

**אריזה באווירה מבוקרת (Modified Atmosphere)
בתעשיית המזון**



תוכן העניינים

3	..... 1. אווירה מבוקרת בתעשיית המזון
3	..... 2. מקורות האריזה באווירה מבוקרת
3	..... 3. מדוע אריזה באווירה מבוקרת?
5	..... 3.1 פחמן דו חמצני (CO_2)
	..... 3.2 חנקן (N_2)
	..... 3.3 חמצן (O_2)
6	..... 4. יישומי אריזה באווירה מבוקרת
6	..... 4.1 סוגי מכונות אריזה
7	..... 4.1.1 מכונות לאריזה בוואקום באווירה מבוקרת
	..... 4.1.2 מכונות תא וואקום
8	..... 4.1.3 מכונות עיצוב, מילוי ואיטום
9	..... 4.2 תכונת הדיפוזיה של גזים רגילים המשמשים לאריזה באווירה מבוקרת
11	..... 4.3 הפעלה בסיסית של מערבול גז מתוצרת דוד
12	..... 5. צמצום עלויות עקב שימוש במערכות מתוצרת דוד
14	..... שאלון למפרט מערבול גז

במהלך העשור האחרון סגנון החיים כמו גם ציפיותינו, השתנו בדרכים רבות. מזון איננו עוד צורך בסיס אלא מדד לרמת חיים. צרכנים מעניקים חשיבות רבה לטעם בלתי מדולל, חיי מדף ארוכים יותר וצורה מושכת של מוצרים ארוזים ומתכלים. לפיכך, פיתחה תעשיית המזון במשך השנים טכניקות חדשות לאריזת המזון להשביע את דרישות הצרכנים. בעקבות התפתחויות חברתיות ועלייה בדרישת הצרכנים לאיכות גבוהה יותר, הפכה אריזה של מזון מתכלה באמצעות אווירה מבוקרת לטכניקה אמינה. בחוברת זאת תיאור קצר של יישומים אופייניים ותוצאות האווירה המבוקרת באריזת מזון. בין אם אתם מכירים אריזה באווירה מבוקרת ובין אם זה עתה התחלתם ללמוד אודות תהליך זה אנו מקווים כי תמצאו עניין בחוברת.

2. מקורות האריזה באווירה מבוקרת

2.

בעקרון, אריזה של מזון באווירה מבוקרת היא שיטה ידועה ומוכחת. בתחילה נעשה שימוש רק בחנקן ובפחמן דו חמצני כגזים בודדים לעיבוד ואריזה של קפה וגבינה, כמו גם מוצרים אחרים. ב-1976, בשיתוף פעולה עם יצרן דני מוביל למוצרי בשר, הצליחו החברות DOW ו-MULTIVAC להגיע לאריזה ראשונה של בשר אדום טרי באמצעות תערובת גזים. התערובת הכילה חמצן (O_2), פחמן דו חמצני (CO_2) וחנקן (N_2). חיי המדף של הבשר היו 6-8 ימים וצורתו משביעת רצון לעיין – הוא נשאר אדום ונראה טרי. במהלך בדיקות נוספות בגרמניה, מערבלי הגז שתוכננו במקור עבור תעשיית המתכת, שונו עפ"י הדרישות הספציפיות של מכונות האריזה. ב-1977 חברת WITT הצליחה להוציא לשוק את מערבלי הגזים הראשון לאריזת מזון. מאז, מערבלי הגז עובר שינויים ושיפורים. כיום, עומדים מערבלי הגזים בכל הדרישות הטכניות למכונות אריזה. אמצעי מדידה ואנליזה מודרניים נוספו למגוון המוצרים.

חברת DOW נהייתה ליצרן הגדול ביותר באירופה למערכות ערבוב לגז לאריזה באווירה מבוקרת.

העיקרון באריזה באווירה מבוקרת הוא החלפת האווירה הרגילה בתערובת גזים המבוקרת למזון מסוים. הגזים העיקריים המשמשים לאריזה באווירה מבוקרת הם חנקן, פחמן דו חמצני וחמצן. בקהילייה האירופית אושרו ארגון, פחמן חד חמצני, הליום וגזים אחרים לשימוש לאריזה באווירה מבוקרת. בפועל, השימוש בגזים אלה תלוי בדרישות יצרן המזון עבור המזון הנארז.

3. מדוע אריזה באווירה מבוקרת?

3.

הצרכים לאריזה באווירה מבוקרת נלמד, באמצעות צרכי הלקוח. אנשים רוצים מזון אטרקטיבי ומאיכות גבוהה בכל עת ובכל מקום. כדי לעמוד בציפיות אלה, צריכים היצרן או הסוחר לבדוק בעיות לוגיסטיות מרובות. שינוע למרחקים גדולים מניח קיומה של עמידות גבוהה של המוצרים. המזון הארוז צריך להיראות מושך מספיק כדי שייקנו אותו. עקביות באיכות (טעם, טריות וכד') חיוניים להשגת נאמנות גבוהה של לקוחות. טריות ועמידות של מזונות מתכלים כגון בשר טרי, דגים ופירות ים תלויים לא רק בשימוש בחומרים טריים אלא גם בהשפעת הסביבה.

אורגניזמים מיקרוביולוגיים ותגובות ביוכימיות הם הסיבה לקלקול של מזונות מתכלים במיוחד בשר אדום טרי או פירות ים טריים. הקלקול מתחיל מיד לאחר השחיטה וקשה למנוע אותו משום שהאורגניזמים הגורמים לכך נמצאים כבר במזון. ניתן לצמצם או להאט את פעילותם. אמצעי ידוע ומוכר הוא קירור. מזון בהקפאה עמוקה אינו נחשב למוצר טרי. כמו כן, יש צורך בקירור מתמיד במהלך ההובלה – סיבוך נוסף בהשוואה לאריזה באווירה מבוקרת.

אריזה באווירה מבוקרת מותנית בארבעה גורמים בלתי תלויים:

- איכות המזון והטיפול ההיגייני בו
- הגז האציל או תערובת הגז
- מכונת האריזה
- חומר האריזה (היריעה)



המוצר	O2	N2	CO2
בשר אדום	70%	---	30%
בשר חזיר	50%	30%	20%
בשר בקר/צבי	80%	---	20%
בשר ציד	---	70%	30%
חלקי עוף	20%	50%	30%
גבינה קשה	---	80%	20%
דג	30%	30%	40%
דג פורל	20%	65%	15%
דג סול	30%	30%	40%
פסטה טרייה	---	50%	50%
לחמניות אפויות	---	30%	70%
פיצה	---	30%	70%
לחמניות עם תוכן	---	70%	30%
בשר מבושל בפרוסות	---	60%	40%

להשגת תוצאות מיטביות, נדרשות	---	70%	30%	נקניק
תערובות גז שונות עבור בשר אדום	5%	90%	5%	פירות ירקות
ודגים.	20%	50%	30%	סלטים מוכנים

אטמוספרות הגז האציל שצוינו הן דוגמאות בלבד ואינן מחייבות

3.1 פחמן דו חמצני (CO₂)

CO₂ מעכב את העלייה במרבית הבקטריות האירוביות והקימחון. CO₂ הוא הגז החשוב ביותר באריזה של מזון באווירה מבוקרת. ככלל ניתן לקבוע שככל שריכוז ה-CO₂ גבוה יותר כך גדולה יותר עמידותו של המזון המתכלה. תקלות איכות אופייניות מעודף CO₂ באריזה באווירה מבוקרת הינם שומן ומים סופגים בקלות רבה CO₂. ריכוזים עודפים של CO₂ גורמים לכשלי איכות בטעם, באבדן לחות וריכוז האריזה (מה שנקרא 'אפקט הוואקום'). לפיכך, יש

לשקול בזהירות למשך כמה זמן צריך המוצר להיות עמיד ועד כמה קבילה ירידה הנגרמת ע"י CO₂. אם CO₂ נועד להסדיר את צמיחת הבקטריות והקימחון, מומלץ ריכוז של 20% לפחות.

פחמן דו חמצני הוא גז טבעי הנמצא באוויר בריכוזים נמוכים.

3.2 חנקן (N₂)

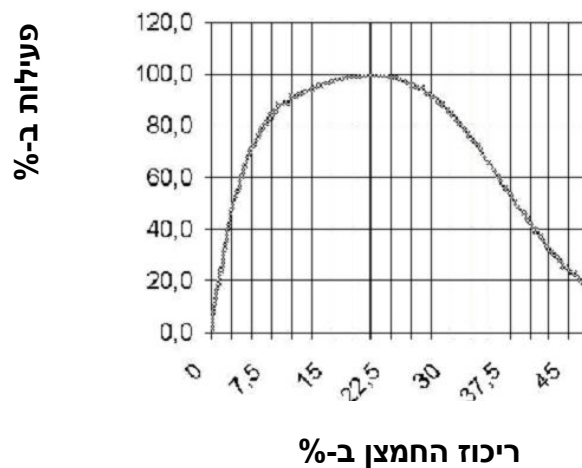
N₂ הוא גז אציל המוכנס לאריזה באווירה מבוקרת כדי להרחיק אוויר בעיקר חמצן מתוך האריזה. הוא משמש גם כגז מילוי המשווה את השפעת ספיגת ה-CO₂ ע"י המזון המתכלה. חנקן מפחית את אפקט הוואקום והוא גם גז טבעי באוויר.

3.3 חמצן (O₂)

O₂ הוא גז חיוני לנשימתם של כל היצורים החיים ותומך בהתפרקות של מזון מתכלה. הוא התנאי לצמיחת מיקרו אורגניזמים אירוביים. ככלל, יש להוציא את החמצן מאריזה באווירה מבוקרת אך במקרים מסוימים כמות חמצן שנקבעה גורמת לתוצאות חיוביות למוצר. למשל:

- החמצן שומר את צבעו הטבעי של המזון המתכלה (אפקט הטריות).
- החמצן מאפשר נשימה, בעיקר עבור פירות וירקות.
- החמצן מעכב צמיחה של מיקרואורגניזמים אנאירוביים בסוגים אחדים של דגים וירקות.

השפעת החמצן באריזה על פעילותם של מיקרואורגניזמים



אריזה באווירה מבוקרת היא הדרך הטבעית ביותר להגנה על מזון מתכלה מפני קלקול. ניתן למנוע שימוש בתוספים כימיים לשימור המוצרים המתכלים.

יתרונות האריזה באווירה מבוקרת

- עמידות ממושכת יותר של מזון מתכלה/ קלקול מועט יותר
- מפחית את התפתחות החיידקים.
- המוצר שומר את צורתו ואת המרקם שלו.
- הצבע הטבעי של המוצר נשמר.
- הצורך להשתמש בחומרי שימור מצטמצם ואף מתבטל.
- ככל שחיי המדף של המוצרים ארוכים יותר:
- השימוש בחומרים משמרים חסכוני יותר כיוון שניתן לשמור את המוצרים במלאי.
- ניתן להפיץ את המוצרים ללקוחות רחוקים
- ניתן להציע מגוון נרחב של מוצרים טריים רגישים.

יתרונות מערבלי הגז

- השימוש במערבל גז הוא גמיש – כל תערובת גז ניתנת לערבוב באמצעות מערבלים במקומות המתאימים.
- ההוצאה להתקנה אינה גבוהה
- ניתן לבצע בדיקות מוצר ספציפיות בסמוך למוצר ולייצור.
- חסכון בעלויות גז.
- מערבל אחד במקום מיכלי גז שונים טרם ערבול
- אין צורך לטפל במיכלים.

4. יישומי אריזה באווירה מבוקרת.

אחד היישומים החשובים ביותר של תערובות הגז הוא בעיבוד ובאריזה של בשר אדום טרי ודגים במקום הקפאה. אריזת המזון נעשית, לדוגמא, באמצעות מכשירי תא וואקום המחליפים את האווירה שבאריזה בתערובת גז מתאימה (שינוי אווירה).

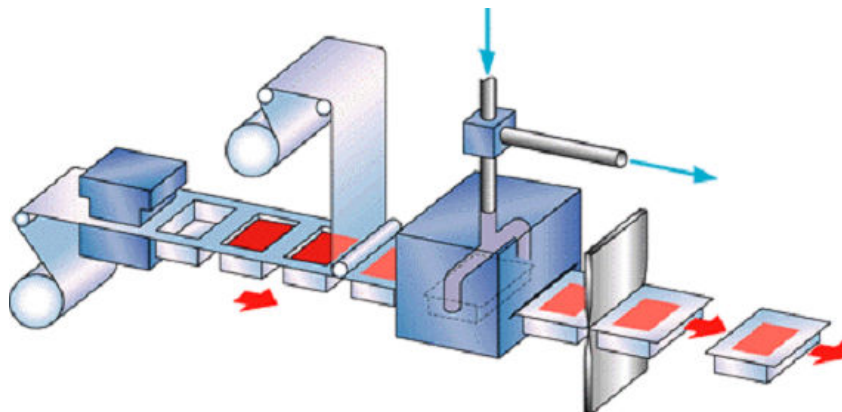
4.1 סוגי מכונות אריזה

בשיתוף פעולה עם היצרנים המובילים למכונות אריזה ומכונים ידועים, חברת WITT פיתחה אמצעים ומערכות לערבול, מדידה ובצוע אנליזות בגזים. ניתן לשלב מערכות אלה בכל סוגים מכונות האריזה, תוך בחירת הדגם לפי המוצרים ושיטת האריזה. את מכונות האריזה מחלקים לשתי קבוצות עיקריות:

1. מכונות אריזה בוואקום באווירה מבוקרת/מכונות תא (וואקום עם שטיפת גז).
2. מכונות אריזה בוואקום באווירה מבוקרת, מילוי ואיטום (גז נשטף באמצעות צינור ומוזרם לאריזה).

4.1.1 מכונת לאריזה בוואקום באווירה מבוקרת לאריזה.

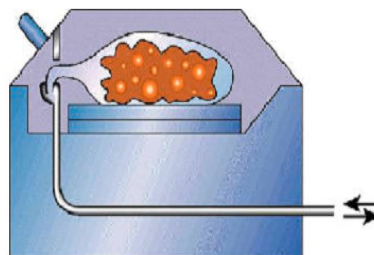
בערוץ אריזה יחיד או רב ערוצי, מושגים 4-20 פעימות לדקה, תלוי בגודל האריזה ובסוג המוצר. הדרישה האופיינית למערבל גז היא כ- 20-100 ליטר לדקה והיא תלויה בגודל האריזה ובקצב הפעימות. מערכות גדולות יותר פועלות בספיקות גז של עד 600 ליטר לדקה. מערכת ערבול גז סטנדרטית מתוצרת WITT (לדוגמא, MEM 3-100 KM) עומדת בדרישות אלה. למכונה לאריזה בוואקום נדרש מיכל ביניים במערכת. מיכל הביניים מאחסן את תערובת הגז בלחץ קבוע ובריכוז הנדרש לאריזה.



מכונת אריזה בוואקום באווירה מבוקרת

4.1.2 מכונת תא וואקום

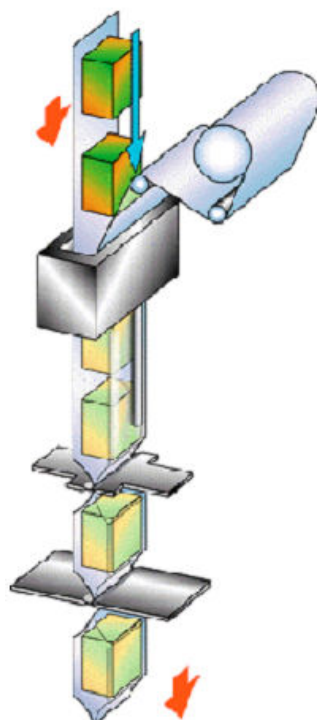
מכונות אלה עושות שימוש בשקיות מוכנות ומשתמשות בטכניקת וואקום כתחליף לאוויר. את שקיות הפלסטיק המכילות מוצר לאריזה מניחים ידנית בתוך התא, מרוקנים מאויר את התא, מזרימים לאחור את תערובת הגז הרצויה ומלחימים את השקית בחום. במכונות אלה ניתן להשתמש לייצור בקנה מידה מצומצם של אריזות קייטרינג באמצעות וואקום או בהזרמת גז. הרישום הבא מתאר מכונת תא וואקום.



מכונת תא וואקום

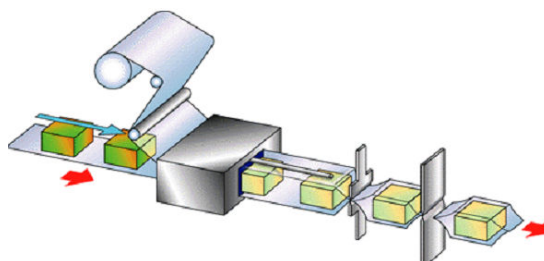
4.1.3 מכונות אריזה בוואקום באווירה מבוקרת, מילוי ואריזה.

FFS Form Fill Seal



מכונות אלה מסוגלות לארוז 120 אריזות לדקה באווירה מבוקרת (תלוי בגודל האריזה). בניגוד למכונת אריזה בוואקום או באווירה מבוקרת/תא וואקום, אריזה ב FFS מקבלת הזרמה מתמדת של תערובת גז, טרם הלחמת השקית. האווירה באריזה מוחלפת באמצעות צינור / משטפת. תצרוכת תערובת הגז במקרה זה, גבוהה בהרבה מאשר באריזות ואקום, משום שחלק מתערובת הגז אובד. צריכת תערובת גז עבור מכונה סטנדרדית לאריזה FFS באווירה מבוקרת, מילוי ואיטום מגיעה ל-30-300 ליטר לדקה מערכות KM 100 WITT ו-KM 300 בגרסת M, משמשות במכונות מסוג זה.

מכונת אריזה באווירה מבוקרת, מילוי והלחמה אנכית FFS



מכונת אריזה FFS באווירה מבוקרת, מילוי והלחמה אופקית

לרוב מצוידת מכונת האריזה במערבל גז נפרד. לחברת WITT טווח מוצרים הכולל מערכות פשוטות (ללא אספקת אנרגיה ופונקציות בקרה) וכן אמצעי הייטק מתוחכמים (ניטור קבוע של ערבול הגז וכן רישום ערכים אלה). חברת WITT מציעה גם מערכות ערבול גז המווסתות אוטומטית את מידת תערובת הגז באמצעות מדידת שאריות של ריכוזי חמצן.

במקרה שאותה תערובת גז משמשת למספר מכונות אריזה, בטור, ניתן לעבוד עם מערכת ערבול גז מרכזית עם פיזור גז של 300 מטר מעוקב ויותר (WITT דגם MG). לכל המכונות תסופק תערובת גז אחידה.

אם יש לספק בנוסף למערכת המרכזית, מכונת אריזה עם ספציפיקציות של תערובת מיוחדת, תידרש מערכת ערבול נוספת קטנה נפרדת.

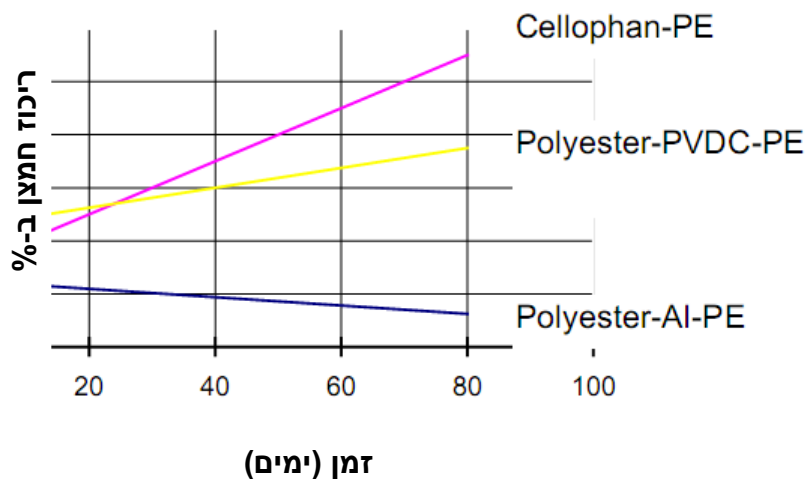
4.2 תכונת הדיפוזיה של גזים המשמשים לאריזה באווירה מבוקרת.

$$\begin{aligned} 15 \text{ ס"מ}^3/\text{מ}^2 \text{ ויום} &= \text{O}_2 \\ 10 \text{ ס"מ}^3/\text{מ}^2 \text{ ויום} &= \text{N}_2 \\ 55 \text{ ס"מ}^3/\text{מ}^2 \text{ ויום} &= \text{CO}_2 \end{aligned}$$

CO₂ נספג היטב ע"י נוזלים וע"י מזון יבש מגורען. כתוצאה מכך, לחץ ה-CO₂ יורד באריזה במהלך הזמן. CO₂ משתחרר מהאריזות. כיוון שאין כניסת חנקן מהאוויר שסביב לאריזה, מתפתח וואקום באריזת ה-CO₂. עבור מוצרים רבים זוהי תוצאה רצויה משום שהיא תומכת ברושם של מזון טרי שנארז בוואקום. למוצרים אחרים (לדוגמה מוצרים בעלי קצוות חדים) יש צורך בחנקן כאווירה מגנה משום ששחרור ה-CO₂ יוחלף בחמצן והרושם החזותי של האריזה יישמר.

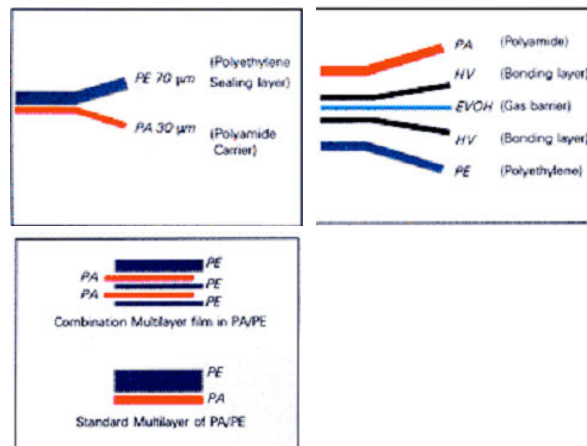
לתשומת לב

ריכוז והרכב תערובת הגז עשויים להשתנות לאחר האריזה. עלולות להופיע סטיות במקרה שתבצע אנליזה מאוחר יותר. במקרים כאלה יש לקחת בחשבון כי סטיית החמצן נגרמה ע"י דפוזיה מבעד ליריעה במשך תקופת אחסון ממושכת ולא עקב תערובת גז פגומה.



ניתן לאיטום בחום	מחסום אדי לחות	מחסום חמצן	עיצוב מוגבל בחום	ניתן לעיצוב בחום	נוקשה למחצה	גמיש		
		•		•		•	PA	פוליאמיד
		•	•			•	OPA	פוליאמיד מכוון
•	•			•		•	PE	פוליאתילן
•	•			•	•	•	HDPE	PE בצפיפות גבוהה
		•	•	•	•		-PET A	פוליאסטר אמרפי
				•		•	PETP	פוליאסטר
			•			•	PETP	פוליאסטר מכוון
	•	•		•	•		EPET	קצף פוליאסטר
•	•			•	•	•	PP	פוליפרופילן
	•		•			•	OPP	פוליפרופילן מכוון
•	•			•	•		EPP	קצף פוליפרופילן
				•	•		PS	פוליסטירול
				•	•		OPS	פוליסטירול מכוון
	•	•		•	•		PVC	פוליווינילכלוריד
				•	•		PC	פוליקרבונט
		•		•	•		PAN	פוליאקריליניטריל
			•			•		צלופאן
				•		•		סורלין
•							HS-Lacq	לכת איטום בחום
•							HS-Lacq	לכת איטום בקור
		•		•			EVO H	אלכוהולאתילנוויניל
	•	•	•				Al	רדיד אלומיניום < 20 μ
	•	•	•				Al	רדיד אלומיניום > 20 μ
	•	•		•			PVDC	פוליווינילדכלוריד

לאריזה של מוצרים המתקלקלים במיוחד, נעשה שימוש ביריעות בעלות תכונות חסימה לדוגמא: PA, PVC ו-A-PET. יריעות עשויות PAN (BAREX) מאפשרות חסימת גז טובה יותר. תוספת EVOH ליריעה מעלה את חסימת הגז עוד יותר. חסימת גז מוחלטת ניתן להשיג באמצעות הכנסת אלומיניום.



יריעות PA/PE מוצעות יותר ויותר כחומר למיניציה מורכב בו מחברים שכבות PA ו-PE במספר שכבות דקות. הן חזקות יותר, עמידות יותר ומספקות תכונות חסימה קבועות. ניתן להגיע לתכונת קילוף מיוחדת באמצעות תערובת מיוחדת של שכבת ה-PE הרלוונטית.

4.3 הפעלה בסיסית של מערבול גז מתוצרת WITT

1. להשגת פיזור של 0 עד מקסימום תפוקה, יש להפעיל את מערבול הגז עם רסיבר (מיכל ביניים). לדוגמא: נפח מיכל ביניים לדגם MG 2-50ME הוא 100 ליטר.
2. להשגת נפח ספיקה מוגדר וקבוע (תלוי בסוג המכשיר) ניתן להפעיל את מערבלי הגז ללא מיכל ביניים. דיוק תערובת הגז קבועה בתוך גבולות מוגדרים, בתנאי שזרימת הגז בתחומי הקיבולת המוגדרת. לדוגמא: עבור מערכת KM 2-60 הספיקה היא 10-60 ליטר לדקה.

5. הפחתת עלויות הודות לשימוש במערכות WITT

החישוב לדוגמא שלהלן מראה כמה ניתן לחסוך הודות לשימוש במערכת ערבול גז מתוצרת WITT במקום להשתמש בגזים מעורבבים. המחירים בחישוב הם דוגמא בלבד. יש לחשב מחירים בפועל מכיוון שקיימים הבדלים חשובים בנפח, מחירי הובלה וספקים.

צעד 1

את המסה של פחמן דו חמצני מציינים תמיד בק"ג. נא להמירה ל-מ"ק, לפי התהליך הבא.

כמות CO ₂ בק"ג	פקטור המרה 1 מ"ק = 1,848 ק"ג	כמות CO ₂ ב מ"ק	
30	30 ק"ג/1,848 = 16,23 מ"ק	16,23	דוגמא:
			הנתונים שלך:

צעד 2

דוגמא: חישוב מחיר עבור 1 מ"ק תערובת גז

סוג הגז	מחיר למ"ק (יורו)	ריכוז	חישוב	עלויות לכל מ"ק תערובת (יורו)
גז א (CO ₂), לדוגמא:	7.00	30%	7.00X0.3= 2.10 יורו	2.10
גז ב (חנקן), לדוגמא:	6.50	30%	6.50X0.3= 1.95	1.95
גז ג (חמצן), לדוגמא:	5.50	40%	5.50X0.4= 2.20	2.20
תערובת A B C סה"כ מחיר/מ"ק				6.25

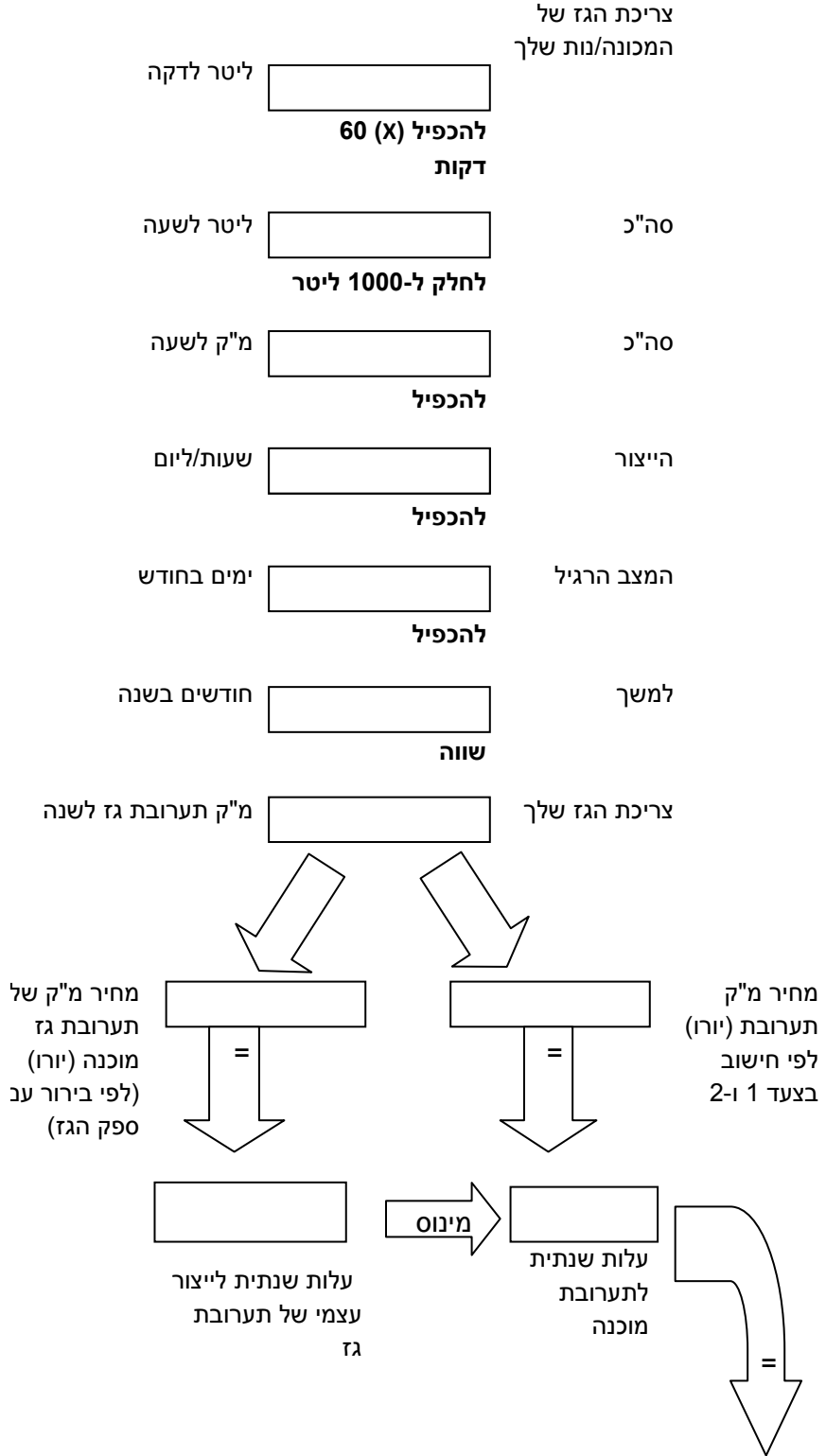
נא להכניס את הנתונים שלך:

סוג הגז (יש להמיר CO ₂ למ"ק כמתואר בצעד 1)	מחיר למ"ק (יורו)	ריכוז	חישוב	עלויות לכל מ"ק תערובת (יורו)
גז א:				
גז ב:				
גז ג:				

תערובת ABC סה"כ מחיר/מ"ק

צעד 3

בצעד זה ניתן לחשב את הפחתת העלויות שלך.



הפחתת עלויות לשנה
(יורו)

שאלון למפרט מערבלי גז

שם הלקוח: _____ טל. _____
תאריך _____

פקס _____ דוא"ל _____

נא למחוק ב-X או למלא המידע הנדרש

	1. פנייה
--	----------

גז 4	גז 3	גז 2	גז 1	2. גזים/רכיבי התערובת	
%	%	%	%	רצוי	3. תערובת רצויה
%	%	%	%	מינ.	
%	%	%	%	מקס.	
בר	בר	בר	בר	4. לחצי הכניסה הם	

ליטר/דקה		מינ.	5. תפוקת זרימה נדרשת של תערובת הגז
מ"ק /שעה		מקס.		כמות ליטר/דקה או מ"ק /שעה
			6. לחץ יציאה נדרש לגז מעורבל בנקודת השימוש או במערכת

מד בר			הצנרת של אספקת הגז (מד בר)
24v DC	115v AC	230v AC	7. מהו הוולטאז' הנדרש
בפנים בחוץ			8. היכן יותקן המערבל
9. שונות			

