

פולי סויה לאביסת מעלי-גירה

גד שפט, טכנולוג מזון לבעלי-חיים, אגף מיכון וטכנולוגיה, שה"מ, משרד החקלאות

מבוא

אותה מטרה קיימת גם בקליית כוספת הסויה (מלבד ההשפעה על השמן שבפולים ושאינו בכוספה), המבוצעת על הכוספה שכבר "טופלה" במידה מסויימת בתהליך מיצוי השמן, אך עדיין לא במידה מספקת.

הרכבם התזונתי של פולי סויה שונה בתחום מסויים, בהתאם לזן, לעונת הגידול, לתנאי הגידול ועוד. בטבלה 1 מובאת תכולת חלבון, שומן, וערך אנרגטי במוצרי סויה שונים, לפי מקורות אחדים.

כדאיות השימוש בפולי סויה לאביסת מעלי-גירה

פולי הסויה המעובדים במכון התערובות או במרכז מזון לרפת יוכלו במנות בעלי-חיים בהתאם לערכים התזונתיים ולשיקולי תזונה נוספים ובהתייחס לעלותם, עלות הפולים הגלמיים בתוספת עלות העיבוד המיוחד.

בדרך כלל, פולי סויה מיועדים להפקת שמן סויה למאכל אדם. הפקת השמן נעשית בבת-יבד, במערכות עיבוד מתאימות. לאחר הרחקת השמן מהפולים נשארת הכוספה. זו, לאחר תהליך מבוקר של טיפול בחום ובלחות המכונה "קלייה", משמשת מספוא לבעלי-חיים, המכיל שיעור רב של חלבון (44% עד 50%).

פולי סויה (ללא מיצוי השמן) עשויים לשמש חומר מספוא לבעלי-חיים; בדרך כלל, כדי להפיק מהם את מירב הפוטנציאל התזונתי הגלום בהם דרוש עיבוד מיוחד. לאחר עיבוד זה, בהנחה שבוצע נכון, ערכם התזונתי דומה בעיקרו לערכם התזונתי של כוספת סויה קלויה בלתי מקולפת (44% חלבון) ושמן סויה, שהיחס ביניהם הוא אותו יחס שבפולי הסויה.

העיבוד המיוחד לפולי הסויה מטרתו הריסת גורמי תזונה שליליים הנמצאים בפולים, והשפעה חיובית לניצול מרבי של יסודות ההזנה שבפולים.

טבלה 1. הרכב (חלבון, שומן, ערך אנרגטי) במוצרי סויה לפי מקורות אחדים.

כוספה קלויה	פולי סויה		הקוד הבין לאומי הקוד הישראלי המוצע
	מעובדים	גלמיים	
5-20-637	5-04-597	5-04-610	
555	558	558	
		43.5-36	לפי Krivoruchno
		22-15	חלבון כללי (%) שומן (%)
			לפי טבלאות ארה"ב-קנדה לבקר חלב 1982
44.6	38	39.2	חלבון כללי (%) (מכלל החומר)
1.4	18	17.2	שומן (%) (מכלל החומר)
1.73	1.97	1.93	אנרגיה מטבולית לחלב (מ'קלוריות לק"ג כלל החומר)
			לפי NRC, לבקר לבשר 1984
44.4		39.4	חלבון כללי (%) (מכלל החומר)
1.33		17.3	שומן (%) (מכלל החומר)
1.25		1.44	אנרגיה נטו לגדילה (מ'קלוריות לק"ג כלל החומר)

בדרך כלל גדולה מזו שצרכן אחד יוכל לקלוט. יתכן איפוא משלוח משותף למספר מכוני תערובות ומרכזי מזון לרפת או אף בשיתוף עם בית-בד.

- האפשרות, שקיבלת הייצור של המערך תנוצל רק בחלקה, אם כדאיות השימוש בפולים תהיה רק בתקופות מסוימות.
- האפשרות לנצל את המערך לעיבוד פולי הסויה גם לייצור מוצרים מיוחדים אחרים, כגון מזון לכלבים ולחתולים, מזון "צף" לדגים, גרגרי דגנים תפוחים לפיטום עגלים, ואף עיבוד פסדים וזבלים.
- הימצאות כושר טכנולוגי להפעיל את המערך.
- הימצאות כושר טכנולוגי לבקר את איכות פולי הסויה הגלמיים ואת תהליך העיבוד, כדי שיתקבל מוצר סופי ברמת האיכות הנדרשת.

לאחר שהוחלט להקים מערך לעיבוד פולי סויה שישמשו כחומר מספוא בתערובות או בבליים לבעלי-חיים, חשוב לבחור את הציוד ביסודיות, תוך התחשבות בדברים הבאים:

- הערך התזונתי של פולי הסויה המעובדים בשיטות השונות עשוי להיות שונה לבעלי-חיים שונים (בקר, עופות), בגילים שונים (בני בקר, פרות חלב, פטמים, מטילות) ובתנאים שונים. קיים קושי בקביעה החלטית של הערך התזונתי של פולי הסויה המעובדים בשיטות השונות, שכן אין עקיבות ותמימות-דעים בין המקורות השונים (מדענים, יצרני ציוד).
- לחברות שונות – ציוד הפועל בשיטת עיבוד שונה; ובציוד הפועל באותה שיטה – יתכנו גדלים שונים מבחינת תפוקת העבודה (עיבוד טונות בשעה) והעלות. ייבחנו: האפשרות הפיסית לשלב את הציוד במכון התערובות או במרכז מזון קיימים; העלות הכוללת של ההשקעה בכל המערך, היינו הציוד המיוחד וציוד נוסף כגון מכלים, אמצעי שינוע, מערכות חשמל ופיקוד; עלות ההפעלה (החזר הון, אנרגיה, חלקי חילוף ותיקונים, עבודה ועוד) לטונה פולים מעובדים; רמת בטיחות ההפעלה;

מיקום הציוד לעיבוד המיוחד של פולי הסויה

מערכת ציוד לעיבוד המיוחד של פולי הסויה יכולה להיות ממוקמת, תיאורטית, בכל נקודה ממוצא החומר עד למשק הצורך. אך למעשה, האפשרויות מצטמצמות בשל מגבלות בהובלה ובאחסנה של פולי סויה מעובדים, ומסיבות נוספות – לבתי-בד, למכוני תערובות ולמרכזי מזון לרפת.

אותם מכוני תערובות או מרכזי מזון לרפת (יש כאלה בארה"ב), שלהם מערכות הציוד המיוחד (שבדרך-כלל נרכש למטרת עיבוד גרגרי דגנים לפיטום בקר) ולהם קיבולת ייצור פנויה, יכולים לעבד פולי סויה בלי לרכוש ציוד לצורך זה. כמובן, במקרים כאלה עלויות העיבוד נמוכות מאשר כשדרוש לרכוש ציוד חדש.

אלה שאין להם ציוד לעיבוד המיוחד הפנוי לעיבוד פולי סויה, יכולים לרכוש פולי סויה מעובדים ממכון תערובות או ממרכז מזון שיש להם ציוד לצורך זה, או אף מבית-הבד, או להקים מערך מיוחד שבו ציוד לעיבוד מיוחד של פולי סויה. כסדר גודל: עלות המערך מתחילה ביותר מ-100,000 דולר, בהתאם לסוג המערכת ולגדלה.

שיקולים בהקמת מערך חדש ובחירת הציוד

- בשיקולים לגבי הקמת המערך ובחירת הציוד יובאו בחשבון הערכות עתידיות, כגון:
- תחזית עלות פולי הסויה ביחס לעלות חומרי מספוא אחרים.
 - אפשרות להתערבות ממשלתית (הגבלת ייבוא, סובסידיות, הטלים ועוד).
 - אפשרות להשיג פולי סויה מסיווג נמוך מזה המקובל לייצור שמן למאכל אדם. סיווג נמוך יותר מתבטא באחד או יותר מהגורמים הבאים: לחות, משקל נפח, חומצות שומן חופשיות, חומר זר, פולים מפוצלים. פולים כאלה בדרך-כלל נמכרים במחיר מוזל.
 - האפשרות לרכוש פולי סויה בכמות סבירה, מדי תקופה, בהתחשב בכך שפולי הסויה מובלים לישראל באניות. הכמות המובלת

פולי סויה ובקרת איכותם; אמינות החברה בכך שניתן לשמור אתה קשר הדוק לגבי הפעלה נכונה, התגברות על תקלות, חלקי חילוף ועוד.

אחידות הייצור להבטחת טיב המוצר; האפשרות לנצל את הציד גם למטרות ייצור מלבד עיבוד פולי סויה; נסיון החברה בעיבוד

ציוד ושיטות לעיבוד פולי סויה לאביסה לבעלי-חיים

שיטות (ציוד) לעיבוד

שיחול (אקסטרוזיה) בשיטה הרטובה

שיחול הוא בעיקרו העברת חומר דרך צינור מתכת, הבנוי מקטעים, באמצעות חילזון בעל מבנה מיוחד, הסובב בתוכו במהירות רבה (כגון 550 סיבובים לדקה במכונה מסויימת). כנגד התקדמות החומר באמצעות החילזון יש גופים (טבעות בתוך הצינור, קצה הצינור שבו פתח או פתחים המהווים רק חלק קטן מחתך הצינור), המעכבים את תנועת החומר. החומר העובר ומתקדם בצינור, נדחס, נשחק ונגור, תוך כדי עלייה בטמפרטורה, כלומר, הוא מתבשל בלחץ. חומר זה הופך לכעין משחה (הלחץ בצינור חזק מלחץ אדי המים, ולכן הלחות בצינור היא נוזל ולא אדים). ביציאת החומר מהצינור, הפרשי הלחץ והטמפרטורה בין אלה שבתוך הצינור לבין האטמוספירה גורמים אידוי חלקי של המים, אפשרי גם של תרכובות נדיפות, ומשפיעים על המבנה הפיסיקלי המתקבל. הוא יהיה שונה, בעיקר בהתאם לסוג החומר המעובד. חומרים מכילי עמילן יתפתחו במידה ניכרת, ובדרך כלל ייחתכו ה"גושים" במכשיר מיוחד ביציאתם מצינור השיחול. פולי סויה יתקבלו בצורת פירורים.

בשיטה הרטובה מקבל החומר, לפני כניסתו לצינור השיחול, טיפול מוקדם של תוספת נוזלים (מים, שמן) או קיטור, ערבובם עם החומר ושרייה למשך זמן מוגדר. אפשרי גם, שתוספת נוזלים או קיטור תוחדר ישירות אל תוך צינור השיחול. לכל מכונת שיחול ולכל חומר יהיה המבנה המתאים, כגון אורך צינור השיחול, צורת החילזון בצינור, צורת הטבעות

הציוד הוא בעיקרו מכונה או שילוב של מכונות. הציוד יהווה חלק ממערך קיים או מערך חדש שלם או חלקי, אשר יכלול גם מכלי אחסנה לפולי סויה שלמים, מכלי אחסנה לפולי סויה מעובדים ואמצעי שינוע בין היחידות השונות.

מטרת העיבוד היא לשחרר את הפוטנציאל התזונתי הגלום בפולי הסויה להזנת בעלי-חיים, הן על-ידי שיחרור כגורמי תזונה חיוביים שיהפכו לזמינים יותר, הן על-ידי הריסת גורמי תזונה שליליים שבפולים, המפריעים לזמינות גורמי התזונה החיוביים.

המטרה תושג על-ידי "בישול נכון" של הפולים. בישול הוא מושג הכולל בתוכו תחום רחב של תנאים פיסיקליים, כגון טמפרטורה, לחץ, זמן בישול, תכולת הלחות בחומר, גודל וצורה של חלקיקי החומר.

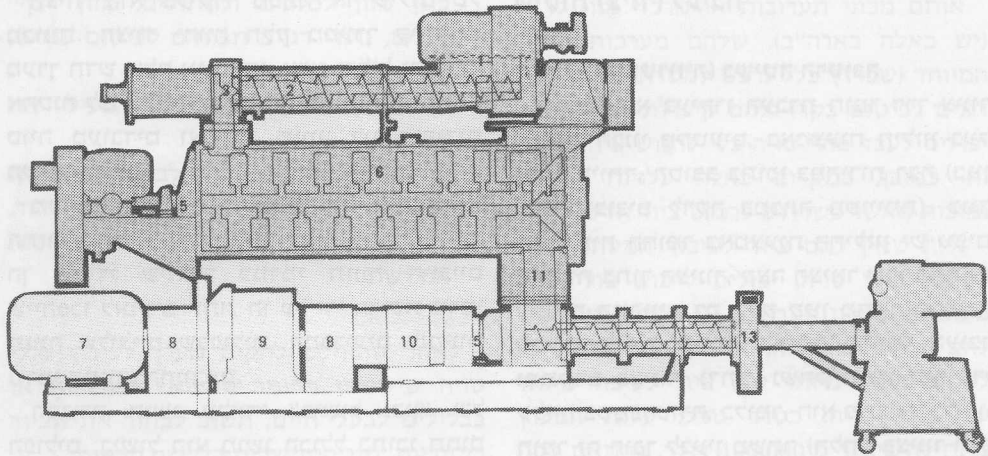
באמצעות הציוד המיוחד יבושלו הפולים. בכל סוג של ציוד יהיו תנאים פיסיקליים שונים, שיושפעו משיעור הלחות והשמן בפולים ואף מהטמפרטורה והלחות בסביבה, כדי להשיג את מירב השיפור התזונתי בפולים.

תנאים פיסיקליים מתונים מהבישול הנכון עלולים לגרום אי השגת המטרה, בשלמותה או בחלקה: תנאים פיסיקליים קשים מאלה הדרושים לבישול נכון עלולים לגרום נזק, כגון הרס חלבון (חומצות-אמינו); פעולות פיסיקליות לאחר העיבוד, כגון גריסה, מיעוך, או כיפתות התערובת הכולל פולי סויה מעובדים – עשויות להשלים שיפור, כאשר העיבוד המיוחד היה מתון מדי, ולעומת זה עלולות להגביר נזק, כאשר העיבוד המיוחד היה נמרץ מהנדרש או אף כשהיה נכון.

מכונות השיחול בשיטה הרטובה קיימות זה עשרות שנים בתעשיות שונות (מתכת, פלסטיק, גומי, מזון ועוד) ובתעשיית המספוא המיוחד (מזון לחיות מחמד). קיימות מכונות שיחול רבות, שונות זו מזו במבנה הפנימי בתפוקה, בתנאים הפיסיקליים הניתנים להשגה, בציוד לטיפול המוקדם לפני השיחול, ועוד.

המעכבות ומספרן; ותנאי ההפעלה המתאימים, כגון טמפרטורה וכמות של תוספת הנוזלים או הקיטור, וזמן השרייה. ברור, שהידע הנ"ל חייב להיות בצמוד לרכישת המכונה.

החומר המתקבל מהמכונה אינו יבש. במרכז מזון ניתן להכלילו בבליל, מיד או תוך זמן קצר לאחר ייצורו. כדי לאחסנו לפני הכללתו בתערובות דרוש לייבשו ולקררו בציוד מתאים.



מכונות שיחול בשיטה הרטובה, המבנה הפנימי.

- 12 - צינור השיחול שבו החילוץ. הצינור בנוי קטעים. בין כל קטע לקטע יש טבעת, המעכבת את תנועת החומר המתקדם באמצעות החילוץ.
- 13 - החומר היוצא מקצה צינור השיחול דרך רשת שבה חורים ונחתך לחלקיקים קטנים יותר באמצעות מנגנון חיתוך מיוחד.
- 11 - פתח כניסת החומר אל תוך התחלת צינור השיחול.
- 6 - תא הבישול המוקדם, שבו מועבר החומר לפני השיחול. החומר מועבר באמצעות כפות על ציר, הסובבות במהירות (משתנה) במשך זמן מסוים (במכונה זו, זמן מעבר החומר בתא הוא 1 עד 4 דקות). לתא ניתן להכניס נוזלים או קיטור.
- 2 - מזין חלוני, לוויסות הזנת החומר, הנע במהירות משתנה.
- 3 - שסתום, שדרכו נדחס החומר אל תוך תא הבישול המוקדם, ועלידי כך גם נמנע מהקיטור בתא הבישול לברוח דרך המזין.
- 4 - בוכנת אוויר המפעילה את השסתום 3.
- 1 - כניסת החומר למזין (בדרך-כלל פולים גרוסים).
- 7-10 - המנוע וההנעה של חילוץ השיחול.
- 14 - המנוע וההנעה של מנגנון החיתוך. בדרך-כלל ייגרסו פולי הסויה לפני הכנסתם למכונה. לאחר השיחול, החומר המתקבל בכעין פירורים גדולים ייובש לתכולת לחות של 10%-12% ויקורר. אחריכך אפשר לגרוס את הפירורים לחלקיקים קטנים יותר.

כמו כן, בפולים שהלחות בהם מרובה מ-15 אחוז, תפוקת השיחול תפחת ואף תידרש יותר אנרגיה לצורך זה.

בישול באמצעות קרני תת־אדום

עקרון הפעולה הוא בישול באמצעות קרני תת־אדום הנוצרות על־ידי מבער גז או חשמל המתחמם לטמפרטורה גבוהה קבועה. הקרניים מואצות בהקרנתן אל אריחי קרמיקה. הן בתחום אורך גל של 1.8 עד 3.4 מיקרונייט וטונועתן מהירה, כ־300,000 ק"מ לשנייה. כאשר מעבירים פולים דרכן, הן פוגעות בפרודות (מולקולות) המים שבהם ונוצרות התנגשויות מהירות בין הפרודות. ההתנגשויות גורמות יצירת לחום הבישול, בדומה למכשיר המיקרוגל הביתי. המשמש לחימום ולבישול של מזון.

משך מעבר פולי הסויה הוא כ־90 שניות, כאשר הטמפרטורה בהם עולה ל־110–115 מ"צ. מכיון שהתנגשויות פרודות המים נמשכות גם לאחר ההקרנה, מנצלים זאת ומעבירים את הפולים למכל שרייה למשך 10–30 דקות. לאחר השרייה מקדרים במקרר דומה לזה שבמערכת

שיחול בשיטה היבשה

השיחול בשיטה היבשה דומה בעיקרו לקטע השיחול (ללא הבישול המוקדם) שבשיטה הרטובה. בצידוד זה נבנה קטע השיחול כך, שפעולת הלחץ, השחיקה והגזירה בהתקדמות החומר בצינור מעלה את טמפרטורת החומר לגבוהה מנקודת רתיחת המים. המים שבתוך הפולים (המוכנסים למכונה שלמים או גרוסים) רותחים ומתקבלת פעולת בישול בלחץ. חום הרתיחה בצינור והשיחור של החומר במוצא הצינור ממצב של לחץ חזק אל הלחץ האטמוספרי גורמים אידיוי חלק מהמים שבפולים, ובדרך כלל מתקבל חומר מעובד שאינו צריך ייבוש נוסף, אלא קירור בלבד.

מכונות לשיחול בשיטה היבשה, בניגוד למכונות לשיחול בשיטה הרטובה, מיוצרות בידי יצרנים בודדים ובמספר טיפוסים קטן. תפוקתן מעטה (עד 0.8 או 1.5 טונות בשעה), לעומת טונות אחדות ואפילו יותר מ־10 טונות בשעה במכונות לשיחול בשיטה הרטובה. מאידך גיסא, עלות המשחלות בשיטה היבשה פחותה במידה ניכרת משל המשחלות בשיטה הרטובה.

לעיבוד פולים שלמים, נקיים ובגודל אחיד – יתרון, כי יימנע בלאי שחיקה מוגבר של הציוד.



מתקן בישול בקרני תת־אדום: משקלו 7.6 טונות, וממדיו: אורך 7.4, רוחב 2, גובה 5.5. תפוקתו כ־2 טונות פולים בשעה.

הפולים להמשך פעולת הבישול במכל ביניים, פעולה העשויה לחסוך כ-15% מאנרגיית החימום שבתהליך, ואחרי-כן להעבירם דרך ממעכת או דרך מגרסה אל מקרר. ניתן גם להעביר פולים שטופלו בחום דרך המקרר ולאחסנם. רק לפני השימוש בהם תבוצע פעולת הגריסה.

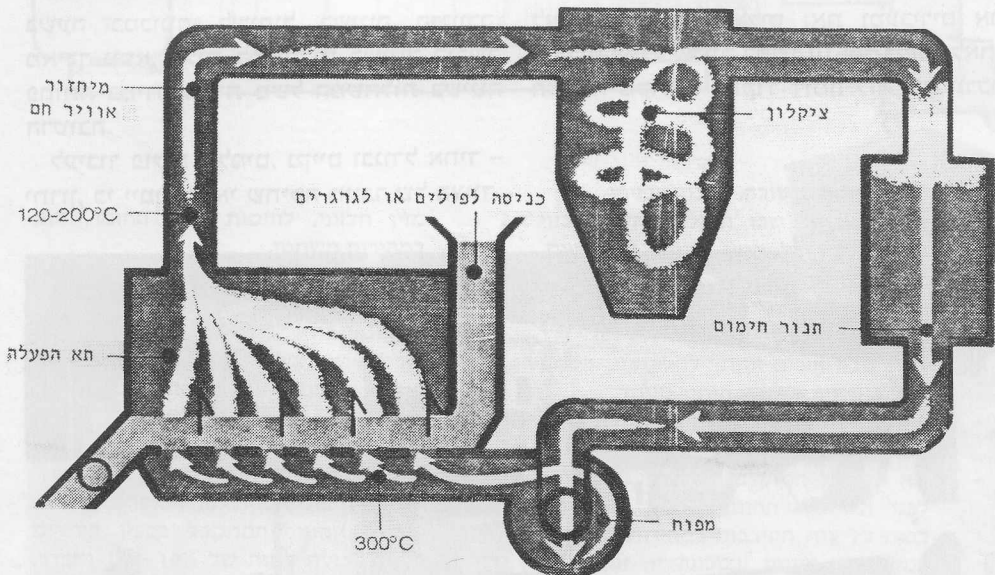
הפולים המוכנסים למכונה חייבים להיות נקיים מאבק. ולכן מהווה מכונת ניקוי חלק מהמערכת. תפוקת המכונה רבה, 3.5-4.5 טונות בשעה. המכונה היא במקורה לעיבוד גרגרי דגנים (בייחוד סורגום ותירס), לשיפור ערכם האנרגטי לפיטום עגלים. בהפעלה חשוב להתאים את התנאים (טמפרטורה, משך זמן) לחומר (גרגרים, פולים) ולייעודו (הזנת חולדות, פטמים, או בעלי-חיים אחרים).

כיפתות תערובות. הפולים המעובדים היבשים והקרים מועברים לאחסנה. גורסים אותם לפני הכללתם בתערובות.

בישול באמצעות מכת אויר חם

שיטה זו תואמת ציוד של חברה אחת, ציוד המכונה "ג'ט-ספלודר" (Jet-Sploder). בשיטה זו מוזנים פולי סויה שלמים לתא, בו הם נישאים בריחוף על זרם אויר חם (כ-300 מ"צ). תוך כדי תנועתם בתא במשך כדקה עולה הטמפרטורה בהם ל-130-160 מ"צ. המים שבהם רותחים, ועלידי כך נוצרת פעולת בישול. למערכת יש פיקוד, המאפשר להפעילה באופן אוטומטי לגבי טמפרטורת הבישול, זמן הבישול ותנועת הפולים. התנאים לעיבוד פולים לתערובות בקר שונים מאלה של הזנת עופות.

לאחר מכת החום, אפשר להשהות את



המבנה הפנימי של מכונת Jet-Sploder הפולים מוזנים אל תוך תא שבו הם נישאים בריחוף על זרם אויר חם (מעל 300 מ"צ) עד להוצאתם אל תא השרייה, לממעכת, למגרסה או ישירות למקרר. האויר החם, רובו (70%-85%) מנוצל לשימוש חוזר. במעברו דרך ציקלון המפריד את האויר החם מהאבק, האויר החם עובר אל תנור המוסיף לחמומו עד לטמפרטורה הרצויה. תנועת האויר המחזורית נוצרת על ידי המפוח שבין התנור לתא הבישול.

