

# ניסויים בשמן-סופסטוק כותנה בתערובות לפטמים

(סוף).

הניסוי הרביעי

תוצאותיו מובאות בטבלה 4. מטבלה זו נראה, עלגבי קצב הגדילה נותן שמן-סופסטוק הסויה את התוצאות הטובות ביותר — כאשר שיעורו במנה המזון הוא 8% ואילו ריכוזו של 11% גורם השגת משקל גוף פחות במקצת, וריכוזו של 14% — משקל פחות מזה. מאידך גיסא, נצילות המזון הולכת ומשתפרת עם כל תוספת של סופסטוק סויה במנה. על כן, כאשר המנה מכילה 14% סופסטוק — קצב הגדילה למעשה זהה עם זה שגורמת מנה המכילה רק 2%, אבל בנצילות המזון יש שיפור של 14.5% בהשוואה למנה האחרונה.

אשר לשמן-סופסטוק כותנה מהמיצוי (המכיל רק 0.79% גוסיפול) אין לציין הגבלה כל שהיא בניסוי זה, לגבי השיעור הסביר שלו במנת המזון. יש מגמה לשיפור מתמיד בקצב הגדילה (חץ מאשר במקרה של 11% סופסטוק) ובנצילות המזון — עם כל הגדלה בשיעור השמן בתערובת. השפעת שני השיעורים הגדולים ביותר של שמן (11% ו-14%) על נצילות המזון בולטת יותר מאשר על קצב הגדילה. כשיעור השמן 14%, מגיע ריכוז הגוסיפול במנה ל-0.11% — ואף על פי כן אינו גורם שום תקלה.

טבלה 4. תוצאות הניסוי הרביעי בגיל 5 שבועות<sup>(1)</sup>

סוג הסופסטוק	משקל גוף, גרמים	נצילות מזון	נצירות מזון לאפרוח, ק"ג	שיפור בהשוואה למנה בעלת 2% סופסטוק, אחוזים		אחוז גוסי פול במנה
				משקל	נצילות מזון	
תוספת שמן 2%						
סויה	658	1.73	1.140	—	—	—
כותנה-מיצוי	648	1.75	1.147	—	—	0.02
כותנה-כבישה	636	1.76	1.110	—	—	0.04
תוספת שמן 5%						
סויה	650	1.70	1.103	1.2	1.8	—
כותנה-מיצוי	676	1.69	1.152	4.3	3.5	0.04
כותנה-כבישה	667	1.73	1.153	4.9	1.7	0.10
תוספת שמן 8%						
סויה	693	1.63	1.139	5.3	6.1	—
כותנה-מיצוי	683	1.66	1.135	5.4	5.4	0.06
כותנה-כבישה	641	1.70	1.097	0.8	3.5	0.16
תוספת שמן 11%						
סויה	675	1.61	1.090	2.6	7.4	—
כותנה-מיצוי	677	1.61	1.090	4.5	8.7	0.09
כותנה-כבישה	595	1.74	1.035	6.9	1.1	0.22
תוספת שמן 14%						
סויה	666	1.51	1.006	1.2	14.5	—
כותנה-מיצוי	695	1.56	1.088	7.2	12.2	0.11
כותנה-כבישה	506	1.79	.862	25.7	1.7	0.28

(1) ממוצעים של 3 סבוצות, 24 בני-עוף בכל אחת.

בשמן-סופסטוק כותנה מהכבישה (המכיל 2.02% גוסיפול) מתקבלות תוצאות המשתוות עם אלה המתקבלות משני הסופסטוקים הקודמים, כאשר מדובר על שיעור של 2% או 5% במנת המזון. אולם החל בשיעור של 8% — כאשר ריכוז הגוסיפול במנה מגיע ל-0.16% — התוצאות מסופסטוק זה נופלות באופן מובהק מאלה המתקבלות מהאחרים. גם לגבי קצב הגדילה וגם לגבי נצילות המזון. לפי



## הניסוי החמישי

התוצאות מסוכמות בטבלה 5. לגבי שלושת סוגי הסופסטוק: סויה, כותנה א' וכותנה ב' יש לציין אחדות רבה, כאשר הם מהווים 3% ו-8% ממנת המזון; זה אמור גם לגבי קצב הגדילה וגם לגבי נצילות המזון, בשני הגילים. בגיל 5 שבועות לא היה הפרש של ממש בקצב הגדילה בין מנות בעלות 3% לבין מנות בעלות 8% סופסטוק; אבל בגיל 10 שבועות קיים הפרש מובהק. לגבי נצילות המזון היה הפרש מובהק בשני הגילים, בין שתי המנות הללו, והוא בלט בגיל 5 שבועות (שיפור של 6.5%) יותר מאשר בגיל 10 שבועות (שיפור של 2.4% בלבד).

הטבלה מושפע קצב הגדילה מרעילות הגוסיפול — הרבה יותר משמושפעת נצילות המזון, עובדה המרמזת על השפעת הגוסיפול על תצורות המזון. ואמנם, השפעה מדכאת זו מתבלטת יפה מנתוני הטבלה.

בניסוי זה, ובניגוד לקודמיו, התבלטה תמותה מרובה בתנאי טיפול תזונתי אחד, וזה — באפרוֹ-חיים שקיבלו במנת המזון שלהם 11% ו-14% שמן סופסטוק כותנה מהכבישה (0.22% ו-0.28% גוסיפול במנה). התמותה באפרוחים אלה הגיעה ל-61% תוך ארבעת הימים הראשונים, ואילו לאחר גיל זה יש לציין רק פיגור רב בהתפתחותם.

טבלה 5. תוצאות הניסוי החמישי<sup>(1)</sup>

סוג השמן <sup>2</sup>	בגיל 5 שבועות		בגיל 10 שבועות		שיפור בהשוואה למנה בעלת 3% סופסטוק, בגיל 5 שבועות אחוזים		אחת הגוסיפול במנה
	משקל, גרמים	נצילות המזון	משקל, ק"ג	נצילות המזון	משקל	נצילות המזון	
תוספת שמן 3%							
סויה	650	1.75	1.849	2.53	—	—	—
כותנה א	664	1.76	1.868	2.52	0.002	0.002	0.002
" ב	628	1.78	1.839	2.51	0.001	0.001	0.001
" ג	599	1.79	1.832	2.49	0.018	0.018	0.018
תוספת שמן 8%							
סויה	676	1.62	1.977	2.42	8.0	4.0	—
כותנה א	670	1.66	1.901	2.43	0.005	0.9	0.005
" ב	658	1.66	1.909	2.44	0.003	4.8	0.003
" ג	655	1.71	1.856	2.44	0.048	9.3	0.048
תוספת שמן 12%							
סויה	697	1.58	1.925	2.35	10.7	4.5	—
כותנה ג	620	1.62	1.801	2.42	0.072	3.5	0.072
תוספת שמן 16%							
סויה	665	1.54	1.922	2.26	13.6	2.3	—
כותנה ג	576	1.59	1.770	2.40	0.096	—3.8	0.096

(1) ממוצעים של 4 קבוצות, 14 בניעוץ בכל אחת, 2 קבוצות של זכרים בלבד ו-2 קבוצות של נקבות בלבד.

(2) האותיות א, ב, ג, ליר סוגי השמן מציינות מקורות שונים של השמן (בתיבד).

בניסוי זה שיפר שמן סופסטוק סויה את קצב הגדילה של האפרוחים בגיל 5 שבועות, כשניתן עד לשיעור של 12% ממנת המזון, או בגיל 10 שבועות כשניתן בשיעור שעד 8% (הפרשים בלתי מובהקים). נצילות המזון משתפרת ככל ששיעור השמן מרובה עד לשיעור המכסימאלי של 16%.

שונה המצב לגמרי לגבי שמן סופסטוק כותנה ג'. זה לא נתן תוצאות משביעות רצון החל בשיעור של 8% בתערובת. למעשה דומה שהתוצאות ירודות

במקצת — אף כשהשיעור 3% בלבד: פיגור קל בגדילת האפרוחים בגיל 5 שבועות. ההשפעה המדכאת על קצב הגדילה נבעה מהפחתה באכילה באותם אפרוחים שקיבלו שמן זה במנתם. בשיעורים 3% ו-8% בגיל 10 שבועות היתה תצורת המזון נחותה ב-160 גרם, בממוצע לפטם, בהשוואה למנות המכילות סופסטוק סויה, ובריכוזים 12% ו-16% היה ההפרש הממוצע 430 גרם לפטם. מכיון שבשיעור רים של 3% ו-8% של שמן זה במנה, ריכוזי



שיעורים. אולם, לריכוזים של 0.16%, 0.22% ו-0.28% גוסיפול במנה יש השפעות שליליות, ההולכות וגוברות ככל שמוגדלים שיעורי הגוסיפול. שלושת הניסויים הנ"ל יחד מאפשרים אפוא העלאת מסקנה, שגבול הסבילות של האפרוחים לגוסיפול של שמן-סופסטוק כותנה — נמצא בערך בשיעור של 0.1% ממנת המזון.

הנתונים בטבלאות 2—4 אף מרמזים על האופן העיקרי, שבו פועל הגוסיפול (כאשר הוא נמצא בריכוז מוגזם ורעלי במנת המזון): מתבלטת השפעה שלילית חזקה יותר על קצב הגדילה מאשר על נצילות המזון, וזה מרמז על דיכוי התיאבון. הנתונים לגבי צריכת המזון מאשרים את העובדה, שחלק ניכר מהנזק של גוסיפול נגרם באמצעות הפחתת תצרוכת המזון.

ואשר לתמותה בשל ההשפעה הרעלית של גוסיפול, הרי יש לציין רק 3 מנות שגרמו תמותה מוגברת באופן מובהק, בהשוואה לאפרוחים שאכלו מנות ללא תוספת שומנית או מנות שהכילו שמן-סופסטוק סויה. שלוש מנות אלה היו: זו שהכילה 0.16% גוסיפול בניסוי 2 (10% שמן-סופסטוק כותנה מהכבישה) ואלה שהכילו 0.22% ו-0.28% גוסיפול בניסוי 4. במקרה הראשון הגיעה התמותה ל-8.9%, לעומת 2.9% ביתר הקבוצות, ובמקרה השני היתה התמותה הממוצעת כ-61%. מעניין לציין, שריכוזים של 0.18%—0.20% גוסיפול בניסוי 3 ו-0.16% בניסוי 4 לא גרמו תמותה יוצאת מגדר הרגיל.

כאשר שמן-סופסטוק כותנה מכיל ריכוז סביר של גוסיפול, דהיינו פחות מאשר 0.1% מהמנה — הרי התוצאות המבורכות שהוא גורם משתוות, בדרך כלל, עם אלה שגורם שמן-סופסטוק סויה, הנכלל במנה באותו שיעור. זה נכון לגבי קצב הגדילה ונצילות המזון; אך יש נקודה אחת שטרם נבדקה, והיא — "צביעת" העור והכרעיים של הפטמים. כידוע, סופסטוק סויה מכיל חמרים צובעים ממשפחת הקארוטינואידים, ואילו סופסטוק כותנה אינו מכיל כאלה.

כן יש חשש, שמרוב הדגשה בדבר שיעור הגוסיפול בשמן-סופסטוק כותנה — לא ישימו לב, במידה מספיקה, לטיב השמן הזה מבחינות אחרות. אין לשכוח, ששמן-סופסטוק של סויה או של כותנה עשויים לגרום נזקים, במקום לייעל את מנת המזון, אם איכותם אינה נאותה מבחינת מאכסימום לחות, הומר בלתי מסיס, חומר בלתי מסתבן וחומצות שומניות מחומצנות — מזה, ומבחינת מינימום של כלל-חומצות-שומניות — מזה.

המחקר הנוכחי מדגים גם את הנקודה החשובה הזאת. למשל, בניסוי 3 (טבלה 3), ההבדל בין שיעור הגוסיפול בשמן-סופסטוק "מיצוי ב" ו"כבישה ב" הוא קטן מאוד (1.8% לעומת 2.0%); ובכל זאת, בשיעור של 10% מהמנה, נתקבלו תוצאות שונות מאוד (אם גם שליליות בשני המקרים). אין ספק,

הגוסיפול במנה פחותים בהרבה מכדי רעילות — לפי הניסויים הקודמים — מתעורר החשד, שבשמן-סופסטוק זה הגורם השלילי אינו הגוסיפול, אלא פנים אחר בטיבו. בדיקות כימיות לאחר סיום הניסוי העלו, שסופסטוק זה הכיל רק 70% כלל-חומצות-שומניות (במקום מינימום רצוי של 80%), וזה בגלל שיעור רב של חומר בלתי מסיס (6.25%, במקום פחות מ-1%), וגם שיעור רב מדי של חומצות שומניות מחומצנות (6.8%).

## דיון ושיקול

לניסויים הנ"ל היתה, למעשה, מטרה כפולה: לבחון את שמן-סופסטוק הכותנה כתוספת שומנית בתערובות לפטמים, וב-בזמן לנסות ולקבוע את גבול הסבילות העליון לגוסיפול בתערובות הללו.

בנוגע לנקודה השנייה — סבילות האפרוחים לגבי הגוסיפול — לא קיבלנו נתונים מהניסויים 1 ו-5, שכן בניסוי 1 היו כל התוצאות טובות, וגם בניסוי 5 נתקבלו תוצאות טובות מהשימוש בשני מיני שמן-סופסטוק הכותנה; ואילו התוצאות הירוריות מהמין השלישי אינן קשורות בשיעור הגוסיפול (כפי שהוסבר בסעיף קודם). אשר לנתונים שנתקבלו מהניסוי השני, מראה טבלה 2, שכל השמנים בשיעור של 3% גרמו תוצאות טובות מזו שגרמה מנת-ההיקש (ללא תוספת שומנית), וזו ראייה ששיעורי גוסיפול עד 0.05% במנה אינם משפיעים לרעה. מנה שהכילה 0.08% גוסיפול (10% שמן-סופסטוק כותנה מהמיצוי) גרמה תוצאות טובות מאלה של מנת-ההיקש, אבל ירודות מאלה שנתקבלו מהאכלת 10% שמן-סופסטוק סויה; אולם הפרש זה לא היה מובהק. מאידך גיסא, שתי המנות שהכילו ריכוז של 0.11% גוסיפול — נופלות באופן ניכר, בערכן התזונתי, ממנה המכילה סופסטוק סויה באותו השיעור, אף כי הפרש זה אינו מובהק מבחינה סטטיסטית. ההשפעה השלילית של 0.16% גוסיפול במנה בולטת לעין ואינה דורשת הסברים נוספים.

תוצאות הניסוי השלישי (טבלה 3) תומכות בנתונים של טבלה 2: נתקבלו תוצאות טובות ואחידות מכל 5 שמני-סופסטוק כשהם נכללו במנות המזון בשיעור של 3%; כלומר, אין השפעה שלילית למנה המכילה עד 0.06% גוסיפול. גם תערובת בעלת 0.08% גוסיפול (10% שמן-סופסטוק כותנה "ערבוב ג") נתנה תוצאות משביעות רצון. מצד אחר, שיעורים של 0.18% ו-0.20% גוסיפול במנת המזון — עוברים באופן ניכר ומובהק את גבול הסבילות של האפרוחים.

לפי התוצאות של הניסוי הרביעי (טבלה 4), שיעורים של 0.09% גוסיפול (11% שמן-סופסטוק מהמיצוי), של 0.10% גוסיפול (5% סופסטוק כבישה) ושל 0.11% גוסיפול (14% סופסטוק מיצוי) נתנו תוצאות המשתוות עם אלה שנתקבלו משמן-סופסטוק סויה, כשהוא נכלל בתערובות באותם



בו לא היה מוגזם. (פרטים בסעיף קודם). יוצא אפוא, ששיעור הגוסיפול הוא רק נקודה אחת (אף כי חשובה מאוד) מבין אחדות, הקובעות את הערך התזונתי של שמני-סופסטוק למיניהם.

שהשמן „כבישה ב" היה בעל איכות ירודה מאוד, נוסף לשיעור הרב של גוסיפול בו. דוגמה שנייה — התוצאות הירודות שנתקבלו בניסוי 5 (טבלה 5) משמן-סופסטוק כותנה ג, אף כי שיעור הגוסיפול

## סיכום

בוצעו המישה ניסויים, ב-3214 אפרוחים, לשם בחינת הערך התזונתי של שמן-סופסטוק כותנה בתוך מנות-מזון לאפרוחים ולפטמים, ולשם קביעת גבול סבילות האפרוחים לגבי גוסיפול שמקורו בשמן זה. על-פי התוצאות, אפשר להעלות את המסקנות הבאות:

1. שיעור הגוסיפול בשמן-סופסטוק כותנה נע בתחומים רחבים למדי.
2. מנות מזון המכילות 0.1% גוסיפול, או פחות (כתוצאה מהכללת שמן-סופסטוק כותנה) — יש להן אותם יתרונות כמו למנות המכילות תוספות שומניות, שאין בהן גוסיפול. במקרה כזה אין הבדל-של-ממש בין שמן-סופסטוק כותנה לשמן-סופסטוק סויה, מבחינת קצב הגדילה ונצילות המזון.
3. שיעור מוגזם של גוסיפול במנת המזון — דהיינו יותר מ-0.1% — משפיע לרעה בעיקר באמצעות הפחתת תצרוכת המזון, ורק במקרים קיצוניים הוא גורם תמותה באפרוחים רבים.

4. חרץ מענין זה של הגוסיפול, הרי הערך התזונתי של שמן-סופסטוק כותנה, בדומה לערך התזונתי של שמן-סופסטוק סויה, תלוי בשיעור מינימאלי של חומרים לא-שומניים ושל חומצות שומניות מחומצנות, ובשיעור מאכסימאלי של כלל-חומצות-שומניות.

## הבעת תודה

הביצוע של עבודת מחקר זו, כמובן נתונה תודתנו לבתי-הבר הללו על הספקת שמני-סופסטוק כותנה, נסיוניים ומכחריים.

ביאנקה ליפשטיין, ש. בורנשטיין

המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות

חובה נעימה היא לנו להביע תודתנו לחטיבת המזון של משרד המסחר והתעשייה ולבתי הבר „יצהר“, „עזיהזית“ ו„שמן“, על תמיכה כספית שאיפשרה את