

## גידול חקלאי של ספירולינה

יאיר כהן, זיגי ווינטרס, אנדריאה אנצמן, חיים מירון, צ'פמבה אניווי, ארין פופ - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית תמר

כתובת המחבר: [yairk@arava.co.il](mailto:yairk@arava.co.il)

### תקציר

מו"פ ערבה עוסק זה ארבע שנים במיזם שמטרתו פיתוח תחום המיקרו-אצות בערבה. במסגרת מטרה זו החליט המו"פ להתמקד בפיתוח פרוטוקול לגידול מסחרי של ספירולינה (*Spirulina*). הספירולינה היא ציאנו-בקטריה המכילה אחוז גבוה של חלבון (60%) ויטמינים, מינרלים, וקרוטנואידים המתפקדים כאנטי-אוקסידנטים. לספירולינה יש שוק קיים בעל דרישה הולכת וגוברת בגלל העלייה במודעות לתזונה נכונה ולבריאות הגוף. ספירולינה גם משמשת להפקת פיגמנט המשמש כצבע מאכל כחול טבעי במזון (פיקוציאנין). שימוש נרחב נוסף באצה זו הוא בהזנת בע"ח כתוסף מזון בריאותי וכתחליף לחלבון מן החי. מחיר הגידול של ספירולינה מוערך בין \$5-\$10 לק"ג יבש. עלות הגידול קטנה ככול שייצור הביומסה גדל. מחירה של ספירולינה לצרכן הוא \$50-\$60 אבקה יבשה. מוצרים נוספים המופקים מספירולינה כגון הפיקוציאנין נמכרים במחירים גבוהים בהרבה, מחיר ק"ג יבש של הפיגמנט מתחיל במאות דולרים.

תהליך גידול הספירולינה דומה לזה של מיקרו-אצות והוא מתחיל בתרבויות סטריליות שמוחזקות על אגר בצלחות פטרי. בכדי ליצור תרבית, נזרעת כמות קטנה בנפחים של 200-100 מ"ל עד להגעה של ריכוז תאים גדול מספיק (מספר מיליונים של תאים למ"ל) המתבטא בצבע ירוק-כחול עז בתרבית (כ 3 שבועות לערך). לאחר שלב זה, הכמות שגודלה נזרעת מחדש בנפח גדול יותר (5-3 ליטרים) והתהליך חוזר על עצמו עד ליצירת 50 ליטרים לערך, כמות המספיקה לזריעה של בריכת גידול קטנה בנפח של 1 מ"ק. הקציר הוא מתמשך, כלומר בכל יום נקצרים כ 15% מנפח הכולל ומחדשים את הגידול ע"י הוספת מים ומדיה. ספירולינה מתרבת ע"י חלוקה א-מינית של תאים. התאים עוברים חלוקה ומתאגדים לצבר שצורתו סלילית (מכאן מגיע השם ספירולינה) ואז מתנתקים ומתחלקים שוב. כמו במיקרו אצות, שלב החלוקה, הנקרא גם שלב הגידול האקספוננציאלי מתבטא בגידול מהיר של הביומסה, הקציר מתרחש בשיאו של שלב זה.

במהלך שנת 2018 הוקמו בתחנת יאיר 3 בריכות בעלות נפח של 50 מ"ק כל אחת בכדי לאפשר בחינה לגידול מסחרי של ספירולינה בערבה. כמו כן, נוספה מכונת קציר המאפשרת הפרדה מהירה ויעילה של ספירולינה ממי הגידול. בחודש האחרון התחלנו בגידול מלא בכל המערכות מהמעבדה ועד לבריכות הגידול הגדולות ואנו אוספים נתונים לגידול מסחרי של ספירולינה. אנו עוסקים בימים אלה באיסוף נתוני הגידול ובתמחור הגידול. בנוסף, מחלקת חקלאות המים פרסמה קול קורא שמטרתו הקמת משק מודל לגידול ספירולינה בערבה. צוות המחלקה יספק מידע, תרבויות וליווי מדעי לחקלאי הנבחר.

## מבוא

הערבה התיכונה והצפונית היא אזור חקלאי מובהק בו רוב התושבים עוסקים בגידול ירקות (בעיקר פלפל). בשנים האחרונות חלה ירידה משמעותית ברווחיות הענף וכיום רבים מחקלאי הערבה מוצאים עצמם בקשיים כלכליים. חקלאות המים הינו ענף גידול חקלאי הנבחן במו"פ האזורי כאלטרנטיבה לגידול המסורתי כדי לעודד צמיחה כלכלית בערבה.

חקלאות מים היא ענף הגדל במהירות בשנים האחרונות בעולם (עלייה ממוצעת של כ-8% בשנה). אצות הגדלות בחקלאות מים משמשות בעיקר למאכל במזרח הרחוק. אבל לאצות ישנן שימושים רבים אחרים: כתוספי מזון וכמקור לחומרים מייצבים בתעשיות המזון, הקוסמטיקה והפארמה. בשנים האחרונות אצות משמשות גם בתעשיות האנרגיה החלופית, הביוטכנולוגיה והביו-רפואה. באופן כללי, ישנה השקעה רבה בתחום זה בעולם המערבי וחקלאות אצות כבר אינה רק נחלתם של ארצות המזרח הרחוק כפי שהיה במשך שנים רבות. אצות יהוו מקור למזון שחשיבותו תעלה עם הזמן בגלל העלייה בדרישה למזון מחד וההגבלה ביכולת הייצור של מקורות המזון הקיימים מאידך. לכן, תחום חקלאות האצות הוא בעל פוטנציאל כלכלי עצום וביכולתו לשנות את פני החקלאות בערבה.

אזור הערבה מאופיין ברמות קרינה גבוהות כל ימי השנה, גורם המהווה יתרון בגידול אצות ואכן, עם הקמת מו"פ ערבה בשנות ה-80 הועמדו ניסויים לבחינת פוטנציאל הגידול במים גיאותרמיים שוליים (עמית, 1987). מו"פ ערבה עוסק זה ארבע שנים במיזם שמטרתו פיתוח תחום המיקרו-אצות בערבה. במסגרת מטרה זו החליט המו"פ להתמקד בפיתוח פרוטוקול לגידול מסחרי של ספירולינה (*Spirulina*). הספירולינה היא ציאנו-בקטריה המכילה אחוז גבוה של חלבון (60%) ויטמינים, מינרלים, וקרוטנואידים המתפקדים כאנטי-אוקסידנטים. לספירולינה יש שוק קיים בעל דרישה הולכת וגוברת בגלל העלייה במודעות לתזונה נכונה ולבריאות הגוף. ספירולינה גם משמשת להפקת פיגמנט המשמש כצבע מאכל כחול טבעי במזון (פיקוציאנין). שימוש נרחב נוסף באצה זו הוא בהזנת בע"ח כתוסף מזון בריאותי וכתחליף לחלבון מן החי. מחיר הגידול של ספירולינה מוערך בין \$5-\$10 לק"ג יבש. עלות הגידול קטנה ככול שייצור הביומסה גדל. מחירה של ספירולינה לצרכן הוא \$50-\$60 אבקה יבשה. מוצרים נוספים המופקים מספירולינה כגון הפיקוציאנין נמכרים במחירים גבוהים בהרבה, מחיר ק"ג יבש של הפיגמנט מתחיל במאות דולרים.

תהליך גידול הספירולינה דומה לזה של מיקרו-אצות והוא מתחיל בתרביות סטריליות שמוחזקות על אגר בצלחות פטרי. בכדי ליצור תרבית, נזרעת כמות קטנה בנפחים של 100-200 מ"ל עד להגעה של ריכוז תאים גדול מספיק (מספר מיליונים של תאים למ"ל) המתבטא בצבע ירוק-כחול עז בתרבית (כ-3 שבועות לערך). לאחר שלב זה, הכמות שגודלה נזרעת מחדש בנפח גדול יותר (5-3 ליטרים) והתהליך חוזר על עצמו עד ליצירת 50 ליטרים לערך, כמות המספיקה לזריעה של בריכת גידול קטנה בנפח של 1 מ"ק. הקציר הוא מתמשך, כלומר בכל יום נקצרים כ-15% מנפח הכולל ומחדשים את הגידול ע"י הוספת מים ומדיה. ספירולינה מתרבת ע"י חלוקה א-מינית של תאים. התאים עוברים חלוקה ומתאגדים לצבר שצורתו סלילית (מכאן מגיע השם ספירולינה) ואז מתנתקים ומתחלקים שוב. כמו במיקרו אצות, שלב החלוקה, הנקרא גם שלב הגידול האקספוננציאלי מתבטא בגידול מהיר של הביומסה, הקציר מתרחש בשיאו של שלב זה. ספירולינה גדלה על מדיומים סטנדרטים לגידול מיקרו-אצות (כגון Zarrouk's ו

SP) המכילים מלחים ומינרלים המזינים את הציאנובקטריה. מו"פ נעשו ניסיונות במדיות שונות כדי לבחון אפשרות שימוש בכמות מופחתת של מלחים להוזלת הגידול. פרויקט האצות במו"פ החל לפני ארבע שנים וכיום קיימים מעבדה לגידול ופיתוח תרביות סטריליות וחדר גידול המאפשר הגדלה מבוקרת של אצות לנפחים של מאות ליטרים. כדי להמשיך את התהליך ולהגיע לסדר גודל של פיילוט חצי מסחרי, המו"פ הקים בריכות גידול שיאפשרו ניסויים לפיתוח הפרוטוקול בנפחים ותנאים שיהיו קרובים ככל האפשר לחווה מסחרית. הפרוטוקול שיפותח יאפשר לחקלאי הערבה לגדל ספירולינה במשקים הקיימים. בד בבד אנו בוחנים גידול של מיני אצות נוספות, לאחרונה התחלנו לבחון גידול של מין מסחרי נוסף - כלורלה. כיום ישנו משק אחד העוסק בגידול ספירולינה במושב פארן. אנו מאמינים כי בשנים הקרובות יקומו משקים נוספים שיעסקו בתחום כתוצאה מעבודתנו במו"פ.

### **מהלך המחקר ושיטות העבודה**

במהלך שנת 2018 הוקמו בתחנת יאיר 3 בריכות בעלות נפח של 50 מ"ק כל אחת בכדי לאפשר בחינה לגידול מסחרי של ספירולינה בערבה (תמונה 1). כמו כן, נוספה מכונת קציר המאפשרת הפרדה מהירה ויעילה של ספירולינה ממי הגידול. בחודש האחרון התחלנו בגידול מלא בכל המערכות מהמעבדה ועד לבריכות הגידול הגדולות ואנו אוספים נתונים לגידול מסחרי של ספירולינה. אנו עוסקים בימים אלה באיסוף נתוני הגידול ובתמחור הגידול. בנוסף, מחלקת חקלאות המים פרסמה קול קורא שמטרתו הקמת משק מודל לגידול ספירולינה בערבה. צוות המחלקה יספק מידע, תרבויות וליווי מדעי לחקלאי הנבחר.



תמונה 1: בריכה לגידול ספירולינה בנפח 50 מ"ק, תחנת יאיר. ניתן לראות את הספירולינה בצבע ירוק כחלחל בעת הזרמתה למיכל.

### **תוצאות**

המערכת המלאה שהוקמה מהווה פלטפורמה לגידול מסחרי של ספירולינה ואצות אחרות ופועלת במחזור גידול מלא. תוצאות הנתונים שנאספו יפורסמו בדו"ח הבא.

### **הבעת תודה**

אנו מודים לקרן יק"א על עזרתה במימון הפרויקט.  
תודתנו נתונה לאיחוד האירופי על תמיכתו בפרויקט האצות STATGAE במסגרת תוכנית  
HORIZON 2020.  
תודה לקק"ל על התמיכה במערך הניסויים של מו"פ ערבה.

### **מקורות**

עמית א' (1987) ניסיון גידול ספירולינה באמצעי חימום מבוקרים, עין יהב 1986/1987. מו"פ ערבה  
תיכונה וצפונית תמר <http://agri.arava.co.il>