הצמחים בשורה הייתה בדומה לנהוג בזריעות בצפון אמריקה ואירופה, אך בארצות אלה המרווחים בין השורות קטנים פי 0.33 או 0.167 מאלה שנוצרו בניסוי (מרווח של 30 ס"מ או 15 ס"מ בין השורות בהתאמה). מכאן, שבארצות אירופה ואמריקה הצפונית בהם מגודל ההמפ בעזרת גשמי קיץ, צפיפות הצמחים גדולה פי 3 עד פי 6 מאשר בניסוי הנוכחי. ניתן לשער שגידול ההמפ כגידול חורפי בתנאי הארץ, יאפשר ביסוס הגידול על ניצול מי הגשמים. יתר על כן, זריעה חורפית צפופה כנהוג באירופה וצפון אמריקה עשויה להגדיל את משך הגידול עד הפריחה ומכאן, אפשרות להגדלת פוטנציאל ההנבה של הצמחים.

גידול זני קנביס (המפ) למטרות תעשייתיות עלול להיות מסוכן אם זני ההמפ יכילו כמויות גדולות של חומרים נרקוטיים או חומרים בעלי השפעות על מערכות העצבים. במטרה למנוע הכנסת גידול המסכן את בריאות האוכלוסייה, נבדקו ריכוזי הקנבינואידים (החומרים הנרקוטיים), בתפרחות הנקביות בשני מועדי

גידול ומצגים בטבלה 3. בתפרחות הנקביות ע"פ הספרות ריכוזי הקנבינואידים הם הגבוהים ביותר בין אברי הצמח השונים.

טבלה 3 - ריכוזי הקנבינואידים בקודקודי הצמיחה (שבועיים לפני הפריחה) ובתפרחות הנקביות (בזמן הפריחה) של צמחי ההמפ, בית דגן 2002.

3.7.02			20.6.02			מועד דגימה
(%) CBN	(%) CBD	(%) THC	(%) CBN	(%) CBD	(%) THC	הזן / החומר הנבדק
ליין	0.088	0.039	ליין (1)	0.061	0.039	Futura-75
ליין	0.087	0.040	ליין	0.102	0.042	Fedora-17
ליין	0.077	0.045	ליין	0.068	0.043	Felina-34
ליין	0.073	0.039	ליין	0.073	0.039	Epsilon-68
ליין	0.081	0.041	ליין	0.076	0.041	ממוצע הבדיקה
ליין	0.161	0.074	ליין	0.200	0.064	רמה מרבית (2)

(1) - ליין (לא נמצא, נמוך מסף רגישות המערכת).

(2) - ריכוז החומר המרבי שנמצא בבדיקה בודדת.

ריכוזי הקנבינואידים המופעים בטבלה 3, מראים, שריכוזי החומרים בצמחים מכל הזנים היו נמוכים ביותר וללא הבדלים מובהקים בין הזנים בניסוי. ריכוז ה-THC הגבוה ביותר שנמצא בתפרחת בודדת, היה נמוך פי 27 מהריכוז הנמוך ביותר המאפיין את הזנים המיועדים לסמים, 0.074% לעומת 2.0% בהתאמה.

גם ריכוזי הקנבינואידים האחרים בזני ההמפ שנבדקו היו נמוכים מאד.

ניתן לסכם, שריכוזי החומרים המוגדרים "חומרים מסוכנים" שנמצאו בזני ההמפ היו נמוכים ביותר ולכן החשש שצמחים אלה ישמשו למטרות שאינן תעשייתיות קטנות מאד. יתר על כן, על סמך הבדיקות ריכוזי הקנבינואידים ניתן לאתר בקלות האם גידול הקנביס הוא למטרות תעשייתיות או למטרות אחרות, זאת כבר בשלבי הגידול שלפני הפריחת הנקביות.

#### ד. מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר.

בשלב הראשון של הניסוי הנוכחי, נבדקה האגרוטכניקה של גידול זני ההמפ כגידול קיצי מושקה, בתנאי האביב והקיץ בארץ. בתאים אלה משך הגידול עד שלב הפריחה הנקבית היה כ-100 ימים. האגרוטכניקה של הגידול הותאמה לשיטת הגידול הנהוגה בארץ בגידולי שורה המושקים בטיפטוף. היבול הנקצר היה בינוני בהשוואה ליבולים הנהוגים בקנדה וארה"ב. בחינה וניתוח תנאי הגידול המתאימים לצמחי ההמפ, מביאים למסקנה שצמחים אלה יכולים לגדול באקלים הישראלי כגידול בעל חורפי, המתבסס על מי הגשמים. שיטת גידול זאת, מצביעה על אפשרות של הארכה משמעותית במשך הגידול וכתוצאה מכך העלאת יבול החומר היבש הנקצר ואיכותו.

תוצאות בחינת ריכוזי החומרים הנרקוטיים בזני ההמפ שנבדקו בניסוי, מראים ריכוזים נמוכים ביותר של קנבינואידים. ניתן להסיק מכך, שאין סכנה לציבור מגידול הזנים המיועדים לתעשייה. להערכתנו, מן הראוי שיבחן גידול המפ לפחות במשך חורף אחד. בדיקה זו תאפשר לבחון את פוטנציאל היבול וכן התאמת האגרוטכניקה של גידול בתנאי החורף. כדאיות הגידול בישראל מותנה בראש ובראשונה בתמורה שיקבלו החקלאים. בשלב זה של המחקר לא נעשתה בדיקת שווקים ובדיקת התמורות שיכולים החקלאים לקבל ומכן באם יש הצדקה כלכלית לגידול המפ בישראל.

#### ו. מקורות ספרותיים מצוטטים

- Baxter, B. and Scheifele, G. 2000. Growing Industrial Hemp in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture, Food. In: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/00-067.htm>.
- Baxter, W.J., Scheifele, G. and Dragla, P. 1998. Hemp Production. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. In: <http://www.gov.on.ca> p: 1-8.
- Rosenthal, e. 2002. Vegetative light period. In: Cannabis Culture Magazine Online Marijuana and Hemp Around the world. <http://www.hempbc.com>
- נמליך, ח., 1982. קנבוס. מתוך: לקסיקון בוטני. הוצ' דביר – ירושלים, תל אביב. עמ' 498-499.
- משולם, ר., 2000. הכימיה וההשפעות הביולוגיות של החשיש. הכימיה בישראל – ביטאון בחברה הישראלית לכימיה, גיליון 5: 4-7.

#### ז. הבעת תודה:

לצוות העובדים בחוות הניסיונות בבית דגן בראשות מירציה ויסמן, על ביצוע העיבודים והטיפול בחלקת הניסוי, תוך תשומת הלב והקפדה על לכל הפרטים שאפשרו סיום תקופת הניסויים בגידול רגיש זה.

## הנחיות למילוי סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב- 3 עד 4 שורות מכסימום לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת)  
שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.  
הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה
בחינת זני "המפ" <i>Cannabis sativa</i> למטרות תעשייתיות בתנאי גידול בהשקיה בקיץ הישראלי.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח
נערך מבחן של 4 זני המפ, המבחן היה ב-6 חזרות באקראי, בחוות המרכז בבית דגן. הזנים נזרעו באביב 2002 ונקצרו באמצע יוני בשנה זו. שיטת הגידול הייתה, שורות במרווחים של כ-1 מטר. שיטת ההשקיה, טיפוף. בניסוי נבדקו התפתחות הצמחים (גובה וביומסה) בכל זן וכן נבדקה תכולת הקנבינואידים בשני שלבי גידול. החומר היבש שנצבר היה 640 ק"ג (יבול בינוני) וכמות הקנבינואידים הייתה נמוכה ביותר.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.
א. תקופת הגידול בשלחין באקלים הישראלי בקיץ גרם לצימוח מהיר ולצבירה יחסית נמוכה של ביומסה.
ב. הזנים שנבחנו בניסוי הכילו בפרחים הנקביים ריכוזי קנבינואידים נמוכים ביותר וללא סכנה ממשית לבריאות הציבור.
ג. לאור התוצאות ומידע מהעולם רצוי לבחון את הגידול בתנאי החורף בארץ ללא השקיה.
4. הבעיות שונתרו לפתרון ואו השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.
א. בחינת הגידול בזריעה צפופה (כמו חיטה) בתנאי החורף הישראלי ללא תוספת מים להשקיה.
ב. לאור התוצאות לבחון ייתכנות כלכלית של הגידול בארץ.
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים – יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון – יש לפרט מקום ותאריך.
בשלב זה לא הופץ שום ידע למעט סיכום זה שהופץ לחברי ועדת ההמפ הבין משרדית.