

416-0437-98

קוד מחקר:

נושא: שיפור יציבות הצבע בבשר בקר מגידול מקומי

מוסד: מינהל המחקר החקלאי

פרופ' יוסי קנר

חוקר ראשי:

5

חוקרים שותפים:

1996-1998

תקופת מחקר:

מאמרים:

תקציר

מטרות המחקר: צבע הבשר הינו אחד מגורמי האיכות החשובים ביותר הקובעים את ערכו המסחרי. כתוצאה מתהליך עיבוד הבשר, ובמיוחד לאחר המלחתו בתהליך ההכשר, צבעו משתנה מאדום-ורוד לאדום כהה ולבסוף לחום. מטרת המחקר היתה לבחון את האפשרות שמתן ויטמין E אשר יקטין את הנטיה של הבשר לחימצון, יאריך את חיי-המדף של המוצר בהיבט הצבע וישמור על ערך זה גם לאחר המלחה ואחסון ממושך בקירור.

מהלך ושיטות עבודה: עגלים בקבוצות של לפחות 10 ראש חולקו ל- 2 קבוצות ביקורת. קבוצה שקבלה תזונה רגילה וקבוצה שקיבלה תוספת של מזון עתיר חומצות שומניות (פישתן) ו- 2 קבוצות דומות, אך קיבלו בנוסף ויטמין E ברמה של 4 גר' ליום לראש. תזונת העגלים נמשכה 90 יום.

תוצאות עיקריות: נמצא כי קליטת ויטמין E והעברתו לממברנות של תאי הדם האדומים מהירה ומגיע לשיאה כ- 30 יום לאחר תחילת ההזנה. לאחר תקופה זו ישנה ירידה ברמת הויטמין בגלל גדילת העגל והתחלקות המרכיב על פני חיה גדולה יותר.

ההמלחה כמצופה האיצה את חימצון הליפידים ושינוי הצבע בצורה משמעותית. לעגלים שחיו על תזונה עשירה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות היה בשר אשר התחמצן מהר יותר. השינויים בצבע המוצר היו מקבילים לשינויים בחימצון רק בקבוצה שקבלה תזונה עתירה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות. תוספת ויטמין E שיפרה בצורה משמעותית את יציבות הצבע של המוצרים ולמעשה מנעה את שינויי הצבע שנגרמו כתוצאה מהמלחת המוצר.

מסקנות: תוספת ויטמין E ברמה של 4 גר' ליום לראש כ- 60 יום לפני השחיטה תשפר בצורה מאד משמעותית יציבות הצבע וחיי המדף של המוצר הטרי באחסון מקורר.

## שיפור יציבות הצבע בבשר בקר מגידול מקומי

### תקציר

#### 1. הצגת הבעיה:

צבע הבשר הינו אחד מגורמי האיכות החשובים ביותר הקובעים את ערכו המסחרי. כתוצאה מתהליך עיבוד הבשר, ובמיוחד לאחר המלחתו בתהליך ההכשר, צבעו משתנה מאוד-ורוד לאדום כהה ולבסוף לחום. מטרת המחקר היתה לבחון את האפשרות שמתן ויטמין E אשר יקטין את הנטיה של הבשר לחימצון, יאריך את חיי-המדף של המוצר בהיבט הצבע וישמור על ערך זה גם לאחר המלחה ואחסון ממושך בקירור.

#### 2. מהלך ושיטות עבודה:

עגלים בקבוצות של לפחות 10 ראש חולקו ל- 2 קבוצות ביקורת. קבוצה שקיבלה תזונה רגילה וקבוצה שקיבלה תוספת של מזון עתיר חומצות שומניות (פישתן) ו- 2 קבוצות דומות, אך קיבלו בנוסף ויטמין E ברמה של 4 גר' ליום לראש. תזונת העגלים נמשכה 90 יום.

#### 3. תוצאות עיקריות:

א. השנה, בדומה לשנה שעברה, נמצא כי קליטת ויטמין E והעברתו לממברנות של תאי הדם האדומים מהירה ומגיעה לשיאה כ- 30 יום לאחר תחילת ההזנה. לאחר תקופה זו ישנה ירידה ברמת הויטמין בגלל גדילת העגל והתחלקות המרכיב על פני חיה גדולה יותר.

ב. ההמלחה כמצופה האיצה את חימצון הליפידים ושינוי הצבע בצורה משמעותית. לעגלים שחיו על תזונה עשירה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות היה בשר אשר התחמצן מהר יותר מקבוצת התזונה הרגילה. השינויים בצבע המוצר היו מקבילים לשינויים בחימצון בעיקר בקבוצה שהיתה על תזונה עתירה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות. תוספת ויטמין E שיפרה בצורה משמעותית את יציבות הצבע של המוצרים ולמעשה מנעה את שינויי הצבע שנגרמו כתוצאה מהמלחת המוצר.

#### 4. מסקנות והמלצות:

תוספת ויטמין E ברמה של 4 גר' ליום לראש כ- 60 יום לפני השחיטה תשפר בצורה מאד משמעותית יציבות הצבע וחיי המדף של המוצר הטרי באחסון מקורר.

### מבוא ורקע מדעי

הצבע הינו אחד מגורמי האיכות החשובים ביותר בשיווק בשר בקר טרי או מאוחסן. הצבע הרצוי הומקובל הינו צבע בגוון אדום-ורוד ואדום-ארגמן, ואילו צבע בגוון אדום-חום או חום הינו צבע בלתי רצוי הדוחה התקבלותו של הבשר ע"י קהל הצרכנים. הצבע מבשר נגרם ע"י מיוגלובין ובמידה קטנה יותר ע"י המוגלובין. שני פיגמנטים אלו חשובים מאד בקליטת ומעבר החמצן בגוף בעל החי, ואחראים על גוון הצבעים בבשר שלאחר השחיטה והאחסון. שני הפיגמנטים הם המפרוטאינים המכילים יון ברזל מצומד למולקולות הפורפירין. כאשר יון הברזל נמצא במצב

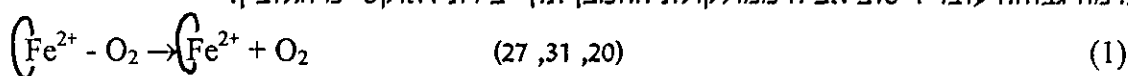
מחזור והחמצן מצומד למולקולות-הפיגמנט הגוון הוא אדום-ורוד, שחרור החמצן גורם למעבר הפיגמנט לגוון אדום-ארגמן אך כאשר יון הברזל מתחמצן הגוון הופך להיות חום. מספר רב של גורמים יכולים להשפיע על מעברים אלו ועל חימצון יון הברזל כמו לחץ חלקי של חמצן,  $\text{CO}_2$ , ריכוז אניונים,  $\text{NaCl}$ , פעילות אניונים אנדוגנים, טמפרטורה, פראוקסידים וחומרים מוספים למזון (4, 7, 8, 12, 27, 31-33).

לאחרונה נמצא כי ניתן ע"י תוספת ויטמין E בהזנת הבקר, מספר חודשים לפני שחיטה להקטין את שינויי הצבע ומעבר המולקולה לגוון חום. ממצאים אלו רומזים כי ויטמין E הידוע כאנטיאוקסידנט טבעי המונע חימצון ליפידים ברקמות בע"ח מונע את חימצון יון הברזל במנגנון בלתי מובן אך הקשור לחימצון ליפידים, יצירת רדיקלים חופשיים ופראוקסידים (1-3, 10, 24).

שינויי הצבע המהירים של בשר בקר טרי מיצור מקומי אשר עבר תהליך הכשר וטיפול ב- $\text{NaCl}$  פוגמים מאד באיכותו האורגנולפטית ומהווים בעיה שיווקית קשה (17, 18, 22). התקבלות בשר טרי יורד עם המעבר של צבע הבשר מאדום-ורוד הנגרם ע"י האוקסי-מיוגלובין למוצר המחומצן, המטמיוגלובין בצבע חום (24).

אוקסימיוגלובין הינו פיגמנט אשר בולע אור בתחום ב- Soret (380-440 nm) ובין 480-650. הוצאת החמצן מאוקסימיוגלובין ואלקטרון מאטום הברזל הנמצא בצורה מחוזרת  $\text{Fe}^{2+}$ , יוצר את המטמיוגלובין ושינויים בבליעת האור וכמובן בצבע הקומפלימנטרי אשר הופך מאדום-ורוד לחום בעיקר.

אוקסי-מיוגלובין בנוכחות אניונים ליגנדים, pH נמוך, טמפרטורה גבוהה, לחץ חמצן נמוך או  $\text{CO}_2$  ברמה גבוהה עובר דיסוציאציה ממולקולת החמצן תוך יצירת דאוקסי-מיוגלובין.



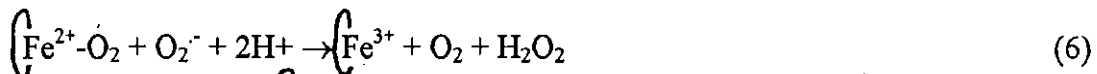
דאוקסי-מיוגלובין יכול לעבור חימצון עצמי תוך יצירת סופר אוקסיד  $\text{O}_2^-$ , מי חמצן  $\text{H}_2\text{O}_2$ , מטמיוגלובין ופריל -  $\text{Fe}^{4+}$  בריאקציות הבאות:



ידוע כי פריל יכול לעבור תגובה עם מולקולה של אוקסי-מיוגלובין תוך קבלת שתי מולקולות של מטמיוגלובין לפי ריאקציה (5).



בנוסף לפריל,  $\text{O}_2^-$  ו- $\text{H}_2\text{O}_2$  מגיבים ישירות עם אוקסימיוגלובין ליצור תהליך של חימצון עצמי מזורז לפי התגובות הבאות:



בנוסף לתגובה עם סופר אוקסיד, מי-חמצן ופריל הנוצרים בתגובת חימצון עצמי, פריל יכול לגרום לחימצון חומצות שומניות בלתי רוויות בממברנות או חופשיות, וע"י כך לגרום לאיניציאציה ופרופגציה של חימצון ליפידים (20). לאחרונה נמצא כי הזנת בקר בויטמין E משפר בצורה משמעותית יציבות האוקסי-מיוגלובין והצבע בבשר לאחר שחיטה (34).

ממצאים אלו רומזים כי ויטמין E הידוע כאנטיאוקסידנט טבעי המונע חימצון ליפידים ברקמות בע"ח, מונע חימצון יון הברזל במנגנון בלתי מובן הקשור לחימצון ליפידים, יצירת רדיקאליים חופשיים ופראוקסידים. בעבר חקרנו את מנגנוני החימצון האפשריים במוצרי בשר בשריר הודו אדום ונמצא כי יוני ברזל חופשיים בתגובה עם חומרים מחזרים הם כנראה המאיצים העיקריים את תהליך חימצון הליפידים, ותהליך זה מואץ ע"י (21,22). רקמת השריר מכילה מערכת אנזימטית אשר מסוגלת לחזר מטמיוגלובין לאוקסי-מיוגלובין. תגובה זו נחקרה בעבר ע"י מספר חוקרים (26,34), אך היא אינה יעילה מספיק בכדי למנוע את תהליכי החימצון הנגרמים כתוצאה מחשיפת בשר לאויר בעת שיווקו הקימעונאי.

### מטרות המחקר

מטרת המחקר היתה לבחון באיזו מידה ניתן ע"י הגדלת רמת ויטמין E במנת המזון לשפר את יציבות הצבע של הבשר באחסון מקורר. דגש מיוחד הושם לבחון את היכולת של ויטמין E למנוע את האצת השינויים בצבע הבשר לאחר המלחתו בתהליך ההכשר.

### שיטות וחומרים

#### 1. הכנת הדוגמאות:

בשר מגידול מקומי שקיבל את המנות והטיפוליים התזונתיים השונים עבר שחיטה כשרה במרבק. לאחר השחיטה הבשר יאוחסן בקירור 24 שעות בטמפ' של 0 מ"צ. לאחר הפירוק, חלק מהבשר הוכשר ע"י טיפול במלח (חלק אחר ישאר ללא טיפול) עבר חלוקה למנות, והוכנס במנות קטנות לצלחות פטרי בטמפ' נמוכה (5, 0 מ"צ) למשך 15 יום. משך תקופת האחסון, הבשר נחשף לאויר (O<sub>2</sub>) לקבלת אוקסי-מיוגלובין. בתקופה זו, נערך מעקב אחר שינויי הצבע, רמת α-tocopherol וחימצון הליפידים בשריר.

#### 2. בדיקת צבע:

בדיקת הצבע נעשתה ע"י שימוש במכשיר Minolta Chroma Meter Cr 200 אשר מדד ערכי L (בהירות)  $\pm a$  (אדום) ו-  $b$  (צהוב).

בנוסף, דוגמאות הבשר מהחלק העליון נלקחו למיצוי אוקסי-מיוגלובין וקריאת ריכוזו בהשוואה ליתר הפיגמנטים (מטמיוגלובין ודאוקסי-מיוגלובין) בספקטרופוטומטר מטיפוס HP תוך קריאה הספקטרום בין אורך גל 450-650 nm.

קביעת הריכוז של הפיגמנטים נעשתה לפי שיטה שפורסמה ע"י (10).

### 3. בדיקת חימצון ליפידים נעשתה בשתי שיטות:

א. בדיקת TBA-RC לפי שיטה שפורסמה על ידינו (21) ובדיקת דיאנים מצומצם לפי שיטה שפורסמה בעבר.

### 4. הכנת מודל מיקרוסומלי:

מיקרוסומים משריר יוכנו לפי שיטה שפורסמה על-ידינו בעבר (Kanner and Harel, 1985). לצורך המודל אוקסי-מיוגלובין הוכן לפי שיטה שפורסמה בעבר (Kanner and Harel, 1985), בעיקרון מטמיוגלובין מחזר לאוקסי-מיוגלובין המופרד מיתר המגיבים על קולונה של Sephadex-G 25.

אוקסי-מיוגלובין היוגב עם ובלי מיקרוסומים בתוספת של מגיבים אנדוגנים המזרזים או מעכבים את ריאקציות חימצון הפוספוליפידים הממברנליים.

מעקב מתמיד יערך על שינוי האוקסי-מיוגלובין וחימצון הליפידים, בנוסף נבחן במודל זה השפעת pH, טמפרטורה, אור, פראוקסידנטים ואנטיאוקסידנטים על יציבות הפיגמנט.

### 5. בדיקת $\alpha$ -tocopherol:

השיטה פותחה על ידינו לקבלת מירב המיצוי ויציבות הויטמין. דוגמאות הבשר הוקפאו ב-20°C באריזות ואקום. לאחר 24 שעות הדוגמא יובשה בהקפאה. לאחר היבוש,  $\alpha$ -tocopherol מוצה מהרקמה (500 מג') בעזרת אתנול (4 מ"ל) המכיל 1% BHT ע"י הימלוג בעזרת הומוגניזר רקמות מטפלון. ההומגנט עבר צנטריפוגה ב-500 ע"ג-4 מ"צ למשך 15 דקות. התרחיף עבר סינון דרך ממברנה  $0.2 \mu$  ו- $20 \mu$  עברו הזרקה ל-HPLC (LKB Brome) לקולונה Merck Lichrom art RP-18  $125-4 \mu$  והרצה ע"י תמיסה איסוקרטית של מתנול (1 ml/min), וזיהוי ע"י דטקטור ספקרופלואורומטרי (Jasco FP 210) עם הקרנת אור ב-290 nm ובליעת ההחזר ב-329 nm. התוצאות יחושבו מתוך עקומת סטנדרט של  $\alpha$ -tocopherol. שיטה זו נבחנה והשוותה לשיטה שפורסמה בעבר ע"י Burton et al (5) ונמצאה כמתאימה ביותר (19).

## תוצאות

### שנה א'

בשנה הראשונה בנינו מודל להבנת חימצון אוקסימיוגלובין שהיה מבוסס על נוכחות מיקרוסומים, יוני ברזל, חומצה אסקרבית ואוקסי-מיוגלובין. המודל הראה כי חימצון אוקסימיוגלובין נמצא בתלות בחימצון הליפידים הממברנליים. יוני ברזל חופשיים אשר מעודדים

את חימצון הליפידים מזרזים חימצון האוקסי-מיוגלובין. בניסויים התזונתיים נמצא כי תוצאות משמעותיות בעיכוב תהליך חימצון האוקסי-מיוגלובין מקבלים כאשר רמת הויטמין במנה לפנות 4 גר' לראש.

#### שנה ב'

בשנה השנייה הניסוי התזונתי היה מורכב ממנה של 4 גר' לראש 100 יום לפני השחיטה. בניסיון השתתפו עגלים שקבלו שתי מנות בסיסיות שוות, להוציא אחת המנות שהכילה רמה גבוהה של חומצות שומניות רב-בלתי-רוויות, אשר התקבלה כתוצאה מההאבסה בגרעיני פשתן. נמצא כי קליטת ויטמין E והעברתו לממברנות יחסית מהירה ותוך כ- 20 ימי הזנה מקבלים רמת ויטמין E בממברנות של כדוריות הדם הרמה השווה כמעט לזו של השריר בסוף תקופת ההזנה. נמצא כי תוספת ויטמין E כ- 100 יום לפני השחיטה ברמה של 4 גר' לראש לינס, שיפרה בצורה מאד משמעותית יציבות הצבע בבשר, בפרט וחיי המדף של הבשר המוכשר, בצורה משמעותית טוב יותר מהביקורת המוכשרת. הממצאים הראו כי ויטמין E משפר בצורה ניכרת את יציבות הצבע בבשר מוכשר. כמו כן נמצא מתאם גבוה בין מידת הירידה בצבע הבשר ותהליך חימצון הליפידים. נראה כי חימצון הליפידים בבשר, בדומה לממצאים שמצאנו במודל משפיעים מאד על יציבות הצבע של הבשר.

#### שנה ג'

##### רמת ויטמין E בכדוריות אדומות

תזונת העגלים בתוספת ויטמין E העלתה את רמת הויטמין בכדוריות הדם תוך כ- 30 יום לרמה שהיתה גבוהה מזו שהיתה לאחר 60 ו- 90 יום - זאת כנראה כתוצאה מגדילת העגל והמשך התזונה ברמה של 4 גר' לראש. השנה, בשונה משנה שעברה ס"ה הרמה בכדוריות הדם היתה גבוהה יותר (ציור 1).

##### רמת ויטמין E ברקמות השריר

נמצא הבדל ניכר בין רמת ויטמין E בשריר מעגל שניזון בתזונה גבוהה של הויטמין לעומת קבוצת הביקורת (ראה טבלה 1). בטבלה 1 נראה כי בתזונה עודפת של ויטמין E רמתו הגיעה בשריר בזמן השחיטה לרמה של  $6.5 \mu\text{g/gr}$  ובקבוצת הביקורת רק ל-  $2.5 \mu\text{g/gr}$ . בניסוי המקביל, בקבוצת העגלים שקיבלו תזונה עתירה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות נמצא, כי ישנה עליה באגירת ויטמין E בשריר לערך של  $7.5-7 \mu\text{g/gr}$ . עליה זו יתכן ונגרמת כתוצאה מהעשרה נוספת בויטמין דרך התזונה בגרעיני פשתן או בגלל ספיגה טובה יותר בהשפעת החומצות השומניות הרב-בלתי-רוויות.

Table 1 -  $\alpha$ -Tocopherol accumulation in membrane muscle tissue

Treatment	$\alpha$ -Tocopherol (E ויטמין) $\mu\text{g/gr F.W.}$	
	-	Koshered
Control R	$2.61 \pm 0.04$	$2.51 \pm 0.02$
Vit E R	$6.51 \pm 0.15$	$6.76 \pm 0.17$
Control PUFA	$2.83 \pm 0.03$	$2.55 \pm 0.03$
Vit E PUFA	$7.07 \pm 0.17$	$7.80 \pm 0.18$

בציור 2 אפשר לראות כי קצב שינוי הצבע מאדום לחום היה מהיר יותר בבשר העגלים שקיבלו תזונה עתירה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות. בדרך כלל הבשר מעגלים אשר קיבלו תוספת ויטמין E היה יותר יציב לשינויי הצבע מבשר הביקורת, אך ההבדלים ביניהם לא היו גדולים. לאחר 16 ימי אחסון ב-4 מ"צ, הבשר מקבוצת הביקורת ללא ויטמין E ברמה גבוהה הראה ירידת צבע של כ-6% לעומת זה שקיבל תוספת ויטמין. ס"ה בתקופת הניסוי הבשר היה יחסית יציב לשינויי צבע. בניגוד, הבשר שקיבל טיפול המלחה כנדרש בתהליך ההכשרה, ולא קיבל תוספת ויטמין E היה רגיש מאד לשינויי צבע. שינויי הצבע הבולטים ביותר נמצאו בקבוצת העגלים שקיבלו תוספת הזנה בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות. במקרה זה הירידה בצבע התבטאה כבר לאחר ההמלחה ותוך 10 ימי אחסון היתה ירידת צבע של יותר מ-60%, בהשוואה לצבע המקורי. הצבע בבשר קבוצת הביקורת על תזונה רגילה לעבר הכשרה, ירד בצורה יותר מתונה ולאחר 10 ימי אחסון נרשמה ירידת צבע של כ-30%. לעומתם, הבשר מקבוצת העגלים שקיבלו תוספת ויטמין E הראה יציבות צבע יחסית טובה מאד והירידה בצבע ב-10 ימי אחסון לא עלתה על 6-5%.

#### השפעת תוספת ויטמין E וטיפול ההמלחה על חימצון ליפידים

רקמת השריר עברה חיתוך לפרוסות בגודל 2 ס"מ ובעובי של 1 ס"מ והוכנסו לתוך צלחות פטרי ואחסון ב-4 מ"צ. כל כמה ימים דוגמאות הוצאו לבדיקת חימצון ליפידים במבחן TBARS. התוצאות מצביעות על כך ששריר שקיבל תוספת ויטמין E היה בצורה משמעותית יציב יותר גם לחימצון ליפידים. המלחת השריר כתוצאה מתהליך הכשרות גורמת להאצת תהליך החימצון. תוספת ויטמין E בתזונת העגלים אשר העלתה את רמת ויטמין E ברקמות השריר גרמה לעיכוב תהליך החימצון גם בשריר שעבר תהליך של המלחה (ראה ציור 4). חזרנו על הניסוי התזונתי הקודם פעם נוספת. במקרה זה היתה תוספת בתזונת העגלים של שמנים רב-בלתי-רוויים, ויציבות

הרקמות לחימצון היו בכל הטיפולים פחות טובים. הדבר נובע כנראה מרמות גבוהות יותר של חומצות שומניות רב-בלתי-רוויות, בממברנות של רקמת השריר בהשוואה לניסוי עם עגלים בתזונה רגילה (ציור 5).

#### שינויים ברמת ויטמין E ברקמת השריר במהלך האחסון

נמצא כי ברקמת שריר מקבוצת הביקורת על תזונה רגילה או בתזונה על רמה גבוהה של חומצות שומניות רב-בלתי-רוויות, במידה ולא ממליחים את הבשר, רמת הויטמין נשארת כמעט קבועה, באחסון בקירור לטווח קצר, 10 ימים.

לעומת זאת, המלחת הבשר גורמת להאצת חימצון הויטמין בכל קבוצות ההזנה וזאת כנראה כתוצאה מהגברת תהליך חימצון הליפידים. כידוע, ויטמין E במנה גבוהה, מנע חימצון הצבע והליפידים בשריר, אך תוך כדי פעולה זו הוא עצמו התחמצן. רמת חימצון הויטמין בהשוואה לביקורת היתה הגבוהה ביותר בקבוצת הביקורת על תזונה ברמה גבוהה של חומצות שומניות רב-בלתי-רוויות, ציור 6.

#### דיון

קליטת ויטמין E והעברתו לממברנות נעשית יחסית מהר, ותוך כ- 30 יום מגיעה לרמה הגבוהה ביותר בכדוריות האדומות. אין לנו עדיין ידע באם המצב דומה ברקמת השריר. מסיבה זו השארנו את ההזנה לכ- 90 יום לפני השחיטה במטרה להיות בטוחים כי מקבלים רמה גבוהה של הצטברות ויטמין E בממברנות שבשר. נראה עם זאת כי ניתן לקבל תוצאות טובות כבר עם הזנת עגלים 60 יום לפני השחיטה. הממצאים שלנו מראים כי ניתן לחסוך במתן הויטמין בכ- 60 יום או ב- 50% מהזמן והויטמין.

מתן ויטמין E לעגלים לפני השחיטה נמצא כטיפול אשר מונע חימצון צבע הבשר לאחר הכשרה. תוספת זו נדרשת בכדי לשמור את הבשר המוכשר מספר ימים נוספים בקירור ולאפשר שיווקו ללא ירידה באיכות.

הממצאים מראים כי הירידה בעוצמת הצבע הינה תהליך אשר נגרם כתוצאה מחימצון ליפידים. נמצא כי תזונה עודפת בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות, אשר האיצה את חימצון הליפידים בגלל העליה ברמה החומצות השומניות בממברנות השריר השפיעה במקביל על ירידה חזקה יותר בצבע המוצר.

תוספת ויטמין E, כ- 60-70 יום לפני השחיטה, ברמה של 4 גר' לראש/ליום תשפר בצורה משמעותית יציבות הצבע בבשר טרי המאוחסן בקירור.



## סיכום עם שאלות מנחות:

1. מטרת המחקר לתקופת הד"ח תוך התייחסות לתוכניות העבודה
מטרת המחקר היתה לבחון באיזו מידה ניתן ע"י הגדלת רמת ויטמין E במנת המזון לשפר את יציבות הצבע של הבשר באחסון מקורר. דגש מיוחד הושם לבחון את היכולת של ויטמין E למנוע את האצת השינויים בצבע הבשר לאחר המלחתו בתהליך ההכשר.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הד"ח
עגלים בקבוצות של לפחות 10 ראשים חולקו ל- 2 קבוצות ביקורת. קבוצה שקבלה תזונה רגילה וקבוצה שקיבלה תוספת של מזון עתיר חומצות שומניות (פישתן) ו- 2 קבוצות דומות, אך קיבלו בנוסף ויטמין E ברמה של 4 גר' ליום לראש. תזונת העגלים נמשכה 90 יום. לאחר השחיטה הבשר אוחסן ב- 4 מ"צ. מתצית הדוגמאות עברו הכשרה במלח. בדקנו שינויים בצבע, תהליכי חימצון, רמת ושינויים בויטמין E.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו
המלחה גורמת להאצת השינויים בצבע הבשר ובתהליכי חימצון הליפידים. תזונה ברכיבים עתירים בחומצות שומניות רב-בלתי-רוויות גורמים להאצת השינויים בצבע ובתהליכי החימצון. תוספת ויטמין E ברמה של 4 גר' ליום לראש כ- 60 יום לפני השחיטה תשפר בצורה מאד משמעותית יציבות הצבע וחיי המדף של המוצר הטרי באחסון בקירור.
4. הבעיות שונתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן
אין עדיין ממצאים ברורים ליחסי הגומלין שבין העליה ברמת ויטמין E בממברנות של כדוריות דם אדומות לבין רמת הויטמין בשריר. במידה והתמונה מקבילה, אזי ניתן לקצר את ההזנה בויטמין E ל- 30 יום בלבד לפני השחיטה. יש צורך לבחון נתון אפשרי זה וע"י כך לחסוך במתן הויטמין ב- 50%.
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הד"ח - יש לפרט:
ניתנה הרצאה במסגרת יום עיון של אירגון מגדלי הבשר בגינוסר בתאריך 21.6.99.

## References

1. Acton, J.C. (1986) Protecting color in fresh processed meats. 28th Annual Meat Science Institute, U. of Georgia.
2. Arnold, R.N., Scheller, K.K., Arp, S.C., Williams, S.N., and Schaefer, D.M. (1993) Dietary alpha tocopherol acetate enhances beef quality in Holstein and beef breed steers. *J. Food Sci.* 58: 28.
3. Asghar, A., Lin, C.F., Gray, J.L., Buckley, D.L., Booren, A.M. and Flegal, C.J. (1990) Effect of dietary oils and alpha tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. *J. Food Sci.* 55: 46.
4. Brantley, R.E., Smerdon, S.J., Wilkinson, A.J., Singleton, E.W. and Olson, S.O. (1993) The mechanism of autooxidation of myoglobin. *J. Biol. Chem.* 268: 6995.
5. Burton, G.W., Webb, A. and Ingold, K.V. (1985) A wild, rapid and efficient method of lipid extraction for use in determining vitamin E lipid ratios. *Lipids*, 20: 1.
6. Chan, K.M. and Decker, E.A. (1994) Endogenous skeletal muscle antioxidants. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34: 403.
7. Chen, C.M., Huffman, D.L., Egbert, W.R. and Smith, R.C. (1992) Oxidation of purified myoglobin: effect of pH, sodium chloride, sodium tripolyphosphate and binders. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1767.
8. Chow, C.J. (1991) Relationship between the stability and autooxidation of myoglobin. *J. Agric. Food Chem.* 39: 22.
9. Decker, E.A. and Faraji, H. (1990) Inhibition of lipid oxidation by carnosine, *JOAC*, 67: 650.
10. Faustman, C., Cassens, R.G., Schaefer, D.M., Buege, D.R., Williams, S.N., Sheller, K.K. (1989) *J. Food Sci.* 54: 858.
11. Fenton, H.J.H. and Jackson, H. (1988) The oxidation of polyhydric alcohols in the presence of iron. *J. Chem. Soc. (London)* 75: 1.
12. Govindarajan, S. and Hultin, H.O. (1997) Myoglobin oxidation in ground beef. Mechanistic studies. *J. Food Sci.* 42: 571.

13. Haber, F. and Weiss, J. (1934) The catalytic decomposition of hydrogen peroxide by iron salts. *J. Proc. Royal Soc. London (A)* 147: 332.
14. Harel, S. and Kanner, J. (1985) Hydrogen peroxide generation in ground muscle tissues. *J. Agric. Food Chem.* 33: 1186.
15. Harel, S., Salan, M.A. and Kanner, J. (1988) Iron release from metmyoglobin, methemoglobin and cytochrom c by a system generating hydrogen peroxide. *Free Rad. Res. Comms* 5: 11.
16. Hogg, N., Rice-Evans, C., Darley-Usmar, V., Wilson, M.T., Paganga, G., and Bourne, L. (1994) The role of lipid hydroperoxides in the myoglobin-dependent oxidation of LDL. *Arch. Biochem. Biophys.* 314: 39.
17. Kanner, J. (1992) Mechanism of non-enzymatic lipid peroxidation in muscle foods. In: *Lipid Oxidation in Food*. St. Angelo, A.J., Ed, ACS Symposium Series 500, Wash., D.C.
18. Kanner, J. (1994) Oxidative processes in meat and meat products; quality implications, *Meat Science* 36: 169.
19. Kanner, J. Miller, D.D., Bartov, I., Harel, S. Effect of dietary iron on lipid peroxidation of muscle food. BARD Final Report IS-1644-89C - 1995.
20. Kanner, J., German, J.B. and Kinsella, J.E. (1987) Initiation of lipid peroxidation in biological systems, *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 25: 317.
21. Kanner, J., Hazan, B. and Doll, L. 1991b. Catalytic "free" iron" ions in muscle foods. *J. Agric. Food Chem.* 36: 412.
22. Kanner, J., Salan, M.A., Harel, S., Shegalovich, I. (1991a) Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl *J. Agric. Food Chem.* 39: 1017.
23. Kanner, J. and Harel, S. (1985) Initiation of membranal lipid peroxidation by activated metmyoglobin and methemoglobin. *Arch. Biochem. Biophys.* 237:
24. Lanari, M.C., Cassens, R.G., Shaefer, D.M., Scheller, K.K. (1993) Dietary vitamin E enhance color and display life of frozen beef from Holstein steers. *J. Food Sci.* 58: 701.
25. McDonald, R.E., Kelischer, S.D. and Hultin, H.O. (1979) Membrane lipid oxidation in microsomal fraction of red hake muscle. *J. Food Biochem.* 3: 125.

26. Reneree, M. (1990) Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int. J. Food Sci. Technol.* 25: 613.
27. Satoh, Y. and Shikama, K. (1981) Autooxidation of oxymyoglobin. *J. Biol. Chem.* 256: 10272.
28. Somashekaraiah, B.V., Padmala, K. and Prasad, A.R.K. (1992) Lead-induced lipid peroxidation and antioxidant defense components of developing chick embryos. *Free Rad. Biol. and Med.* 13: 107.
29. Thomas, J.P., Kalyanaraman, B. and Girotti, A.W. (1994) Involvement of preexisting lipid hydroperoxides in cuprous copper stimulated oxidation of low density lipoprotein. *Arch. Biochem. Biophysics* 315: 244.
30. Tyrell, R.M. (1991) UVA (320-380 nm) radiation as an oxidative stress In: *Oxidative Stress, Oxidants and Antioxidants*, Sies, ed., Academic Press, London. p. 57.
31. Wallace, W.J., Houtchens, R.B., Maxwell, J.C. and Caughey, W.S. (1982) Mechanism of autooxidation for hemoglobins and myoglobins. *J. Biol. Chem.* 257: 4966.
32. Waterman, M.R. (1978) Spectral characterization of human hemoglobin and its derivatives, In: *Methods in Enzymology*, V. LII. Biomembranes, Fleischer, S. and Packer, L., eds., Academic Press, N.Y. p. 456.
33. Weiss, J.J. (1964) Nature of the iron oxygen bond in oxyhaemoglobin, *Nature* 202: 83.
34. Yin, M.C. and Faustman, C. (1993) Influence of temperature, pH and phospholipids composition on the stability of myoglobin and phospholipids: a liposome model. *J. Agric. and Food Chem.* 41: 853.

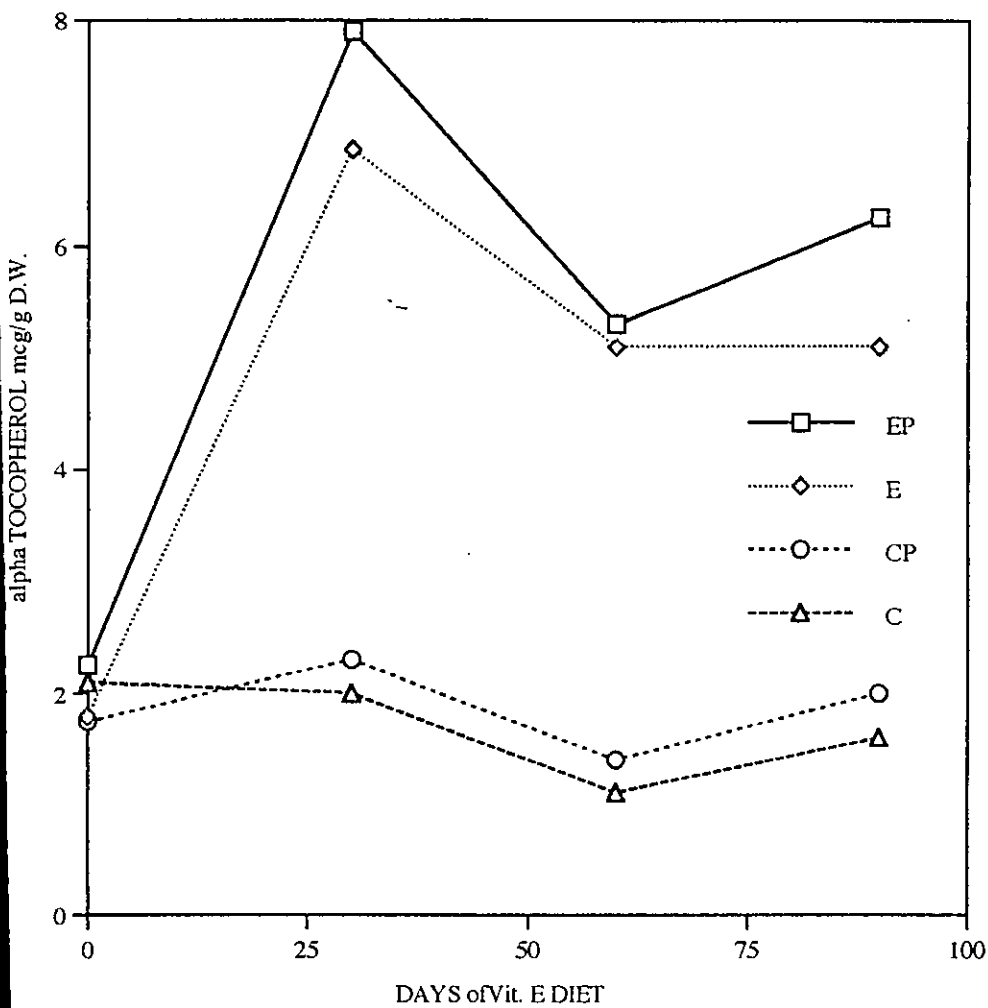


Fig.1. Accumulation of alpha TOCOPHEROL in red blood cells of calves receiving Vit. E in their feed over a period of 90 days  
C=Control, E=Vit. E added to feed, P=PUFA added to feed

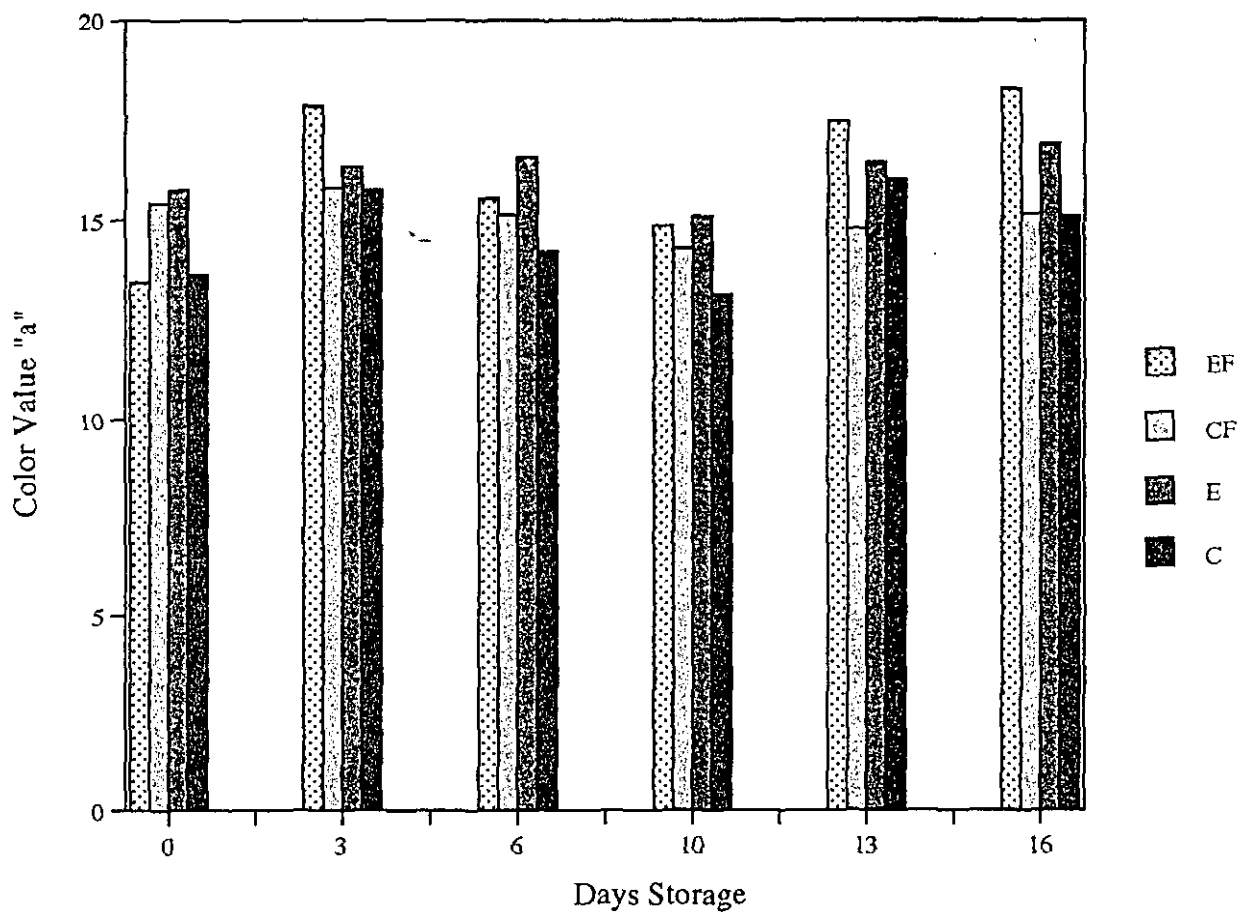


Fig. 2. Color Values with storage, in Longissimus dorsi muscle of calves fed diets with added Vit. E (E) and flax seed (F)

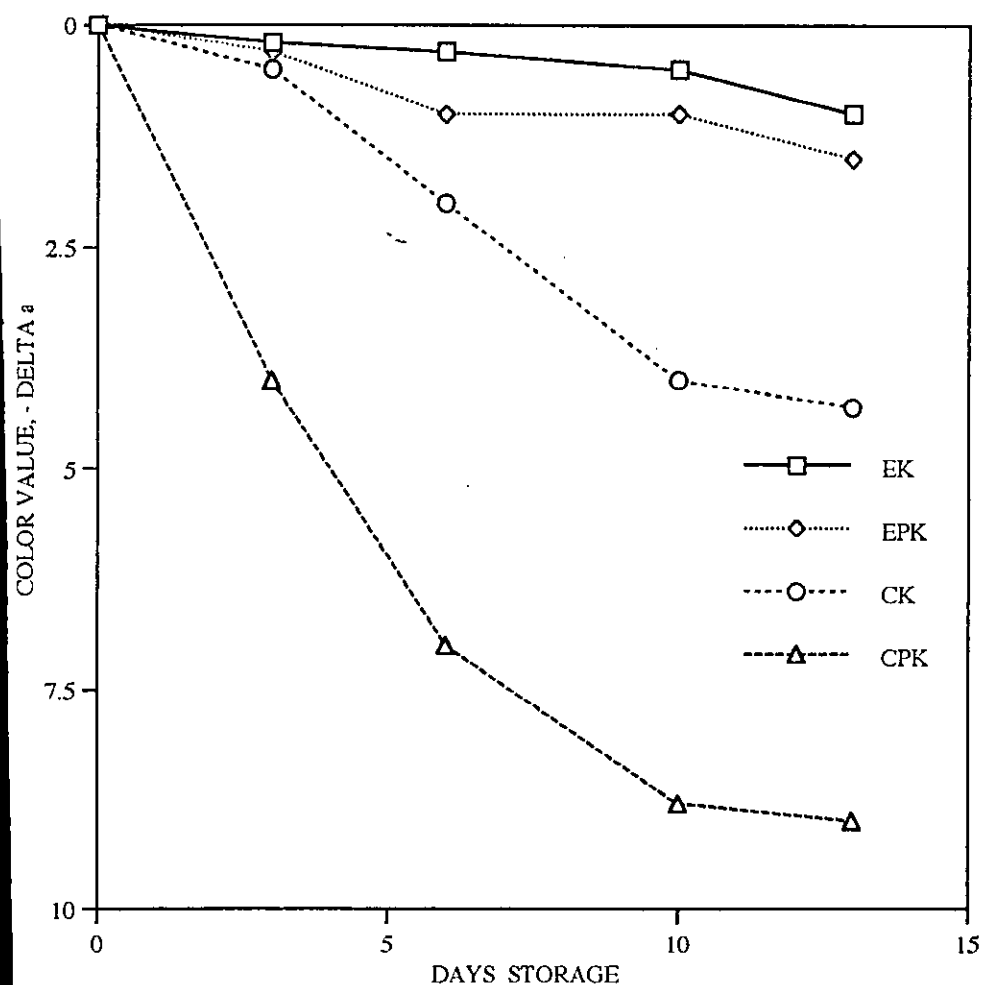


Fig. 3. Degredation of color value of LD muscle tissue at 4C.  
 E=Vit. E addedto feed, P= PUFA added to feed, C= Control,  
 K= Koshered

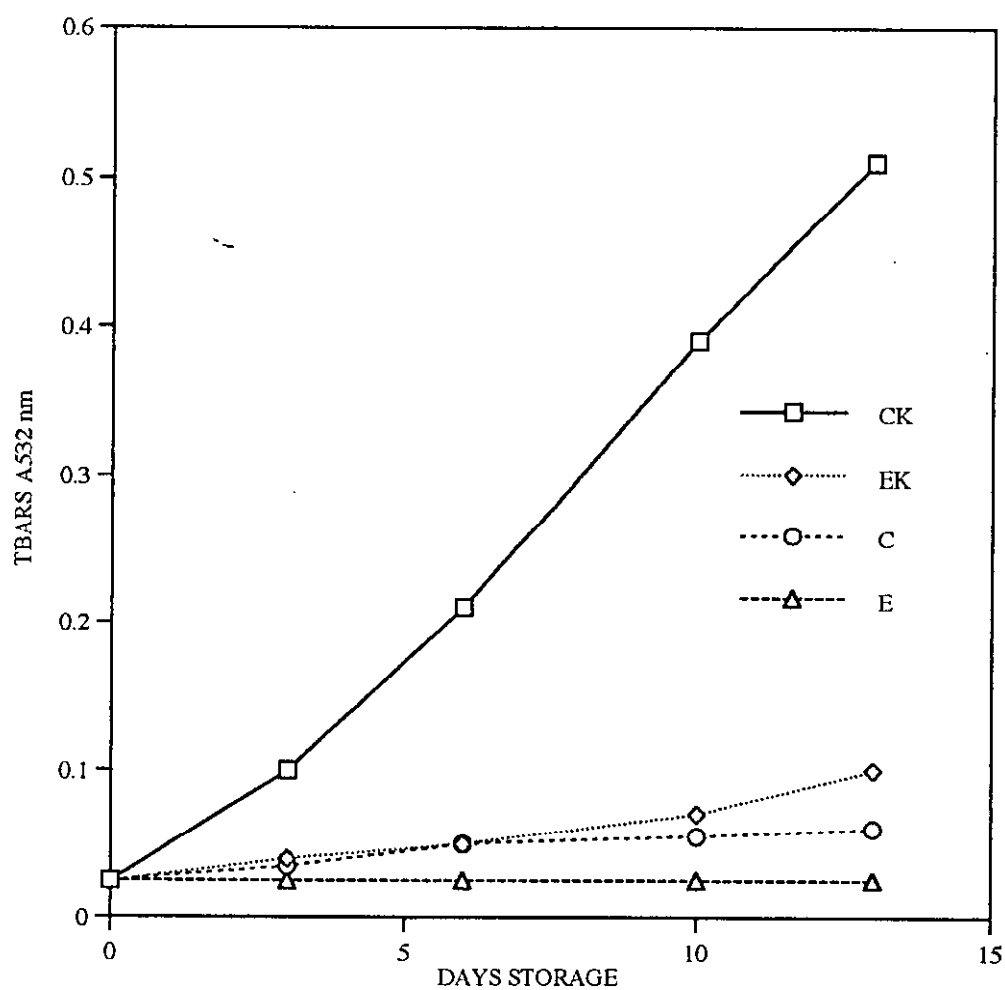


Fig.4. Lipid proxidation of calf L.D. muscle tissue at 4C.  
C=Control, K=Koshered,E=Vit.E added to feed



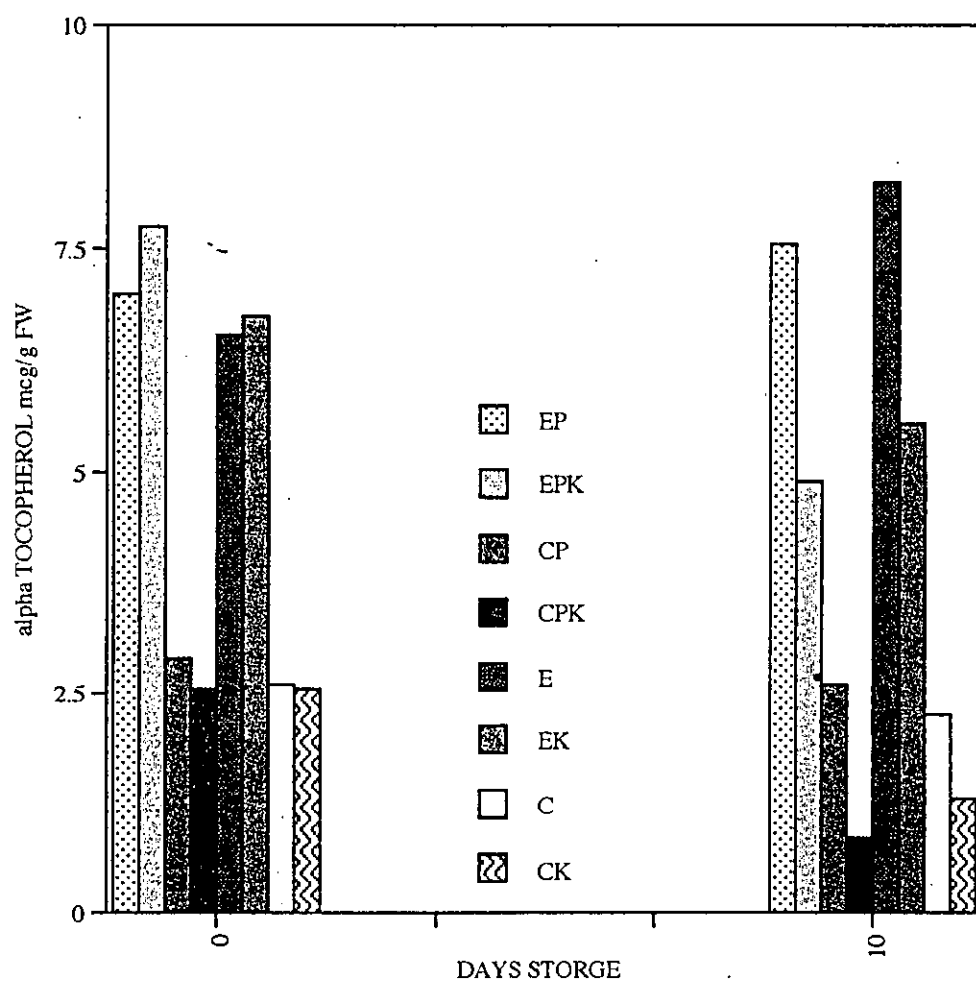


Fig. 6. alpha TOCOPHEROL in LD tissue at 0 and 10 days storage  
C=Control, K=Koshered, E=Vit. E added to feed, P=PUFA