

תוצאות בדיקת אחידות עירבול במערבלת "לכיש 505"

גד שפט, משרד החקלאות

בישראל המערבלות לרפת מיוצרות על ידי חברה אחת בלבד – "לכיש תעשיות". זו משנה מידי תקופה פרטים טכניים כגון: מבנה, מיקום ומהירות הסיבוב של חלזונות העירבול, במטרה לשפר את הביצועים הטכניים של המערבלות. אך, השינויים עשויים לשנות את כושרה לגבי אחידות העירבול. היות ותפקידה העיקרי של המערבלת הוא לערבב חומרי מספוא בצורה

אחידה, מידי תקופה חשוב לבדוק את אחידות העירבול במערבלות מהדגמים השונים. לכן ביצעתי, בשיתוף עם הרפתנים מקיבוץ גור, אפרים יגר מחברת "לכיש תעשיות" ושי גוראריה מחברת "קופולק", בדיקת אחידות עירבול במערבלת נגרת "לכיש 505" ב-31.8.87 בקיבוץ גור.

טבלה 1. סדר הכנסת החומרים וכמותם.

כמויות (ק"ג) במערבלת		אופן ההכנסה	החומרים לפי סדר המילוי
1 טונה	4 טונות		
115	460	ממיכל	שעורה גרוסה
100	355	יעון (שופל)	כוספת סויה
0.65	2.65	מאריזה של שקית נייר	תרכיז ויטמינים ומחצבי קורט
45	215	החבילות פוררו מראש באמצעות יעון, אך חלק ניכר מן השחת עדיין נמצא בכריכות והוכנסה ביעון	שחת אספסת
20	65	יעון	סידנית ומלח בישול (תערובת ביחס 3:7)
130	530	יעון	תירס גרוס
100	390	יעון	סובי חיטה
330	1305	יעון	תחמיץ חיטה
165	685	יעון	תחמיץ תירס
1005	4005		סה"כ

כעין כיפה במרכז העגלה ונמצא חלל מאחור וחלל אף גדול יותר מלפנים. פעם שניה מולא רק כרבע מנפחה היעיל בחומרים שהתרכזו בחלק הקדמי של המערבלת. כל זאת, כדי לבדוק אם ניתן להשיג אחידות עירבול כאשר המערבלת מולאה רק בחלקה.

חלזונות העירבול הופעלו בשטח מילוי המערבלת, החל מהכנסת שחת האספסת בעירבולים של 4 טון ו-1 טון במשך 13.7 ו-8 דקות, בהתאמה. מגמר מילוי שחת האספסת עד להתחלת מילוי תחמיץ החיטה עברו 6.8 ו-6.3 דקות, בהתאמה, זאת, כדי לפורר את השחת באמצעות החלזונות הנעים וחומרי

חומרים ושיטות

אחידות העירבול נבדקה במערבלת "לכיש 505", זו הנגדרת על ידי טרקטור ושנפחה הכללי ברוטו הוא 14.5 מ"ק. נפחה היעיל לעירבול הוא עד 12 מ"ק, כי במילוי המערבלת מעל ל-12 מ"ק לא ניתן להגיע לאחידות עירבול, החומרים יסובו זה אחר זה ולא יתערבלו.

בבדיקה זו נבדקה אחידות העירבול פעם אחת שנפחה היעיל מולא. עדות לכך שהעגלה מולאה במלוא נפחה היא שכ-15 ק"ג מהחומר האחרון שהוכנס נשפך ממנה, זאת כאשר נוצרה

ד"ר גד שפט, אגף מיכון וטכנולוגיה, שה"מ, משרד החקלאות

2. לבדיקה מעבדתית רגילה* ו-NIRA** – כל הדוגמא של כק"ג אחד נשקלה, יובשה בתנור במשך 48 שעות ב-65 מ"צ, נשקלה, נגרסה כולה באופן גס במטחנת קפה, עורבלה ידנית, ומתוכה כ-100 גרם נגרסו במגרסת פטישים מעבדתית מבעד לנפה שקוטר חוריה 2 מ"מ. 2 דגימות של כ-10 גרם שימשו לבדיקה המעבדתית הרגילה, ו-2 דגימות של כ-10 גרם שימשו לבדיקת NIRA.

בבדיקה המעבדתית הרגילה נבדקו הקריטריונים הבאים: חומר יבש, חלבון כללי, תאית גסה, (מקטע "תאית" שלא נמס בדטרונט ניוטרלי), ADF (מקטע "תאית" שלא נמס בדטרונט חומצי), אפר, מלח, סידן וזרחן. בבדיקת NIRA נבדקו הקריטריונים הבאים: חלבון כללי, ADF, NDF, אפר, סידן, וזרחן, אשלגן, ואנרגיה נטו לחלב.

תוצאות

תוצאות אחידות העירבול, הן בעירבול ה-4 טונות הן בעירבול ה-1 טונה מופיעות בטבלה. התוצאות מתייחסות לחומר יבש. החומרים הוכנסו למערבלת בתחום דיוק (מהכמות שנקבעה להכנסה) של מ-5 – ק"ג עד +20 – ק"ג בעירבול של 4 טונות ומ-5 – ק"ג עד +10 – ק"ג בעירבול של 1 טונה.

דיון

בוצעו שתי בדיקות של אחידות עירבול באותה מערבלת, אמנם בשתי כמויות שונות. לאור התוצאות אפשר להתייחס לבדיקות כאל שתי חזרות. הבדיקה נעשתה למערבלת מסויימת בתנאים מסויימים. התוצאות שהתקבלו בהחלט עשויות לשקף את כושר אחידות העירבול של המערבלת "לכיש 505"

* הבדיקה המעבדתית הרגילה בוצעה במעבדת חברת "קופולק" בראשותה של הגב' רות כהן.
** בדיקת NIRA בוצעה בחברת "נירה מדעים" בראשותם של ד"ר יהודה שקל ויצחק הרטמן.

המספוא המרוכזים היבשים. רק לאחר מכן הוכנס תוך כדי פעולת החלזונות תחמיץ החיטה הרטוב ולאחריו תחמיץ התירס.

מגמר מילוי תחמיץ התירס (החומר האחרון) זמן העירבול נמשך 5.7 דקות בעירבול ה-4 טון, ו-5 דקות בעירבול ה-1 טון. 5 דקות הוא הזמן המומלץ בהפעלה נכונה כדי להשיג עירבול אחיד של החומרים.

מהירות סיבוב החלזונות (סיבובים לדקה).

חלזונות	בעירבול	
	1 טונה	4 טונות
עליונים	8	12
תחתונים	9.5	14

בגמר העירבול נפרק הבליל על רצפת ביטון לאורך קו, בדומה לחלוקת הבליל באיבוס ברפת. לאורך קו הפריקה הונחו 6 שקי פלסטיק ריקים במרחק אקראי זה מזה, כך שקטעי בליל הצטברו על השקים הריקים. כל שק הוזז ללא ערעור תנוחת הבליל שעליו ולאחר מכן באמצעות לוח מתכת חד "נבצעו" שני מדגמים של כ-ק"ג אחד כל אחד. כל מדגם הוכנס לשקית פלסטיק וזו הוכנסה לשקית פלסטיק נוספת. כלומר, מכל עירבול, 4 טון ו-1 טון, התקבלו 6+6 דגימות מקבילות, סה"כ 24 משני העירבולים. 12 מהדגימות יועדו לבדיקת ריכוז המלח לאחר המסה במים ו-12 מהדגימות המקבילות לבדיקה מעבדתית של רכיבים הן בשיטה המעבדתית הרגילה המקובלת והן לפי שיטת NIRA (אינפרא-אדום מקורב). הנה פירוט הכנת הדגימה לבדיקה המעבדתית:

1. לריכוז המלח לאחר המסה במים – הדגימה של כק"ג אחד נשקלה במדוייק לתוך דלי. הוספו מים בכמות של פי 9. הבליל נבחש כדקה באמצעות בוחש חשמלי ולאחר מכן הוצאה מהדלי תמיסה בכמות שנפחה כ-200 מ"ל, זו נשלחה למעבדה. במעבדה סוננה התמיסה ונבדקה לתכולת המלח שבתוכה.

טבלה 2. תוצאות הבדיקות של אחידות העיבול במערבולת "לביש 505" בקיבוץ גזר 1987
(באחוזים לחומר יבש, האנרגיה במ"ק/ק"ח/חומר יבש)
כמות במערבולת: 4 טונות

אנרגיה נע לחלל	אשכול	זרז	זרז	סידר	סידר	מלח (דולית)	מלח (המסית)	אמר	אמר	ADF	ADF	ADF	ADF	חמיץ	חלבון כללי	חלבון כללי	חומר יבש	הרכב
זרז	זרז	קופלק	זרז	קופלק	קופלק	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	קופלק	תדירות י"י מעבדה
1.59	1.78	0.32	0.47	0.73	0.87	1.00	1.10	9.00	7.20	23.90	14.10	37.53	29.70	11.80	15.22	16.50	61.70	
1.58	1.82	0.31	0.45	0.73	0.82	1.04	1.10	9.20	6.90	24.31	16.00	38.44	32.90	15.30	14.56	16.10	61.30	
1.63	1.85	0.32	0.48	0.72	0.98	1.05	1.10	8.80	7.20	22.59	14.40	36.69	33.00	12.70	15.25	16.50	62.10	
1.63	1.79	0.32	0.46	0.70	0.93	0.97	1.10	8.40	7.10	22.21	13.20	35.78	29.20	11.50	15.10	16.60	62.50	
1.65	1.76	0.32	0.49	0.65	1.03	0.95	1.20	8.60	7.50	21.54	13.70	36.68	29.60	12.20	15.19	16.00	63.00	
1.67	1.80	0.32	0.50	0.70	1.03	0.94	1.10	8.40	7.40	20.57	13.10	33.88	29.00	11.70	16.10	16.40	62.60	
1.63	1.80	0.32	0.48	0.71	0.94	0.99	1.12	8.75	7.22	22.52	14.08	36.50	30.57	12.53	15.24	16.35	62.20	ממוצע
0.03	0.03	0.00	0.02	0.03	0.08	0.04	0.04	0.33	0.20	1.29	0.97	1.43	1.70	1.30	0.45	0.22	0.57	סטיות תקין
1.94	1.60	1.17	3.60	3.91	8.34	4.26	3.34	3.72	2.70	5.72	6.90	3.92	5.57	10.35	2.96	1.36	0.92	מקדם השונות: (C.V.) (%)

טבלה 3. תוצאות הבדיקות של אחידות העיבול במערבולת "לביש 505" בקיבוץ גזר 1987
(באחוזים לחומר יבש, האנרגיה במ"ק/ק"ח/חומר יבש)
כמות במערבולת: 1 טונות

אנרגיה נע לחלל	אשכול	זרז	זרז	סידר	סידר	מלח (דולית)	מלח (המסית)	אמר	אמר	ADF	ADF	ADF	ADF	חמיץ	חלבון כללי	חלבון כללי	חומר יבש	הרכב
זרז	זרז	קופלק	זרז	קופלק	קופלק	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	זרז	קופלק	קופלק	תדירות י"י מעבדה
1.64	1.86	0.32	0.52	0.71	1.03	1.10	1.10	8.60	7.50	21.89	14.40	35.77	31.10	12.60	16.27	16.90	61.60	
1.63	1.87	0.32	0.49	0.72	1.13	1.06	1.20	8.60	7.50	22.35	14.30	35.03	31.00	11.40	16.10	16.90	63.70	
1.64	1.94	0.32	0.52	0.78	1.18	1.10	1.20	8.30	7.70	22.05	13.10	36.16	30.80	12.20	16.31	16.50	68.60	
1.62	1.90	0.32	0.52	0.72	1.14	1.09	1.20	9.00	7.80	22.94	13.90	37.77	33.20	12.30	15.25	16.20	63.30	
1.61	1.82	0.31	0.57	0.72	1.09	1.14	1.40	9.10	7.80	23.31	14.50	38.03	32.60	12.60	14.79	15.90	63.30	
1.58	1.89	0.31	0.54	0.72	1.09	1.09	1.20	9.50	7.90	24.31	12.40	39.39	31.90	11.90	14.67	16.20	62.20	
1.62	1.88	0.32	0.53	0.73	1.11	1.10	1.22	8.85	7.70	22.81	13.93	37.03	31.77	12.17	15.57	16.43	63.78	ממוצע
0.02	0.04	0.00	0.02	0.02	0.05	0.02	0.09	0.39	0.15	0.83	0.59	1.50	0.89	0.42	0.69	0.37	2.27	סטיות תקין
1.28	1.97	1.49	4.61	3.21	4.26	2.15	7.38	4.46	1.98	3.65	4.24	4.05	2.80	3.44	4.42	2.27	3.56	מקדם השונות: (C.V.) (%)

• מקדם השונות מצג את מידת הפיזור של אובולטיות מסיכות. הוא שווה לטעיית החלק הממוצע של אותה האובולטיות כפול 100 (הערך באחוזים):

$$C.V. = \frac{100 \times s}{m}$$

להשוואה בין שיטות הבדיקה הרגילה המקובלת לבין NIRA.

נמצא הבדל במהירות תנועת החלזונות במשך זמן העירבול של 4 טונות ו-1 טונה. הדבר לא מכוון ונבע מכך, שבעומס קטן יותר (1 טונה) במערבלת הפחית מפעיל הטרקטור את הסיבובים במעביר-הכח של הטרקטור. היות והעירבול נובע גם מ"אורך ההסעה" של החומרים באמצעות החלזונות, הרי בעירבול של 1 טונה "אורך ההסעה" היה קצר יותר מבדירבול של 4 טונות. יתכן, שבעירבול כמות קטנה במערבלת, כאשר זו מופעלת על ידי הטרקטור במהירות מעביר-הכח כבמערבלת מלאה, ניתן יהיה לקצר משך זמן העירבול. גם הנחה זו חייבת הוכחה בבדיקה.

חומרי המספוא הוכנסו למערבלת בתחום דיוק של מ"מ-5 – ק"ג עד 20 + ק"ג בעירבול של 4 טונות, ומ"מ-5 – ק"ג עד 10 + ק"ג בעירבול של 1 טונה. עובדה זו אינה משנה לגבי התוצאות של אחידות העירבול, אך היא מצביעה על האפשרות, שניתן לדייק לפחות בתחום הנ"ל בהכנסת החומרים למערבלת.

סיכום

אחידות העירבול של חומרי מספוא בתערובת או בלילים מקובל למדדה לפי המושג הסטטיסטי אחוז מקדם שונות ($C.V. = \text{COEFFICIENT OF VARIATION}$). % מקדם שונות של עד 5 מעיד על אחידות עירבול מצויינת, מ"מ-5 עד 10 על אחידות עירבול טובה. בבדיקה של אחידות העירבול במערבלת "לכיש 505" קריטריונים שונים (חלבון כללי, תאית, אפר וכו'), בשיטות בדיקה שונות (מעבדתית רגילה, NIRA וכו'), בעירבול של מערבולת במלוא קיבולה (4 טונות) ובעירבול של מערבולת כרבע מקיבולה (1 טונה) נמצאה אחידות עירבול מצויינת לגבי מירב הקריטריונים וטובה לגבי מיעוטם. רק בקריטריון אחד, מקדם השונות היה בערך גבולי (10.35).

כשזו מופעלת בצורה נכונה. קיים סיכוי סביר, שמערבלות מדגמים אחרים הפועלות על אותו העיקרון, כושר אחידות העירבול בהן יהיה דומה, אך זאת מוטב להוכיח בבדיקות אחידת עירבול נוספות.

כללית ניתן לקבוע, שאחידות העירבול היא מצויינת (% מקדם שונות 0 עד 5) עד טובה (% מקדם שונות 5 עד 10) הן בעירבול של 4 טונות והן בעירבול של 1 טונה. בהתייחסות לתוצאות % מקדם שונות בערכים של מעל 5, ערכים של אחידות עירבול טובה עשויים לרמוז, אך בשום אופן לא לקבוע, על הצורך בהקפדה של פירור נאות של השחת הארוזה בחבילות, הן לפני ההכנסה למערבלת והן בתוך המערבלת, דרושות 3-5 דקות עירבול לאחר הכנסת השחת ולפני הכנסת החומרים הרטובים כתחמיץ, במיוחד כשהמערבלת מולאה למלוא נפחה היעיל. עקב משקלה הסגולי הגבוה, הסידינית בחלקה עלולה לשקוע ולהתרכז בחלק התחתון של הבליל. יש מקום לבדוק את אחידות העירבול, כאשר מוכנסת סידינית שגודל חלקיקיה שונים ואשר מוכנסת למערבלת בזמן ובמיקום שונה בהתייחס ליתר החומרים המוכנסים למערבלת. תוצאה אחת בבדיקת המלח בתמיסה בעירבול של 1 טונה כנראה היתה מקרית.

אפשר לקבוע, ששלוש שיטות הבדיקה: בדיקת המלח בתמיסה, בדיקה מעבדתית רגילה ובדיקת NIRA, טובות לקביעת אחידות העירבול של המערבלת.

לבדיקה שגרתית אינדקטיבית אפשר להסתפק בבדיקת מלח בתמיסה או תכולת חומר יבש בלבד, בבדיקת חומר יבש חשוב שמיד אחר הכנת הבליל תילקחנה הדגימות. השהייה בין הכנת הבליל לדיגום עשויה לגרום לכך, שתהיה השוואת לחויות בין קטעי הבליל במידה והלחות אינה אחידה בבליל.

לבדיקה יסודית ומקפת של אחידות העירבול רצוי לבדוק את מירב הקריטריונים כפי שנעשה בעבודה זו, בשיטת הבדיקה המעבדתית הרגילה המקובלת, במסגרת עבודה זו אין התייחסות