



2000-2002

תקופת המחקר:

416-0471-02

קוד מחקר:

**Subject:** RED MEAT CONTAINING HIGH LEVEL OF ANTIOXIDANTS. (HEALTHY RED MEAT).

**Principal investigator:** JOSEPH KANNER

**Cooperative investigator:** YOAV AHARONI, BEZALEL AKIRI, HOLZER ZVI, ORLOV ALLA, , RINA GRANIT,

**Institute:**

**שם המחקר:** שיפור איכות בשר בקר מגידול מקומי בהיבט הבריאותי.

**חוקר ראשי:** יוסף קנר

**חוקרים שותפים:** יואב אהרוני, בצלאל אקירי, צבי הולצר, אלה אורלוב, סם אנגיל, רינה גרניט, פרננדו ברקוביץ

**מוסד:**

### תקציר

1. הצגת הבעיה: בשר בקר בדומה לרקמות שריר מבעלי חיים אחרים נוטים לעבור תהליכי חימצון אשר גורמים לפגיעה בצבעו, טעמו וערכו התזונתי. מוצרי החימצון נמצאו כגורמים אטרוגניים המזרזים את תהליך האטרוסקלורוסיס בחיות מודל ומשערים כי התהליך דומה באדם.
2. מהלך ושיטות עבודה: 18 עגלים חולקו ל- 3 קבוצות. מלבד קבוצת הביקורת, העגלים קיבלו שתי רמות של ויטמין E: 4 ו- 6 גר' לראש למשך 45 ו- 75 יום לפני השחיטה. רמת הויטמין נמדדה בכדוריות דם אדומות ובשריר. הבשר הטרי והמחומם עבר אחסון ב- 4 מ"צ. חימצון הליפידים נמדד ע"י הצטברות הידרופראוקסידים ומלודיאלדהיד.
3. תוצאות עיקריות: תזונה עודפת בויטמין E מצליחה להקטין את קצב החימצון של בשר מבושל באחסון מקורר. נמצא כי מתן 6 גר' לראש ל- 45 ו- 75 יום לפני השחיטה מנע לחלוטין הצטברות הידרופראוקסידים בבשר מבושל למשך יום ב- 4 מ"צ. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין מתן 6 גר' לראש 45 או 75 יום לפני השחיטה.
4. מסקנות והמלצות: מתן תוספת ויטמין E מסוגל למנוע תהליכי חימצון לא רק בבשר טרי אלא גם בבשר מבושל, אך לתקופה קצרה. נראה כי ניתן לשפר את היציבות של הבשר לתהליכי חימצון אם הצטברות הויטמין בשריר תהיה גבוהה יותר. אין להפסיק מתן הויטמין ימים אחדים לפני השחיטה, מאחר וישנה נפילה בריכוז הויטמין בשריר. צריכים לבחון את יעילות הטיפול לבשר מוכשר. בעתיד נבחן פעולה סינרגיסטית בין מתן ויטמין E וטיפול באנטיאוקסידנטים פוליפנולים.

א. דו"ח לתכנית מחקר מסי 416-0471-02

## שיפור איכות בשר בקר מגידול מקומי בהיבט הבריאותי

### "Healthy" Red Meat

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

יוסי קנר, טכנולוגיה של מזון, בית דגן  
סם אנג'ל, טכנולוגיה של מזון, בית דגן  
רינה גרניט, טכנולוגיה של מזון, בית דגן  
בצלאל אקירי, טכנולוגיה של מזון, בית דגן  
צבי הולצר, בקר לבשר, נוה-יער  
יואב אהרונים, בקר לבשר, נוה-יער  
אלה אורלוב, בקר לבשר, נוה-יער

Joseph Kanner, Food Science, Volcani Center, P.O.B. 6 Bet-Dagan 50250

E-mail: [vtkanner@agri.gov.il](mailto:vtkanner@agri.gov.il)

Sem Angel, Food Science, Volcani Center, P.O.B. 6 Bet-Dagan 50250

Rina Granit, Food Science, Volcani Center, P.O.B. 6 Bet-Dagan 50250

E-mail: [Granitr@agri.gov.il](mailto:Granitr@agri.gov.il)

Tzvi Holzer, Newe Ya'ar, Research Center, P.O.B. 1021, Ramat Yishay 30095

Yoav Aharoni, Newe Ya'ar, Research Center, P.O.B. 1021, Ramat Yishay 30095,

E-mail: [Yoavah@volcani.agri.gov.il](mailto:Yoavah@volcani.agri.gov.il)

Ala Orlov, Newe Ya'ar, Research Center, P.O.B. 1021, Ramat Yishay 30095

E-mail: [alaorlov@volcani.agri.gov.il](mailto:alaorlov@volcani.agri.gov.il)

יוני 2003

סיוון תשס"ג

### 2. הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן

חתימת החוקר

### 3. תקציר

הצגת הבעיה: בשר בקר בדומה לרקמות שריר מבעלי חיים אחרים נוטים לעבור תהליכי חימצון אשר גורמים לפגיעה בצבעו, טעמו וערכו התזונתי. מוצרי החימצון נמצאו כגורמים אטרוגניים המזרזים את תהליך האטרוסקלרוסיס בחיות מודל ומשערים כי התהליך דומה באדם.

מהלך ושיטות עבודה: 18 עגלים חולקו ל- 3 קבוצות. מלבד קבוצת הביקורת, העגלים קיבלו שתי רמות של ויטמין E: 4 ו- 6 גר' לראש למשך 45 ו- 75 יום לפני השחיטה. רמת הויטמין נמדדה בכדוריות דם אדומות ובשריר. הבשר הטרי והמחומם עבר אחסון ב- 4 מ"צ. חימצון הליפידים נמדד ע"י הצטברות הידרופראוקסידים ומלוודיאלדהיד.

תוצאות עיקריות: תזונה עודפת בויטמין E מצליחה להקטין את קצב החימצון של בשר מבושל באחסון מקורר. נמצא כי מתן 6 גר' לראש ל- 45 ו- 75 יום לפני השחיטה מנע לחלוטין הצטברות הידרופראוקסידטים בבשר מבושל למשך יומיים ב- 4 מ"צ. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין מתן 6 גר' לראש 45 או 75 יום לפני השחיטה.

מסקנות והמלצות: תוספת ויטמין E מסוגלת למנוע תהליכי חימצון לא רק בבשר טרי אלא גם בבשר מבושל, אך לתקופה קצרה. נראה כי ניתן לשפר את היציבות של הבשר לתהליכי חימצון אם הצטברות הויטמין בשריר תהיה גבוהה יותר. אין להפסיק מתן הויטמין ימים אחדים לפני השחיטה, מאחר וישנה נפילה בריכוז הויטמין בשריר. קיימת פעולה סינרגיסטית בין מתן ויטמין E וטיפול באנטיאוקסידנטים פוליפנולים. מומלץ על טיפול משולב של מתן ויטמין E בהזנה ולאחר שחיטה טיפולי פני שטח באנטיאוקסידנטים מקבוצות הפוליפנולים.

#### 4. רשימת פרסומים

בשלב זה אין פרסומים.

#### ב. מבוא

בשר בקר בדומה לרקמות שריר מבעלי חיים אחרים כמו הודו וחזיר נוטים לעבור תהליכי חימצון, אשר גורמים לפגיעה בצבעו, טעמו וערכו התזונתי (1). החומצות השומניות הרב בלתי רוויות הרגישות במיוחד לחימצון יוצרות בתהליך החימצון רדיקלים חופשיים, אשר מחמצנים ליפידים אחרים, חלבונים, פיגמנטים וויטמינים, תהליך הרסני אשר פוגם מאד באיכותו האורגנולפטית והתזונתית של הבשר כאחד.

הכולסטרול עובר אף הוא תהליכי חימצון מזווג וכתוצאה מכך נוצרים תוצרים מחומצנים בעת אחסון הבשר, אך במיוחד בעת הטיפול בחום ואחסון המוצר המוגמר לזמן קצר בקירור (2, 3).

מוצרי חימצון אלו והידרופראוקסידים נמצאו כגורמים אטרונגניים המזרזים את תהליך האטרוסקלרוסיס בחיות מודל, ומשערים כי התהליך דומה באדם (1, 3, 5, 6). לאחרונה, תעשיית הבשר נתקלת בבעיות של התקבלות והעדפת המוצרים ובמיוחד הבשר האדום, בגלל היותו מוצר המכיל ריכוז גבוה של שומן, כולסטרול ורמה גבוהה של ברזל אשר נמצאו מעודדים תהליכי חימצון ויצירת חומרים ציטוטוקסיים.

מטרת המחקר היתה לבחון השפעת תוספת ויטמין E בתזונה הבקר על יציבות המקטע הליפיד, בבשר טרי או מחומם ומאוחסן ב- 4 מ"צ, בשילוב עם טיפולי הבשר ע"י אנטיאוקסידנטים מקבוצת הפוליפנולים.

#### ג. פירוט הניסויים ושיטות הבדיקה

הזנת הבקר נערכה במנת פיטום רגילה לאנרגיה מטבולית של 2.8 מק"ל/ק"ג. 18 עגלים חולקו באקראי ל- 3 קבוצות בנות 6 עגלים בכל קבוצה. משכי הטיפול בויטמין E היו 45 ו-

75 יום לפני השחיטה. הקבוצה הראשונה קיבלה מנת ויטמין E בסיסית של 20 מ"ג לראש. קבוצה שניה ושלישית קיבלו 6 גר' לראש ל-45 ו-75 יום לפני השחיטה בהתאמה. מעקב אחר קליטת ויטמין E נעשה על פי בדיקת רמת ויטמין E בממברנות של כדוריות דם אדומות. בדיקות דם נערכו בזמן 0 ולאחר תקופת ההזנה של הויטמין בעודף. לאחר השחיטה, מכל ראש בקר נלקחו שני שרירים אופייניים ומכל שריר נערכו בדיקות ב-3 חזרות.

### בדיקות מעבדתיות

א. בדיקת  $\alpha$ -טוקופרול - לפי שיטה שפותחה ע"י Burton et al, 1985 (9) ונמצאה מתאימה לבדיקת רקמת שריר וכדוריות דם אדומות Kanner et al, 1995 (10).

ב. חימצון ליפידים נעשה במספר שיטות: (1) בדיקת TBARC לפי שיטה שפורסמה ע"י Kanner et al, 1991 (11); (2) בדיקת ההידרופרוקסידים לפי שיטה שפורסמה ע"י Nourooz-Zadeh et al, 1994 (12). בעיקרון הבדיקה חיזור ההידרופראוקסידים ע"י יוני ברזל. יוני הברזל המחומצן עוברים קשירה עם ריאגנט Xylenol orange היוצר פיגמנט הניתן לקריאה ב-560 nm. לפני הבדיקה ההידרופראוקסידים מופקים מרקמת השריר ע"י שיטת Folch.

### תוצאות

הצטברות ויטמין E בממברנות של תאי-הדם האדום בעגלים מקבוצת הביקורת הינה כ-  $4.0-5.0 \mu\text{g/g DW}$  ונשארת כמעט באותה רמה לאורך כל תקופת הניסוי. ממצאים דומים התקבלו בניסויי הקדמיים. לעומת זאת, בתזונה עודפת של ויטמין E (6g לעגל ליום) הצטברות ויטמין E עלתה ולאחר כ-20 יום הגיעה לרמה כמעט פי 2 מהביקורת. רמה זו עלתה במעט עד ל-50 יום. אין לנו הסבר לעליה המשמעותית שהתקבלה לאחר 75 ימי הזנה - יום לפני שחיטת העגלים (ציור 1). רמת ויטמין E בשריר העגלים בזמן השחיטה הייתה בקבוצת הביקורת כ-  $5 \mu\text{g/g FW}$  ובמטופל בויטמין E עודף כ-  $10 \mu\text{g/g FW}$ . הבדל זה משקף את התוצאות שהתקבלו מממברנות שלתאי הדם. בזמן איחסון הבשר ב-4 מ"צ ישנה ירידה משמעותית ברמת הויטמין E בקבוצת הביקורת ובמטופלים בכ-50%. הירידה המשמעותית ביותר חלה ביומיים הראשונים - תקופה המאופיינת ברמה נמוכה יותר של חימצון ליפידים - כנראה בגלל התגובה האנטיאוקסידטיבית של הויטמין (ציור 2). חתיכות בשר בגודל של 1 ס"מ<sup>2</sup> שעברו חימום למשך 40 שניות במיקרוגל אוחסנו בצלחות פטרי ב-4 מ"צ למשך 5 ימים. רמת ההידרופראוקסידים עלתה בקבוצת הביקורת בקצב מהיר והגיע מרמה של כ-  $30 \mu\text{M}$  לרמה של  $35 \mu\text{M}$ , פי 10 מרמתו ההתחלתית. הבשר שהכיל רמה גבוהה של ויטמין E נשאר ברמה נמוכה של ההידרופראוקסידים ביומיים הראשונים, תקופת הלג, ולאחר מכן הרמה עלתה בקצב נמוך מקבוצת הביקורת (ציור 3). במקביל לבדיקת העליה ברמת ההידרופראוקסידים, בדקנו חימצון הליפידים ע"י שיטת

ה- TBA-RS הרגישה לעלית מלונדיאלדהיד ואלדהידים אחרים - בדרך כלל תוצרי פירוק של הידרופראוקסידים. גם בבדיקה זו קבוצת הביקורת עלתה בקצב מהיר יותר מהקבוצה המטופלת בויטמין E שהראה תקופת לאג של יום (ציור 4). חלק מהבשר מקבוצת הביקורת והטיפול בויטמין E עבר טבילה ביינ-אדום למשך 15 דקות, לספיגת אנטיאוקסידנטים טבעיים ולאחר מכן הונח בצלחות פטרי בדומה ליתר הניסויים. הבשר שטופל ביינ-אדום נשאר ברמת חימצון נמוכה ביותר כל חמשת ימי האחסון ולא היה הבדל מובהק בין קבוצת הביקורת וזו שטופלה בויטמין E עודף (ציור 4). בשר מבושל שאוחסן משך יומיים ב- 4 מ"צ נבדק בכושר שלו לעבור המשך תהליכי חימצון בתנאי קיבה "מדומה". בתנאי קיבה "מדומה" (3.0-pH בנוכחות פפסין) ההומוגנט שהוכן מקבוצת הביקורת המשיך להתחמצן (180 דקות ב- 37 מ"צ). לעומתו הבשר בעודף ויטמין E הראה רמה נמוכה של חימצון בזמן 0 ונשאר כך גם לאחר 180 דקות הדגרה. הבשר שעבר טיפול ביינ-אדום מקבוצת הביקורת או ויטמין E הראה רמה נמוכה מאד של חימצון בזמן 0 ונשאר ללא חימצון גם לאחר 180 דקות של הדגרה (ציור 5,6). שינויים ברמת ויטמין E בהגדרת בשר במדיום של קיבה "מדומה" ניתן בציור 7.

## דיון

הזנת עגלים בויטמין E ברמה של 6 גר' ליום לעגל מאפשרת עליית רמת הויטמין בשריר, תוך זמן קצר יחסית. קצב עליית רמת הויטמין בממברנות של תאי דם אדומים מהווים מדד להחדרת הויטמין לרקמות השריר, כבר לאחר כ- 20 ימי הזנה ישנה עליה בולטת ברמת הויטמין. והיא עולה בהתמדה עד 60 ימי הזנה ויותר. בדיקות הראו כי כבר אחרי כ- 45 ימי הזנה רמת הויטמין בשריר עולה פי 2 מזו של הביקורת.

בגלל פעילותו האנטיאוקסידטיבית של הויטמין, חימצון הליפידים נמוך בשריר המכיל רמת ויטמין גבוהה,  $10\mu\text{g/g Fw}$  לעומת קבוצת הביקורת. רמת ההידרופראוקסידים נשמרת נמוכה למשך יומיים ולאחר 5 ימי אחסון ב- 4 מ"צ נשארת 50% מזו של קבוצת הביקורת.

ממצאים דומים התקבלו כאשר חימצון הליפידים נמדדה בשיטת ה- TBA.

טבילת השריר לפני האחסון ביינ-אדום שהכיל פוליפנולים ברמה של  $5000\mu\text{M}$  אקוילנט קטכין גרמה למניעת חימצון כללית למשך כל חמשת ימי האחסון. תוצאה זו התקבלה מאחר והפוליפנולים הפעילים כאנטיאוקסידנטים נספחו לרקמת השריר באיזור החיצוני הפגיע לתהליכי חימצון.

## ד. המסקנות המדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

תוספת ויטמין E ברמה של 6 גר' לעגל למשך כ- 45 ימי הזנה לפני השחיטה משבחת את הבשר והופכת אותו למוצר בטוח ברמה התזונתית בריאותית. טבילת הבשר ביינ-אדום, המכיל רמה גבוהה של אנטיאוקסידנטים יכולה לשמש כטיפול טכנולוגי המשפר את

איכות הבשר ושומר עליו בטיפולים קיצוניים כמו חימום, טיגון ואיחסון בטמפרטורות נמוכות.

### המלצות

1. להגדיל את מנת ויטמין E לראש עגל 45 יום לפני השחיטה ב- 6 גר' לעגל ליום.
2. טיפול הבשר לפני איחסונו או טיפולו הטכנולוגי באנטיאוקסידנטים טבעיים (טבילה בין אדום למשך 3 שעות לפני הצליה, בישול וכו').

### סיכום עם שאלו מנחות

#### מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכנית העבודה

הזנת עגלים בויטמין E ברמה עודפת, לקבלת מוצרי שריר בעלי יציבות לתהליכי חימצון.

#### עיקרי המיוסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

העגלים, 6 בכל קבוצה קיבלו תזונה עודפת בויטמין E 6 גר' לראש, 75 יום לפני השחיטה. נמצא כי טיפול זה שיפר את יציבות הבשר באחסון לעומת הביקורת. לעומת הביקורת שהתחמצנה מיד לאחר הטיפול בחימום, קבוצת המטופלים נשארה ללא חימצון יומיים ב- 4 מ"צ.

#### המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו

ניתן לשפר את רמת ויטמין E בבשר העגלים על-ידי מתן 6 גר' ויטמין E 40-45 יום לפני השחיטה. ויטמין E עולה בשריר לרמה שפעילותו האנטיאוקסידטיבית באה לידי ביטוי.

### הבעיות שנתגלו לפתרון

בדיקת השפעת התוספות בבשר שעבר הכשר.

### הפצת ידע

ניתנו שתי הרצאות בנושא זה. הידע יופץ בצורה דו"ח והרצאה מסכמת לסיום המחקר.

### ה. ספרות

1. Kanner, J. Meat Science. 1994. 36: 169-189.
2. Engesteth, N.J. and Gray, J.I. Meat Science. 1994. 36: 309-320.
3. Maraschiello, C., Esteve, E., Gracia-Regueriro, J.A. Lipids. 1998. 33: 705-713.
4. Kubow, S. Nut. Review. 1993. 51: 33-40.
5. Naruszewicz, M. Atherosclerosis. 1987. 66: 45-53.

6. Staprans, I., Rapp, J.H., Pau, X.M., Hardman, D.A. Feingold, K.R. *Arterioscler. Tromb. Vasc. Biol.* 1996. 16: 533-538.
7. Kanner, J. and Lapidot, T. 2001. *Free Radic. Biol. Med.* 31: 1388-1395.
8. Burton, G.W., Webb, A. and Ingold, K.V. *Lipids.* 1985. 20: 1-7.
9. Kanner, J. Frankel, E., German, B., Harel, S. BARD Project # IS 1999. 2260-93C.
10. Kanner, J. Salan, M.A., Harel, S., Shegalovich, I. *J. Agric. Food Chem.* 1991. 39: 242-246.
11. Nourooz-Zadeh, J., Tajaddini-Saramadi, J., Wolff, S.P. *Anal. Biochem.* 1994. 220: 403-403.

Accumulation of Vitamin E in red blood cells during feeding of calves

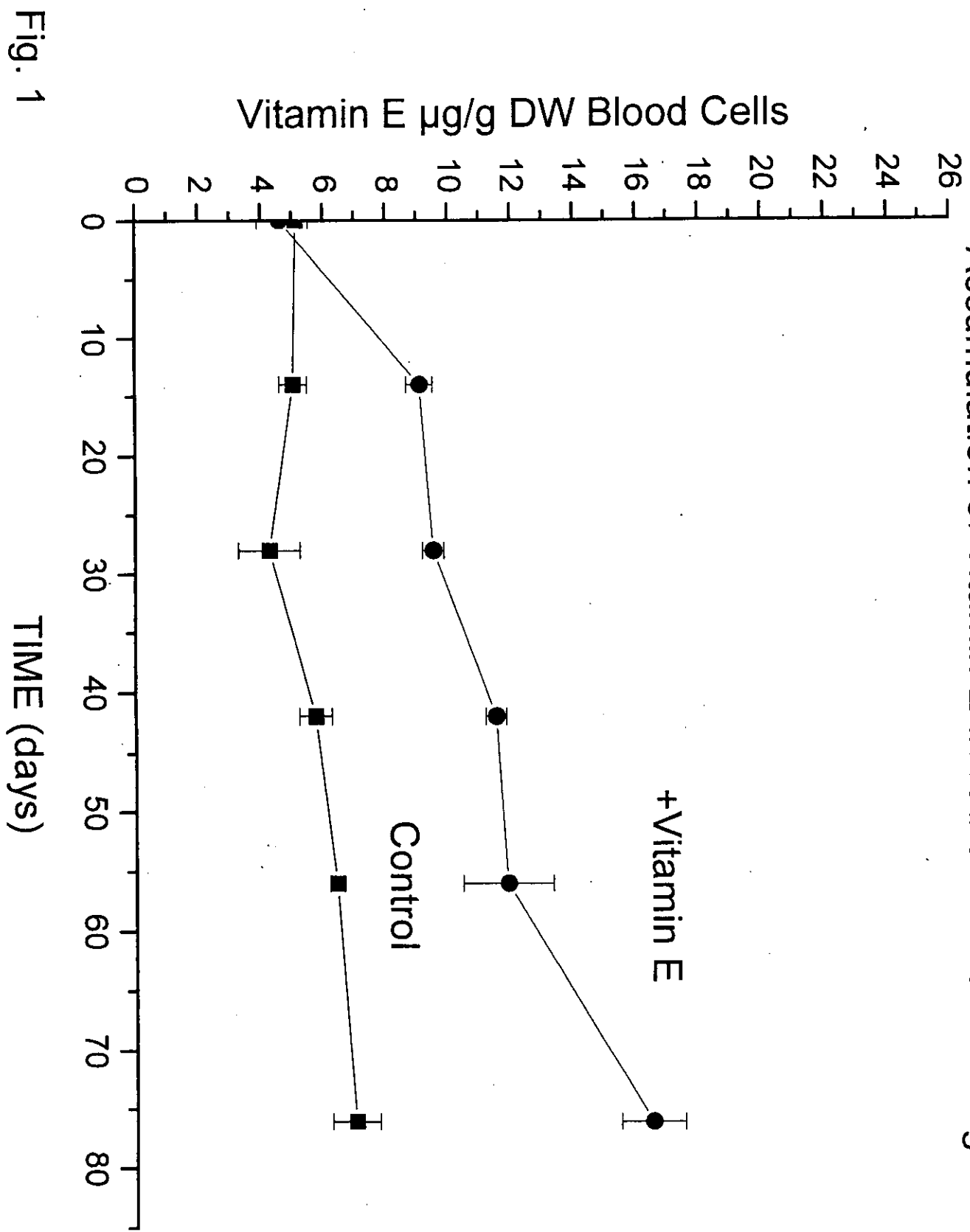


Fig. 1



# Vitamin E in Cooked Meat

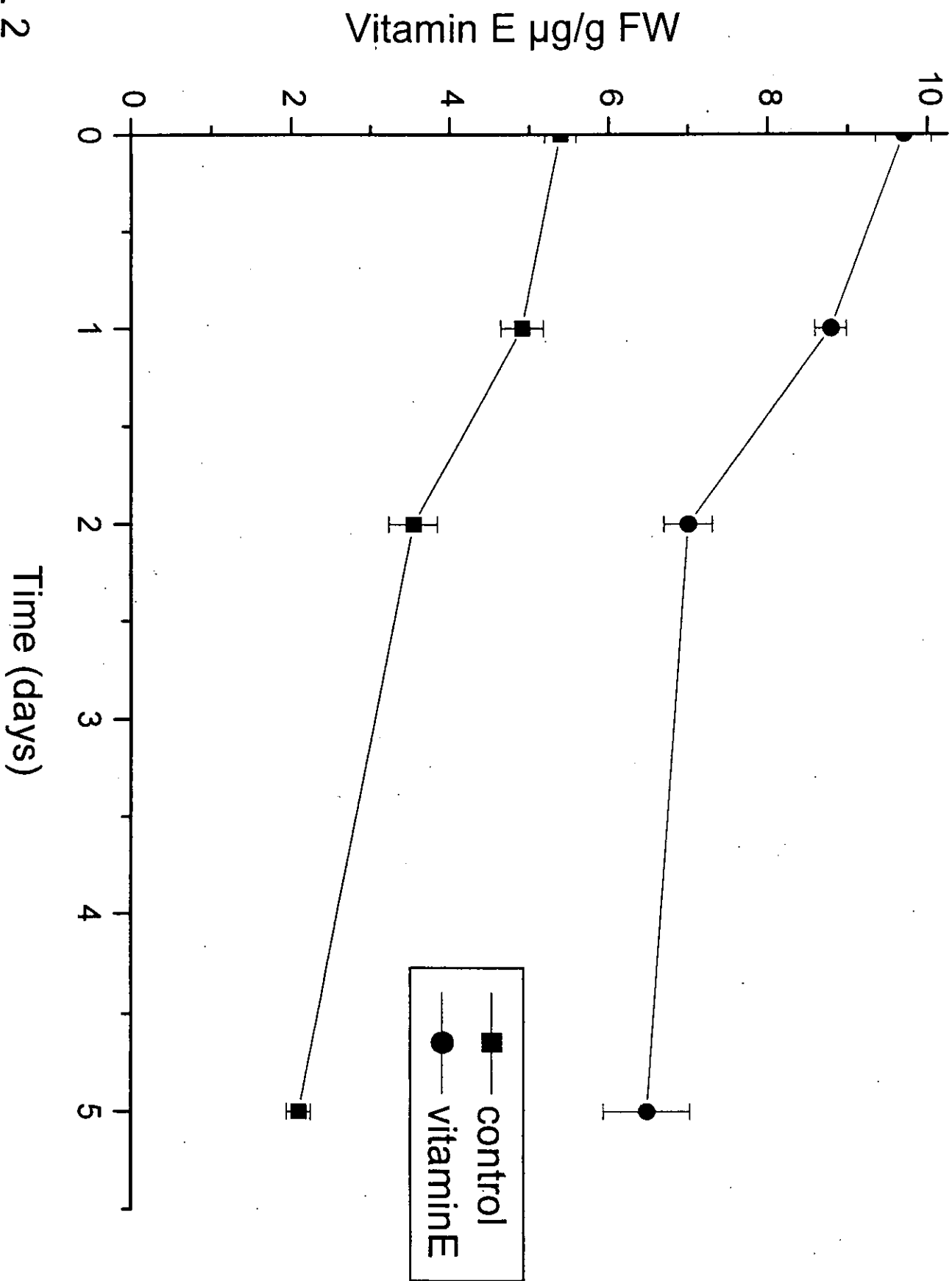


Fig. 2

# Hydroperoxides ( $\mu\text{M}$ ) in Cooked Red Meat

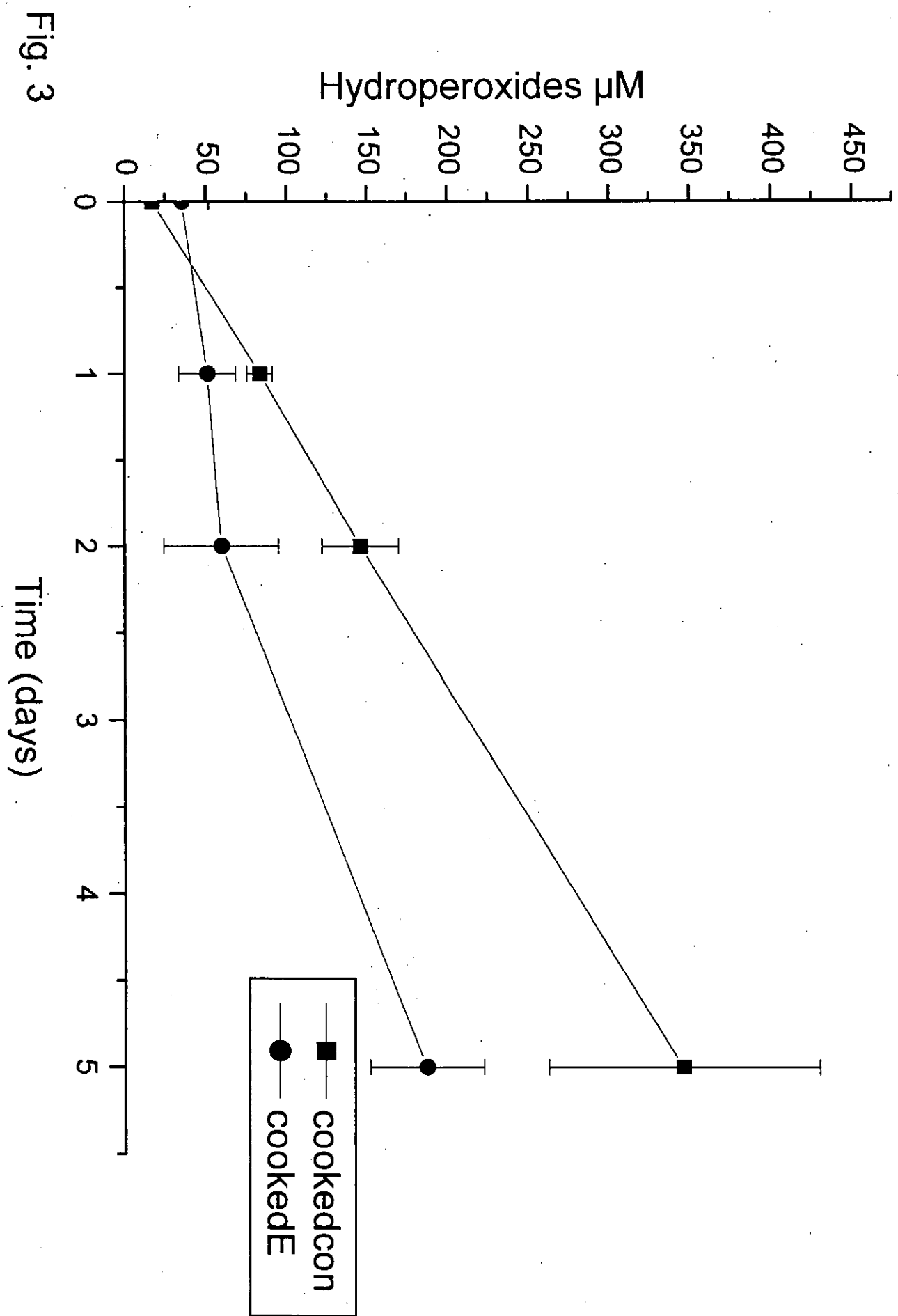


Fig. 3

# TBA in COOKED MEAT +/- RED WINE

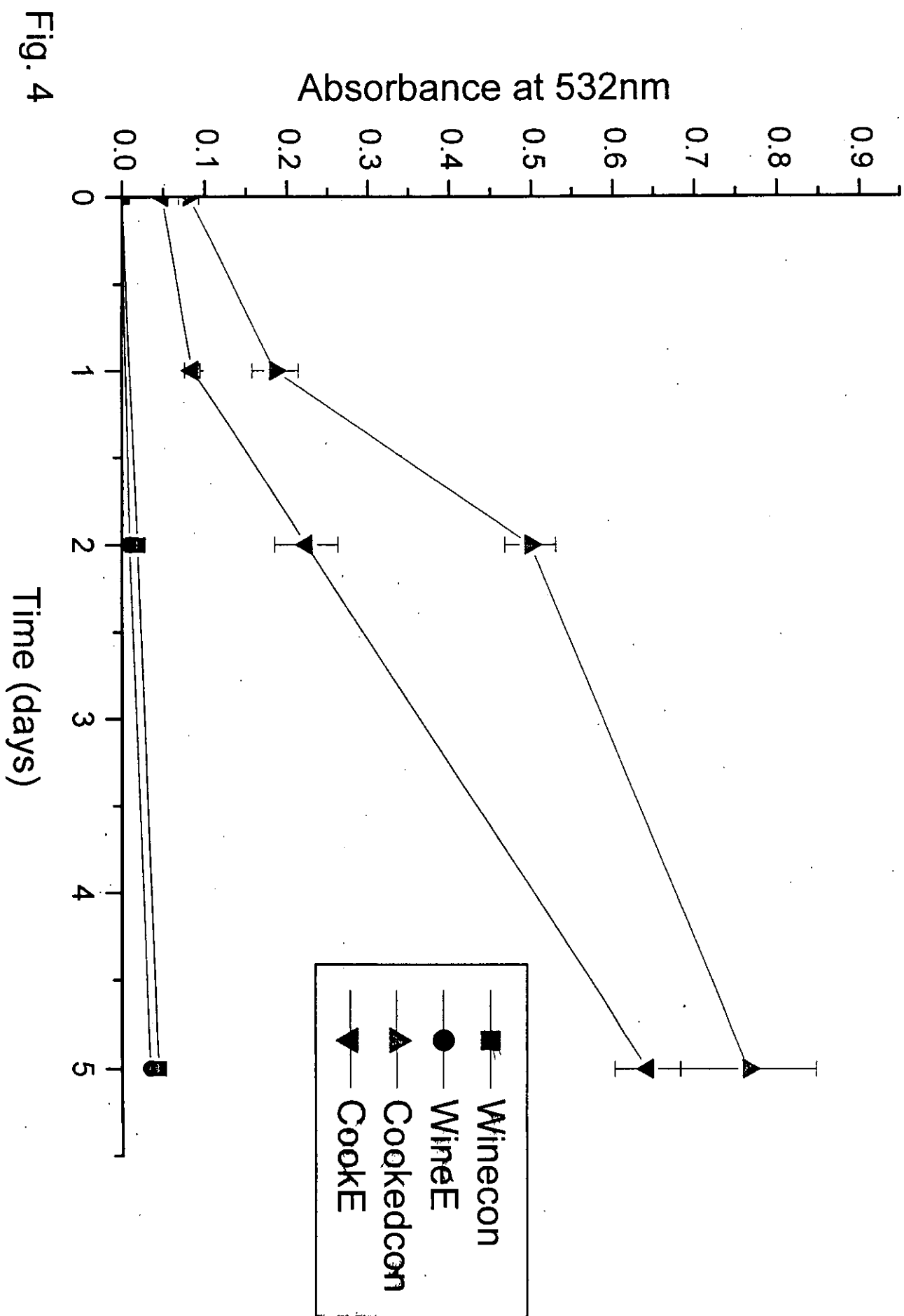


Fig. 4

# LOOH Generation in Beef Emulsion in SGF

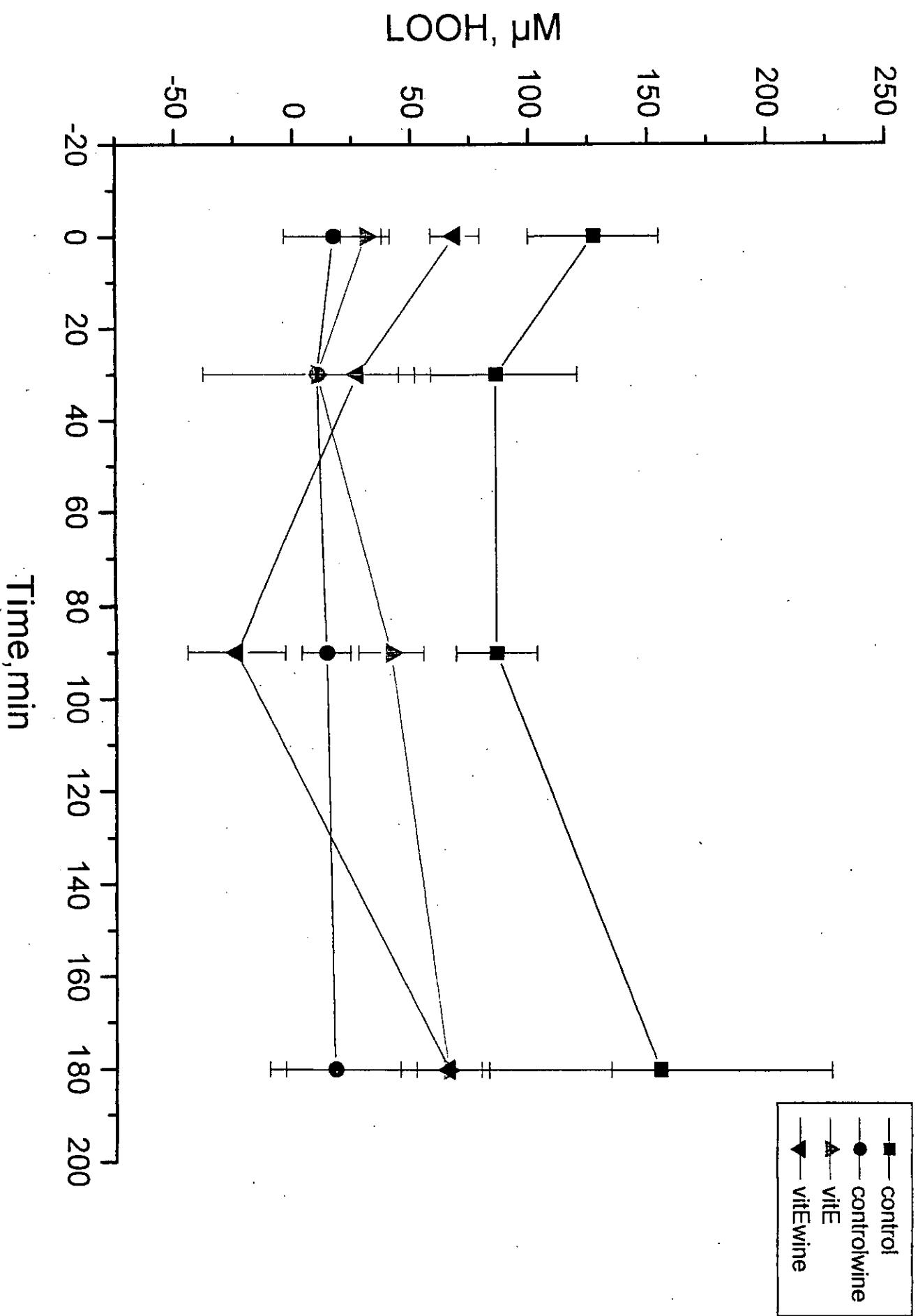


Fig. 5

# TBA-RS Generation in Beef Emulsion in SGF

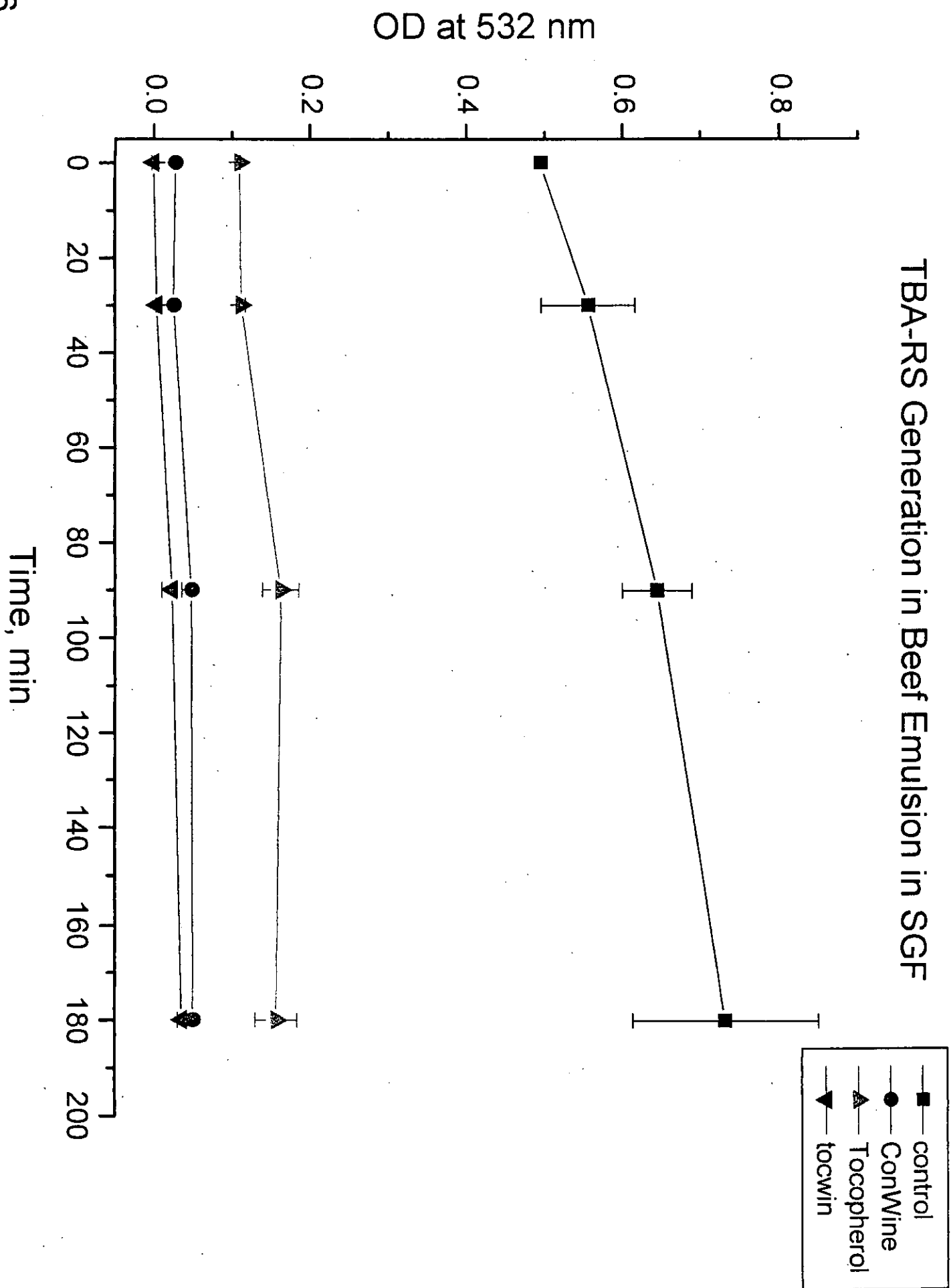


Fig. 6

# Vitamin E Co-Oxidation in Cooked Beef Emulsion in SGF

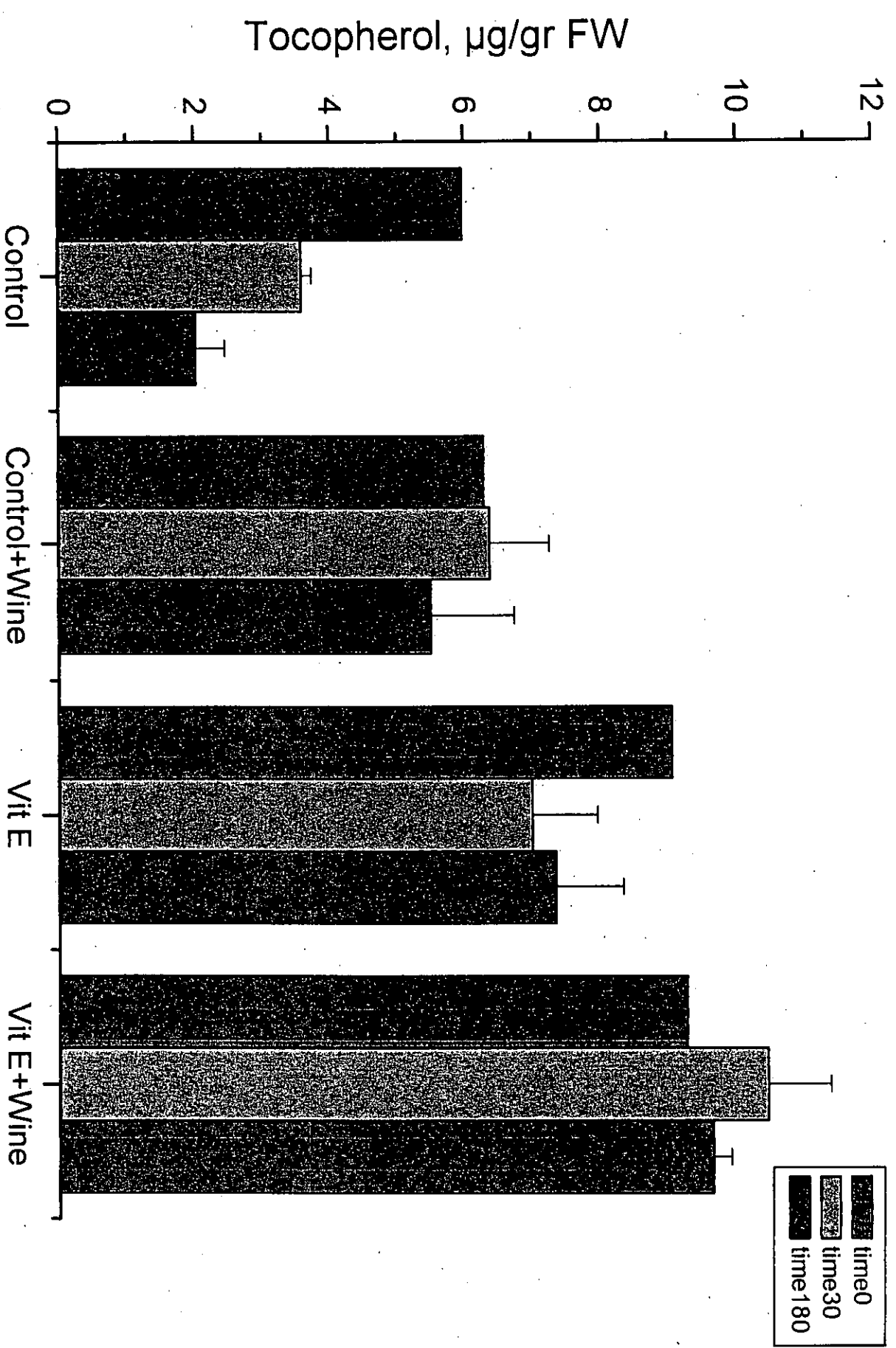


Fig. 7