



## Pantothensäure / Pantothenic Acid

Mikrobiologischer Mikrotiterplatten - Test zur quantitativen Bestimmung von  
Pantothensäure

Microbiological microtiter plate test to quantitate  
Pantothenic Acid

Art. No.: P1005



In vitro Test  
Lagerung bei 2 - 8°C  
Storage at 2 - 8°C (35.6 - 46.4 °F)

Vertrieb / Distributor:  
R-Biopharm AG, Darmstadt, GERMANY  
Tel.: +49 (0) 6151 - 81 02 - 0  
Fax.: +49 (0) 6151 - 81 02 - 20



Hersteller / Manufacturer:  
ifp Institut für Produktqualität GmbH, Berlin, GERMANY  
Tel.: +49 (0) 30 - 76 68 60 - 0  
Fax.: +49 (0) 30 - 76 68 60 - 50



Anschrift :

R-Biopharm AG  
An der neuen Bergstraße 17  
64297 Darmstadt  
[www.r-biopharm.com](http://www.r-biopharm.com)

Für weitere Fragen stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Auftragsannahme

Tel.: 0 61 51 - 81 02 - 0  
Fax: 0 61 51 - 81 02 - 20  
E-mail: [orders@r-biopharm.de](mailto:orders@r-biopharm.de)

Marketing

Fax: 0 61 51 - 81 02 - 40  
E-mail: [info@r-biopharm.de](mailto:info@r-biopharm.de)

**VitaFast®**

ist ein eingetragenes Warenzeichen der ifp Institut für Produktqualität GmbH.  
ifp führt auch Auftragsanalytik durch.

Hersteller: ifp Institut für Produktqualität GmbH  
Teltowkanalstr. 2, 12247 Berlin  
GERMANY  
[www.produktqualitaet.com](http://www.produktqualitaet.com)

**VitaFast®**

is a registered trademark of the ifp Institut für Produktqualität GmbH.  
ifp also carries out contract analysis.

Manufacturer: ifp Institut für Produktqualität GmbH  
Teltowkanalstr. 2, 12247 Berlin  
GERMANY  
[www.produktqualitaet.com](http://www.produktqualitaet.com)

## Kurzinformation

Einfach durchzuführender mikrobiologischer Mikrotiterplattentest zur Bestimmung des Gesamtgehaltes an Pantothersäure (hinzugefügte und natürliche Pantothersäure) in Lebensmitteln, Futtermitteln und pharmazeutischen Erzeugnissen. Alle benötigten Reagenzien und Standard sind im Test enthalten. Mit dem Test können 96 Bestimmungen inkl. Standards durchgeführt werden. Für die Auswertung ist ein Mikrotiterplattenphotometer (610 - 630 nm alternativ bei 540 - 550 nm) notwendig.

**Der VitaFast® Pantothersäure Test wurde nach dem Performance Tested Method Programm vom AOAC Research Institute getestet und mit der Lizenz - Nummer 100904 zertifiziert.**

## Probenaufarbeitung

Flüssige Proben (zugesetzte Pantothersäure):  
steril filtrieren und verdünnen

Feste Proben (zugesetzte Pantothersäure):  
Probe homogenisieren, extrahieren, zentrifugieren,  
und verdünnen

Flüssige und feste Proben (zugesetzte und natürliche Pantothersäure):  
Probe homogenisieren, enzymatische Hydrolyse,  
extrahieren, zentrifugieren und verdünnen

Zeitbedarf: Testdurchführung.....ca. 60 min  
Auswertung.....2 min

Inkubation: 20 - 24 h im Dunkeln bei 37 °C

Standardbereich: 0,04 - 0,24 mg / 100 g (ml)

Bestimmungsgrenze: 0,04 mg / 100 g (ml)

Nachweisgrenze: 0,0035 mg / 100 g (ml)

Wiederfindungsrate: 90 - 105 %

Intra - assay VK für Standards: < 10 %

Inter - assay VK für Standards: < 10 %

Dexpanthenol wird von VitaFast® Pantothersäure nicht erfasst.

## 1. Testprinzip

Der VitaFast® Pantothersäure Mikrotiterplattentest ist ein mikrobiologisches Verfahren zur Bestimmung des Gesamtgehaltes an Pantothersäure (hinzugefügte und natürliche Pantothersäure) in Lebensmitteln, Futtermitteln und pharmazeutischen Erzeugnissen. Das mikrobiologische Testsystem ist an internationale Normen angelehnt.

Pantothersäure wird aus dem Probenmaterial extrahiert und der Extrakt verdünnt. Der verdünnte Extrakt und das Pantothersäure - Assay - Medium werden in die Kavitäten einer Mikrotiterplatte gegeben, die mit *Lactobacillus plantarum* beschichtet sind. *Lactobacillus plantarum* ist auf die Anwesenheit der Pantothersäure angewiesen. Nach Zugabe von Pantothersäure als Standard oder als in einer Probe enthaltenes Vitamin wächst der Keim solange, bis das Vitamin aufgebraucht ist. Die Inkubation erfolgt bei 37 °C für 20 - 24 h.

Das Wachstum von *Lactobacillus plantarum* in Abhängigkeit von der extrahierten Pantothersäure wird als Trübung gemessen und mit einer Standardkonzentrationsreihe verglichen. Die Messung erfolgt im Mikrotiterplattenphotometer bei 610 - 630 nm (alternativ bei 540 - 550 nm).

## 2. Packungsinhalt

Der Testkit enthält Reagenzien für die Durchführung von 96 Bestimmungen inkl. Standards. Jeder Testkit enthält:

- 1 x Mikrotiterplatte mit 96 Kavitäten, beschichtet mit *Lactobacillus plantarum*
- 3 x bidestilliertes, steriles Wasser (30 ml) für die Herstellung der Standards, Ansatz des Mediums und Verdünnung der Proben
- 3 x Pantothersäure - Assay - Medium (fest)
- 3 x Ca - Pantothenat - Standard (fest)
- 3 x Abklebefolie (1 ganze und 2 halbe Abklebefolien, ausreichend für 3 Testansätze)
- 1 x Ersatzrahmen zum Umstecken der Mikrotiterstreifen

Anmerkung: Nach Ablauf des Verfallsdatums kann keine Qualitätsgarantie mehr übernommen werden.

### 3. Zusätzlich benötigte Reagenzien und Geräte

- **Sterilbank** (steriles Arbeiten wird empfohlen)
- **Mikrotiterplattenphotometer** 610 - 630 nm (540 - 550 nm)
- Inkubator mit dunkler Inkubationskammer, 37 °C
- Wasserbad beheizbar auf 95 °C
- pH-Meter
- Zentrifuge > 8.000 x g (falls sich Probe nicht filtrieren lässt)
- sterile Mikropipettenspitzen für Mikropipetten 20 - 200 µl und 100 - 1000 µl
- sterile Zentrifugenröhrchen mit Schraubverschluss und Graduierung (15 und 50 ml), sterile Reaktionsgefäße 1,5 oder 2,0 ml
- 500 ml Schraubglasgefäß, 100 und 1000 ml Messkolben, 100 ml Becherglas
- Sterilfilter Polyethersulfon 0,2 µm mit Spritze
- dest. oder deionisiertes Wasser für die Probenextraktion
- HCl 1,0 mol / l und 0,1 mol / l
- NaOH 2 mol / l (8 g NaOH in 100 ml dest. oder deionisiertes Wasser)
- NaOH 1,0 mol / l und 0,1 mol / l

#### Reagenzien zur Bestimmung des natürlichen Pantothenensäure-Gehaltes

- Taka Diastase, *Aspergillus oryzae* (z. B. Fluka 86250)
- Citratpuffer pH 4,5 (in ein 100 ml Becherglas mit Magnetrührer werden 1,5 g Citronensäure - Monohydrat (z. B. Roth 5110.3) eingewogen und mit ca. 50 ml dest. oder deionisiertem Wasser unter Rühren gelöst; anschließend werden 12 ml NaOH 1 mol / l (bzw. 0,48 g NaOH) zugegeben; der pH - Wert der Lösung sollte 4,5 betragen (eventuell mit HCl 0,1 mol / l korrigieren); den Ansatz mit dest. oder deionisiertem Wasser quantitativ in einen 100 ml Meßkolben überführen und mit dest. oder deionisiertem Wasser zur Marke auffüllen; der Puffer ist 3 Tage bei 2 - 8 °C lagerbar)

### 4. Vorsichtsmaßnahmen

- das Assay - Medium kann Reizungen der Schleimhäute, Augen und Haut hervorrufen
- nach Testabschluss sind die Mikrotiterstreifen fachgerecht zu entsorgen (z. B. Autoklav)

## 5. Reagenzien und ihre Lagerung

Das Testkit / die Reagenzien bei 2 - 8 °C lagern.

**Angesetzte Reagenzien (Standard, Medium) unmittelbar einsetzen und nach Testansatz verwerfen.**

## 6. Probenvorbereitung

Zur Bestimmung der **zugewetzten Pantothersäure** in mit Vitamin angereicherten Festproben genügt in der Regel eine heiße Wasserextraktion. Flüssige Proben können ohne vorherigen Erhitzungsschritt steril filtriert und mit sterilem Wasser aus dem Testkit verdünnt werden.

Zur Bestimmung des **Gesamtgehaltes an Pantothersäure (natürliche und hinzugefügte)** muss die Probe durch eine enzymatische Hydrolyse aufgeschlossen werden.

Originalproben bis zur Analyse lichtgeschützt bei 4 °C aufbewahren. Es wird eine Dreifachbestimmung von Standard- und Probenlösung empfohlen. **Bei unbekanntem Probenmatrix** sollte **immer mit 2 Verdünnungsstufen** des Probenextraktes gearbeitet werden. Probenextrakte am selben Tag der Herstellung verwenden und bis zur Testung dunkel aufbewahren

Die **Probenextraktion** erfolgt mit 1 g (ml) homogenisierter Probe in 40 ml dest. oder deionisiertes Wasser. Dies entspricht einem **Extraktionsverdünnungsfaktor von 40**. Dieser Faktor ist bereits in der Standardkurve (siehe Quality Assurance Certificate) berücksichtigt. **Bei niedrigen Pantothersäure - Konzentrationen kann die Probeneinwaage auf bis zu 5 g (ml) erhöht werden** (bei der Auswertung zu berücksichtigen).

### Anmerkungen:

- Bei der Durchführung eines enzymatischen Aufschlusses wird empfohlen, einen Reagenzienblindwert mitzuführen um sicherzustellen, dass keine Pantothersäure in den Enzymen enthalten ist. Dieser ist bei der Auswertung zu berücksichtigen.
- Dotierungen zur Probe sollten ebenfalls durchgeführt werden, um die Anwesenheit von Inhibitoren zu erkennen, da diese zu negativen Ergebnissen führen können. Eine bekannte Konzentration an Pantothersäure wird vor der Extraktion zur Probe zugefügt. Der Gehalt der Dotierlösung sollte ungefähr der des zu erwarteten Vitamingehaltes

entsprechen, um genaue Ergebnisse zu erzielen. Bei geringen Wiederfindungen kann dies die Anwesenheit eines Inhibitors anzeigen. In diesem Fall sollte die Probe stärker verdünnt werden, um den Einfluss der störenden Substanz zu eliminieren. Dotierstandards sind bei R - Biopharm erhältlich.

Es dürfen nur sterile Probenextrakte bzw. steril verdünnte Probenextrakte auf die Mikrotiterplatte pipettiert werden. Verdünnungen davon können in den Test eingesetzt werden. Verdünnungen werden grundsätzlich mit sterilem Wasser aus dem Testkit hergestellt (= **Verdünnungsfaktor**). Daher sind nach der Probenextraktion **sterile Arbeitsbedingungen und steriles Verbrauchsmaterial** notwendig. Eine Sterilfiltration des Probenansatzes bzw. Probenextraktes ist **immer** notwendig bei:

- Proben, wie Fruchtsäfte und Energy Drinks, die während der Probenaufarbeitung nicht erhitzt werden (außer wenn 30 Minuten bei 95 °C erhitzt wird)
- Proben, die Kräuter und Gewürze enthalten, sowie bei Honig und Tee
- Vitaminmixe, Premixe, Tabletten (hochangereicherte Proben nach 6.3) (außer wenn 30 Minuten bei 95 °C erhitzt wird)
- niedrig vitaminkonzentrierte Proben, die stark gefärbt sind; dadurch kann die Färbung eliminiert werden
- ist eine Filtration auf Grund fester Partikel bzw. Trübung nicht möglich, wird zuvor eine Zentrifugation empfohlen (größer 8.000 x g für 5 bis 10 min)

**Die Filtration von Proben kann entfallen, wenn bei der Probenaufarbeitung ein Erhitzungsschritt bei 95 °C für 30 min durchgeführt wird. Die Proben müssen trotzdem mit sterilem Wasser aus dem Testkit verdünnt werden. Das Assay - Medium muss immer steril filtriert werden.**

### **Rechenbeispiel zu den Verdünnungsfaktoren der Probe**

Feste Probe mit Sollwert 5 mg / 100 g (aktives Vitamin, vom Hersteller vorgegeben)

Um mit der Verdünnung des Extraktes in den mittleren Bereich der Standardkurve zu gelangen, wird der Sollwert mit dem Faktor 1,09 auf Ca - Pantothenat umgerechnet und durch die Konzentration des Standard 2 dividiert.

## **Berechnung:**

$$5 \text{ mg} \times 1,09 / 0,08 \text{ mg} = 68,1$$

→ also ein Verdünnungsfaktor von 70 (1 : 70)

## **Verdünnungsschritte:**

a) 1 : 10 → 0,1 ml Probenextrakt + 0,9 ml steriles Wasser aus dem Testkit,

b) 1 : 7 → 0,1 ml aus a) + 0,6 ml steriles Wasser aus dem Testkit

### **6.1. Zugewetztes Vitamin in flüssigen Proben (Multivitaminsäfte, Fitnessgetränke)**

1 ml Probe in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen überführen, mit dest. oder deionisiertem Wasser exakt auf 40 ml auffüllen, schütteln, steril filtrieren (alternativ: 30 min bei 95 °C im Wasserbad erhitzen, danach schnell auf unter 30 °C abkühlen) und je nach Konzentrationsgehalt in sterilen 1,5 ml (oder 2,0 ml) Reaktionsgefäßen mit sterilem Wasser aus dem Testkit weiter verdünnen.

### **6.2. Zugewetzte Pantothenensäure in Fruchtgummis und Zuckerwaren (Bonbons)**

15 - 20 g Fruchtgummis bzw. Bonbons in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen einwiegen, ca. 40 ml dest. oder deionisiertes Wasser zugeben, bei 95 °C im Wasserbad unter schütteln lösen und schnell auf unter 30 °C abkühlen. Die Lösung quantitativ mit dest. oder deionisiertem Wasser in einen 100 ml Messkolben überführen und mit dest. oder deionisiertem Wasser zur Marke auffüllen. Das 1 g Probenmaterial entsprechende Volumen abnehmen, in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen überführen und mit dest. oder deionisiertem Wasser exakt auf 40 ml auffüllen, schütteln, steril filtrieren (alternativ: 30 min bei 95 °C im Wasserbad erhitzen, danach schnell auf unter 30 °C abkühlen) und je nach Konzentrationsgehalt in sterilen 1,5 ml (oder 2,0 ml) Reaktionsgefäßen mit sterilem Wasser aus dem Testkit weiter verdünnen.

**Beispiel:** Probeneinwaage 17 g Fruchtgummis

$$\text{Berechnung: } 100 \text{ ml} / 17 \text{ g Probeneinwaage} = 5,88 \text{ ml} / \text{g}$$

1 g Probe ist in 5,88 ml enthalten. Also werden 5,88 ml in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen pipettiert und wie oben beschrieben aufgearbeitet.

### 6.3. Zugesetzte Pantothensäure in Tabletten, Kapseln und Vitaminmischungen

Zuvor das Tabletten- und Kapselgewicht ermitteln (Durchschnitt von 5 - 10 Tabletten bzw. Kapseln). Tabletten im Mörser oder Mixer gut homogenisieren. Kapseln aufschneiden und aufgeschnitten extrahieren.

#### 6.3.1 Probeneinwaage mit 1 g und Vorextraktion

1 g einer Tablette, Vitaminmischung oder Premix bzw. eine aufgeschnittene Kapsel (Kapselgewicht berücksichtigen) in ein 500 ml Schraubglasgefäß genau einwiegen, mit ca. 400 ml dest. oder deionisiertem Wasser versetzen und gut schütteln und pH-Wert 6 - 7 einstellen. 30 min bei 95 °C (Wasserbad) extrahieren. Währenddessen mindestens 5 mal gut schütteln. Die Probelösung schnell auf unter 30 °C abkühlen, mit dest. oder deionisiertem Wasser quantitativ in einen 1000 ml Messkolben überführen und mit dest. oder deionisiertem Wasser zur Marke auffüllen. 1 ml davon in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen überführen, mit dest. oder deionisiertem Wasser exakt auf 40 ml auffüllen, schütteln, steril filtrieren (alternativ: 30 min bei 95 °C im Wasserbad erhitzen, danach schnell auf unter 30 °C abkühlen) und in sterilen 1,5 ml (oder 2,0 ml) Reaktionsgefäßen mit sterilem Wasser aus dem Testkit weiter verdünnen.

#### **Achtung:**

Bei der Berechnung des Ergebnisses muss der Vor – Verdünnungsfaktor (1 g auf 1000 ml) und jede weitere Verdünnung berücksichtigt werden. Der Verdünnungsschritt 1 ml auf 40 ml ist in der Standardkurve bereits berücksichtigt.

#### 6.3.2 Probeneinwaage mit 0,2 g

0,2 g einer Tablette, Vitaminmischung oder Premix bzw. eine aufgeschnittene Kapsel (Kapselgewicht berücksichtigen) in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen genau einwiegen, mit ca. 20 ml dest. oder deionisiertem Wasser versetzen und gut schütteln und pH-Wert 6-7 einstellen. Mit dest. oder deionisiertem Wasser exakt zur Marke 40 ml auffüllen und 30 min bei 95 °C (Wasserbad) extrahieren. Währenddessen mindestens 5 mal gut schütteln. Die Probelösung schnell auf unter 30 °C abkühlen, zentrifugieren (5 min > 8.000 x g) und den klaren Überstand je nach Konzentrationsgehalt in sterilen 1,5 ml (oder 2,0 ml) Reaktionsgefäßen mit sterilem Wasser aus dem Testkit weiter verdünnen.

**Anmerkung:**

Bei der Auswertung muss die Einwaage berücksichtigt werden, da abweichend von 1 g.

**6.4. Zugesezte Pantothersäure in Cerealien, Kindernährmittel, Brote, Mehle und Fleischerzeugnisse**

1 g (ml) homogenisierte Probe in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen genau einwiegen, mit ca. 30 ml dest. oder deionisiertem Wasser versetzen, gut schütteln. Anschließend mit dest. oder deionisiertem Wasser genau auf 40 ml auffüllen und 30 min bei 95 °C (Wasserbad) extrahieren. Währenddessen mindestens 5 mal gut schütteln. Es ist darauf zu achten, dass dabei das Zentrifugenröhrchen immer fest verschlossen ist. Die Probeflösung schnell auf unter 30 °C abkühlen, zentrifugieren (5 min > 8.000 x g) und den klaren Überstand je nach Konzentrationsgehalt in sterilen 1,5 ml (oder 2,0 ml) Reaktionsgefäßen mit sterilem Wasser aus dem Testkit weiter verdünnen.

**6.5. Gesamtvitamingehalt (natürliche und zugesezte Pantothersäure) in Milchprodukten, Cerealien, Kindernährmittel, Fleisch und Fleischerzeugnissen**

Um gebundene, natürliche Pantothersäure mit zu erfassen oder bei nicht vitaminisierten Untersuchungsmatrices zu bestimmen, muss die Probe enzymatisch aufgeschlossen werden. Die Verfahren mit zusätzlicher Behandlung von Enzymen sind in der Literatur näher beschrieben. Folgendes Aufschlussverfahren hat sich bewährt:

1 g (ml) homogenisierte Probe in ein 50 ml Zentrifugenröhrchen genau einwiegen, mit 20 ml dest. oder deionisiertem Wasser versetzen, schütteln und mit HCl einen pH - Wert von 4,5 einstellen.

**Alternativ** kann anstelle mit Wasser mit einem Citratpuffer extrahiert werden (dies erfordert keine pH - Wert Einstellung der verschiedenen Proben); zur Probeneinwaage 20 ml Citratpuffer pH 4,5 zugeben und schütteln.

300 mg Taka Diastase zuwiegen, gut schütteln und 1 h bei 37 °C im Dunkeln (im Inkubator oder Wasserbad) inkubieren (gelegentlich leicht umschwenken). Danach mit dest. oder deionisiertem Wasser auf exakt 40 ml auffüllen und 30 Minuten im Wasserbad bei 95 °C erhitzen. Währenddessen mindestens 5 mal gut schütteln. Es ist darauf zu achten, dass dabei das Zentrifugenröhrchen immer fest verschlossen ist. Anschließend die Probelösung schnell auf unter 30 °C abkühlen, zentrifugieren (5 min > 8.000 x g) und den klaren Überstand je nach Konzentrationsgehalt in sterilen 1,5 ml (oder 2,0 ml) Reaktionsgefäßen mit sterilem Wasser aus dem Testkit weiter verdünnen.

## 7. Testdurchführung

### 7.1. Testvorbereitungen

**Flasche mit sterilem Wasser:** farbigen Deckel nach oben drücken, nach hinten bis zum Glasrand abziehen und dann durch Drehen den gesamten Verschluss entfernen.

Jeder **Ca - Pantothenat - Standard** ist ausreichend für 3 Kavitäten. Standard vor der Testdurchführung frisch herstellen.

- Ca - Pantothenat - Standardflasche öffnen, Schraubverschluss mit der Öffnung nach oben ablegen
- zur Ca - Pantothenat - Standardflasche **x ml (x = siehe Quality Assurance Certificate und Etikett Standardflasche)** steriles Wasser aus der Wasserflasche zugeben, Flasche mit Deckel verschließen und schütteln = **Standardkonzentrat**
- in 6 sterilen Reaktionsgefäßen (Fassungsvermögen 1,5 oder 2,0 ml) steriles Wasser vorlegen und anschließend Standardkonzentrat dazu pipettieren, nach folgendem Schema = **Standardkurve:**

| Standardkurve*<br>in mg / 100 g (ml) | Steriles<br>Wasser<br>in µl |   | Standard-<br>konzentrat<br>in µl |   | Gesamt-<br>volumen<br>in µl |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|---|-----------------------------|
| Leerwert: 0                          | 900                         | + | 0                                | = | 900                         |
| Standard 1: 0,04                     | 900                         | + | 100                              | = | 1000                        |
| Standard 2: 0,08                     | 400                         | + | 100                              | = | 500                         |
| Standard 3: 0,12                     | 350                         | + | 150                              | = | 500                         |
| Standard 4: 0,16                     | 300                         | + | 200                              | = | 500                         |
| Standard 5: 0,24                     | 200                         | + | 300                              | = | 500                         |

\*Die Standardkurve enthält bereits den Extraktionsverdünnungsfaktor von 1 : 40.

Eine **Pantothensäure - Assay - Medium Flasche** ist ausreichend für mindestens 6 Streifen. Mediumflasche öffnen, mit einer Pinzette das Trockenmittel herausnehmen und werfen.

- 10 ml steriles Wasser aus dem Testkit zur Mediumflasche zugeben
- Mediumflasche fest verschließen und gut schütteln
- Mediumflasche im Wasserbad bei 95 °C für 5 min erhitzen; währenddessen mindestens 2 mal gut schütteln; es ist darauf zu achten, dass dabei die Mediumflasche immer fest verschlossen ist
- Mediumflasche schnell auf unter 30 °C abkühlen
- Medium steril über 0,2 µm Filter in ein steriles 15 ml Zentrifugenröhrchen filtrieren

## 7.2. Testansatz

Zum Pipettieren auf die Mikrotiterplatte dürfen nur sterile Proben, die mit sterilem Wasser aus dem Testkit verdünnt wurden, eingesetzt werden.

- die **benötigten Streifen** der Mikrotiterplatte entnehmen und in den Ersatzrahmen stecken (nicht benötigte Mikrotiterplatten-Streifen im Rahmen zusammen mit dem Trockenmittel im Folienbeutel gut verschlossen aufbewahren und bei 2 - 8 °C lagern)

## **Zuerst das Medium, dann die Standards bzw. die Probenverdünnungen wie folgt pipettieren:**

- 150 µl Pantothersäure - Assay - Medium in die Kavitäten geben
- 150 µl Standard bzw. verdünnte Probe in die Kavitäten geben  
(Pipettenspitzen jeweils mit Standard- und Probenlösung vorspülen)
- sorgfältig die Streifen / Kavitäten mit Folie luftdicht abkleben: Schutz der Folie abziehen, die Folie flach und glatt auf die Kavitäten auflegen und diese mit der Hand sorgfältig und fest auf die **Ränder der Kavitäten** andrücken bzw. aufkleben
- Inkubation bei **37 °C** im Dunkeln für **20 - 24 h** im Inkubator

### 7.3. Messung

- Klebefolie nochmals mit der Hand andrücken, anschließend die Platte über Kopf auf eine Tischoberfläche legen und Keime gut aufschütteln
- Platte wieder zurückdrehen, in die richtige Position legen und Folie diagonal, von oben rechts beginnend, 180° nach hinten vorsichtig abziehen; dabei mit der anderen Hand die **Streifen fest im Rahmen halten (Folie ist stark klebend)**
- eventuell auftretende Bläschen an der Oberfläche der Messlösungen zerstören (mit Hilfe einer Pipettenspitze oder einer Nadel)
- Messung der Trübung im Mikrotiterplattenphotometer bei 610 - 630 nm (alternativ bei 540 - 550 nm)

### **Hinweis:**

- nach 20 - 24 h Inkubation kann die Mikrotiterplatte auch für max. 48 h im Kühlschrank aufbewahrt werden, um danach die Trübung zu messen
- um Zeitverluste durch Feiertage oder Wochenende zu vermeiden, kann die Mikrotiterplatte auch nach 60 h Inkubation ausgewertet werden. Eine Zeitschaltuhr sollte benutzt werden, um nach 20 - 24 h den Inkubator auszuschalten

## 8. Auswertung

Eine 4 - Parameter Auswertung wird empfohlen, z. B. mit der RIDA®SOFT Win (auf Anfrage bei R - Biopharm erhältlich).

**Der Test ist korrekt verlaufen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:**

- OD Leerwert < OD Standard 1
- OD Standard 5 > 0,6 OD

Der **Extraktionsverdünnungsfaktor von 40** ist bei der Darstellung der Standardkurve bereits berücksichtigt. In die unten stehende Formel muss lediglich die weitere Verdünnung des Probenextraktes (Verdünnungsfaktor) sowie eine abweichende Probeneinwaage berücksichtigt werden.

Die Kalibration erfolgt mit Ca - Pantothenat. Für die **Umrechnung auf die Vitamin aktive Pantothensäure muss der Faktor 0,92** zusätzlich berücksichtigt werden.

$$\text{Pantothensäure} = \frac{\text{Konz. Standardkurve} \times \text{Verdünnungsfaktor} \times 0,92}{\text{Probemenge in g (ml)}}$$

(in mg / 100 g)  
(in mg / 100 ml)

### Beispiel für Auswertung:

Einwaage: 1 g  
Extraktionsverdünnungsfaktor: **1 : 40 (wird nicht berücksichtigt)**  
Verdünnungsfaktor (des Probenextraktes):  
1 : 70 (muss berücksichtigt werden)  
Gemessene Konz. aus Standardkurve:  
0,08 mg Ca - Pantothenat / 100 g

$$0,08 \times 70 \times 0,92 / 1 = 5,2 \text{ mg Pantothensäure} / 100 \text{ g}$$

## Auswertung für Tabletten, Kapseln und Vitaminmischungen

Pantothensäure in mg / Tablette bzw. Kapsel =

$$\frac{\text{Konz. Standardkurve} \times \text{Verdünnungsfaktor} \times \text{Tabletten- bzw. Kapselgewicht in g} \times 0,92}{\text{Einwaage in g} \times 100}$$

Diese Angaben entsprechen dem heutigen Stand unserer Kenntnisse und sollen über unsere Produkte und deren Anwendungsmöglichkeiten informieren. Sie haben somit nicht die Bedeutung, bestimmte Eigenschaften der Produkte oder deren Eignung für einen konkreten Einsatzzweck zuzusichern. R - Biopharm übernimmt keine Gewährleistung, außer für die standardisierte Qualität der Reagenzien. Defekte Produkte werden ersetzt. Darüber hinaus gehende Ansprüche für direkte oder indirekte Schäden oder Kosten aus der Nutzung der Produkte entstehen nicht.

## VitaFast<sup>®</sup> Pantothersäure / Pantothenic Acid

### Brief information

Easy to use microbiological microtiter plate test for the quantification of total pantothenic acid (enriched and natural pantothenic acid) in food, animal feed and pharmaceutical products. All required reagents and standard are contained in the test kit. The kit is sufficient for 96 determinations incl. standard. Evaluation requires a microtiter plate reader (610 - 630 nm alternatively at 540 - 550 nm).

**The VitaFast<sup>®</sup> Pantothenic Acid test has been validated and certified with the licence no.100904 as a Performance Tested Method by the AOAC Research Institute.**

### Sample preparation

Liquid samples (added pantothenic acid):  
sterile filtration and dilution

Solid samples (added pantothenic acid):  
sample homogenization, extraction, centrifugation  
and dilution

Liquid and solid samples (native and added pantothenic acid):  
sample homogenization, enzymatic treatment,  
extraction, centrifugation and dilution

Time requirement: Test conduction .....approx. 60 min  
Evaluation.....2 min

Incubation: 20 - 24 h in the dark at 37 °C (98.6 °F)

Standard range: 0.04 - 0.24 mg / 100 g (ml)

Limit of quantitation: 0.04 mg / 100 g (ml)

Limit of detection: 0.0035 mg / 100 g (ml)

Recovery: 90 - 105 %

Intra - assay CV for standards: < 10 %

Inter - assay CV for standards: < 10 %

Dexpanthenol is not measured by VitaFast<sup>®</sup> Pantothenic acid.

## 1. Principle of the test

The VitaFast® Pantothenic Acid microtiter plate test is a microbiological method for the quantitative determination of total pantothenic acid (added and natural pantothenic acid) in food, animal feed and in pharmaceutical products. The microbiological test system is in accordance with the international norms.

Pantothenic acid is extracted from the sample and the extract is diluted. The diluted extract and the pantothenic acid assay - medium are pipetted into the wells of a microtiter plate which is coated with *Lactobacillus plantarum*. The growth of *Lactobacillus plantarum* is dependent on the supply of pantothenic acid. Following the addition of pantothenic acid as a standard or as a compound of the sample, the bacteria grow until the vitamin is consumed. The incubation is done in the dark at 37 °C (98.6 °F) for 20 - 24 h.

The intensity of metabolism or growth in relation to the extracted pantothenic acid is measured as turbidity and compared to a standard curve. The measurement is done using a microtiter plate reader at 610 - 630 nm (alternatively at 540 - 550 nm).

## 2. Reagents provided

Each test kit contains sufficient materials for 96 determinations incl. standard. Each test kit contains:

- 1 x microtiter plate with 96 wells, coated with *Lactobacillus plantarum*
- 3 x redist., sterile water (30 ml) for the preparation of assay - medium, standards and dilution of extracted samples
- 3 x pantothenic acid assay - medium (solid)
- 3 x Ca - pantothenate standard (solid)
- 3 x adhesive foil (1 complete and 2 halves of adhesive foils, sufficient for 3 test runs)
- 1 x additional holder for microtiter strips

Remark: after the expiry date no guarantee of quality

### 3. Required reagents and instruments, not provided

- **sterile bench** (sterile working is recommended)
- **microtiter plate reader** 610 - 630 nm (540 - 550 nm)
- incubator with dark chamber, 37 °C (98.6 °F)
- water bath heatable to 95 °C (203 °F)
- pH meter
- centrifuge > 8000 x g (if the sample cannot be filtrated)
- sterile tips for graduated micropipette 20 - 200 µl and 100 - 1000 µl
- sterile graduated centrifuge vials with screw cap (15 and 50 ml) and sterile vials 1.5 or 2.0 ml
- 500 ml screw glass jar and volumetric flasks (100 and 1000 ml), 100 ml beaker
- sterile filters polyethersulfon 0.2 µm with syringe
- redist. or deionized water for sample extraction
- HCl 1.0 mol / l and 0.1 mol / l
- NaOH 2 mol / l (8 g NaOH ad 100 ml redist. or deionized water)
- NaOH 1.0 mol / l and 0.1 mol / l

#### Reagents for the determination of native pantothenic acid

- taka diastase, aspergillus oryzae (e. g. Fluka 86250)
- citrate buffer pH 4.5 (weigh 1.5 g citric acid monohydrate (e. g. Roth 5110.3) in a 100 ml beaker with magnetic stirrer; solve the citric acid with about 50 ml redist. or. deionised water under stirring; thereafter add 12 ml NaOH 1 mol / l (or 0.48 g NaOH); the pH should be 4.5 (correct with HCl 0.1 mol / l); transfer the solution quantitatively with redist. or deionised water in a 100 ml volumetric flask and fill up with redist. or deionised water to the mark; the buffer can be stored 3 days at 2 - 8 °C (35.6 - 46.4 °F)

### 4. Warning and precautions for the user

- the assay - medium could evoke irritations of mucosa, eyes and skin
- after running the test the strips used must be disposed of according to regulations (e.g. autoclaved)

### 5. Storage instructions

Store the kit / reagents at 2 - 8 °C (35.6 - 46.4 °F).

**Use the prepared reagents (standard, medium) directly and reject them after the assay.**

## 6. Sample preparation

For the determination of **added pantothenic acid** in nutrient enriched solid samples, a hot water extraction is usually sufficient. Liquid samples can be used directly after sterile filtration and dilution with sterile water from the test kit.

For the determination of the **total pantothenic acid (native and added)** content, the sample has to be treated with enzyme.

Samples should be stored protected from light at 4 °C (39.2 °F). Standard and samples should be run in triplicate. **Unknown sample matrices** should be analyzed **with two dilutions** of the sample extract. Sample extracts have to be used within one day and should be stored in the dark until analyzing.

**Sample extraction** is carried out with 1 g (ml) homogenized sample in 40 ml redist. or deionized water or extraction solution. This equals a **sample extraction dilution factor of 40**. This factor is already included in the standard curve (see Quality Assurance Certificate). **For low pantothenic acid concentrations a sample weight of up to 5 g (ml) can be used** (this has to be considered in the evaluation).

### Notes:

- Where an enzymatic sample preparation is followed, it is recommended that a reagent blank should be carried out to ensure that no pantothenic acid present in reagents (enzymes) contribute to the final results.
- Spike recovery studies may also be performed in order to identify the presence of any inhibitory compounds, which may negatively affect the result. An aliquot of spiking solution containing a known amount of pantothenic acid should be added to the sample prior to extracting. Spiking levels should generally be approximately 100% of the expected vitamin content of the sample, in order to obtain an accurate result. When low spike recoveries are obtained, this may indicate presence of an inhibitory compound, and the sample should be diluted further where possible to eliminate the compound. Spiking standards are available from R - Biopharm.

Only sterile sample extracts or sterile dilutions thereof should be pipetted onto the microtiter plate. Dilutions have to be prepared with sterile water from the test kit. **Therefore after the sample extraction sterile working conditions and sterile consumables are necessary.** A sterile filtration of the sample or the sample extract is **always** necessary for:

- samples like fruit juices and fitness drinks, which are not heated during sample extraction (except when the sample is heated for 30 min at 95 °C (203 °F) in a water bath)
- samples containing herbs and spices as well as honey and tea
- vitamin mixes, premixes, tablets (highly enriched samples, see 6.3) (except when the sample is heated 30 min at 95 °C (203 °F) in a water bath)
- samples with low vitamin concentrations that are highly coloured (the filtration step eliminates the colouring)
- if filtration is not possible due to solid particles or due to cloudiness, centrifugation should be carried out before the sterile filtration step (greater than 8000 x g for 5 min)

**The sterile filtration of the sample is not necessary if the sample extraction is carried out at 95 °C (203 °F) for 30 min. Nevertheless the extracted samples have to be diluted with sterile water from the test kit (the assay - medium has to be always filtered).**

### **Example for the dilution factors of the sample extract**

Solid sample with a labeled concentration of 5 mg / 100 g (active vitamin)

The dilution of the extract should be in the middle of the standard curve. Therefore, the expected concentration is converted with factor 1.09 into Ca - pantothenate and divided by standard 2.

## Calculation:

$5 \text{ mg} \times 1.09 / 0.08 \text{ mg} = 68.1$   
→ dilution factor 70 (1 : 70)

## Dilution steps:

- a) 1 : 10 → 0.1 ml sample extraction solution + 0.9 ml sterile water from the test kit
- b) 1 : 7 → 0.1 ml from a) + 0.6 ml sterile water from the test kit

### 6.1. Added pantothenic acid in liquid samples (multivitamin juices, fitness drinks)

Add 1 ml sample into a 50 ml sterile centrifuge vial and fill up exactly to 40 ml with redist. or deionized water. Thereafter shake, sterile filter (alternatively: heat the sample 30 min at 95 °C in a water bath, thereafter chill down quickly below 30 °C (86 °F)) and, depending on the concentration range, further dilute in 1.5 ml (or 2.0 ml) sterile reaction vials with sterile water from the test kit.

### 6.2. Added pantothenic acid in fruit gums and candies

Weigh about 15 - 20 g fruit gums or candies in a 50 ml sterile centrifuge vial, add about 40 ml redist. or deionized water and solve the sample at 95 °C (203 °F) in water bath. Chill down quickly to below 30 °C (86 °F), transfer the extraction solution with redist. or deionized water quantitatively into a 100 ml volumetric flask and fill up to the mark with redist. or deionized water. Transfer the volume corresponding to 1 g of test material into a 50 ml centrifuge vial and fill up to exactly 40 ml with redist. or deionized water, shake, sterile filter (alternatively: heat the sample 30 min at 95 °C in a water bath, thereafter chill down quickly below 30 °C (86 °F)) and, depending on the concentration range, further dilute in 1.5 ml (or 2.0 ml) sterile reaction vials with sterile water from the test kit.

**Example:** sample weight 17 g fruit gums

calculation:  $100 \text{ ml} / 17 \text{ g sample weight} = 5.88 \text{ ml} / \text{g}$

1 g sample is contained in 5.88 ml. So transfer 5.88 ml into a 50 ml centrifuge vial and continue as described above.

### 6.3. Added pantothenic acid in capsules, pills, vitamin mixes

First the capsule or pill weight has to be determined (average of 5 - 10 capsules or pills). Then pills are homogenized in a mortar or mixer. Capsules are cut open and extracted.

#### 6.3.1 Sample preparation with 1 g sample size and pre - extraction

Weigh 1 g of pills, vitamin mix, premix or one cut open capsule into a 500 ml screw glass jar, add about 400 ml redist. or deionized water and shake well and adjust to pH 6-7. Extract for 30 minutes at 95 °C (203 °F) in a water bath. During extraction the glass jar has to be shaken well at least five times. Chill down quickly to below 30 °C (86 °F), transfer the sample solution with redist. or deionized water quantitatively into a 1000 ml volumetric flask and fill up to the mark with redist. or deionized water. Transfer 1 ml into a 50 ml sterile centrifuge vial and fill up exactly to 40 ml with redist. or deionized water. Thereafter shake, sterile filter (alternatively: heat the sample 30 min at 95 °C in a water bath, thereafter chill down quickly below 30 °C (86 °F)) and dilute in 1.5 ml (or 2.0 ml) sterile reaction vials with sterile water from the test kit.

#### **Attention:**

For the calculation of the result, the pre - dilution factor of 1000 has to be considered (1 g up to 1000 ml). The dilution step 1 ml up to 40 ml is already included in the standard curve.

#### 6.3.2 Sample preparation with 0.2 g sample size

Weigh 0.2 g of pills, vitamin mix, premix or cut open capsule (take weight into consideration) into a 50 ml centrifuge vial, add about 20 ml redist. or deionized water, shake well, adjust to pH 6-7 and fill up to exactly 40 ml with redist. or deionized water. Extract for 30 minutes at 95 °C (203 °F) in a water bath. During extraction the vial has to be shaken well at least five times. It is important to make sure that the centrifuge vial is tightly closed. Chill down quickly to below 30 °C (86 °F). Thereafter centrifuge (5 min > 8,000 x g) and, depending on the concentration range, further dilute the clear supernatant in 1.5 ml (or 2.0 ml) sterile reaction vials with sterile water from the test kit.

**Note:** For the evaluation the weight of sample has to be considered.

#### 6.4. Added pantothenic acid in cereals, baby food, bread, flour and meat products

Weigh 1 g (ml) homogenized sample into a 50 ml centrifuge vial, add about 30 ml redist. or deionized water, shake well and fill up to exactly 40 ml with redist. or deionized water. Extract for 30 minutes at 95 °C (203 °F) in a water bath. During extraction the vial has to be shaken well at least five times. It is important to make sure that the centrifuge vials are tightly closed. Chill down quickly to below 30 °C (86 °F). Thereafter centrifuge (5 min > 8,000 x g) and, depending on the concentration range, further dilute the clear supernatant in 1.5 ml (or 2.0 ml) sterile reaction vials with sterile water from the test kit.

#### 6.5. Total vitamin content (native and added pantothenic acid) in milk products, cereals, baby food, meat and meat products

To extract the bound, native pantothenic acid as well or to determine it in non-fortified samples, the sample has to be extracted with enzyme. Procedures with additional treatments using enzymes are described in the literature. The following extraction procedure has proved itself:

Weigh exactly 1 g (ml) of homogenized sample into a 50 ml centrifuge vial, add 20 ml redist. or deionized water, shake and adjust to pH 4.5 with HCl.

**Alternatively** instead of water a citrate buffer can be used for the extraction (no pH adjustment is necessary); to 1 g (ml) sample add 20 ml citrate buffer pH 4.5 and shake.

Add 300 mg taka diastase, shake well and incubate 1 h in the dark at 37 °C (98.6 °F) (incubator or water bath, shake at times). Fill up exactly to 40 ml with redist. or deionized water. Thereafter, heat the extract for 30 min in a water bath at 95 °C (203 °F). During extraction the vial has to be shaken well at least five times. It is important to make sure that the centrifuge vial is tightly closed. Chill down quickly to below 30 °C (86 °F). Thereafter centrifuge (5 min > 8,000 x g) and, depending on the concentration range, further dilute the clear supernatant in 1.5 ml (or 2.0 ml) sterile reaction vials with sterile water from the test kit.

## 7. Test implementation

### 7.1. Test preparation

The **bottle with sterile water**: push the coloured lid up, pull off right up to the glass rim and turn entire lid to remove it.

Each **Ca - pantothenate standard** is sufficient for 3 wells. Standards should be prepared freshly.

- open the Ca - pantothenate standard bottle, place the lid down with the opening facing upwards
- add **x ml (x = see quality assurance certificate and label standard bottle)** sterile water (from the test kit) to the standard bottle. Close the bottle with the lid and dissolve the standard by shaking = **standard concentrate**
- take 6 sterile vials (1.5 or 2.0 ml) and prepare from the dissolved standard concentrate a **standard curve** according to the following scheme:

| standard curve*<br>in mg / 100 g (ml) | sterile<br>water<br>in µl |   | standard<br>concentrate<br>in µl |   | total<br>volume<br>in µl |
|---------------------------------------|---------------------------|---|----------------------------------|---|--------------------------|
| blank: 0                              | 900                       | + | 0                                | = | 900                      |
| standard 1: 0.04                      | 900                       | + | 100                              | = | 1000                     |
| standard 2: 0.08                      | 400                       | + | 100                              | = | 500                      |
| standard 3: 0.12                      | 350                       | + | 150                              | = | 500                      |
| standard 4: 0.16                      | 300                       | + | 200                              | = | 500                      |
| standard 5: 0.24                      | 200                       | + | 300                              | = | 500                      |

\* The sample extraction dilution of 1 : 40 is already included in the standard curve.

The **pantothenic acid assay - medium** is sufficient for 6 microtiter strips. Open the assay - medium bottle and remove the desiccant using tweezers (discard the desiccant).

- add 10 ml sterile water from the test kit to the pantothenic acid assay-medium bottle
- close the assay medium bottle carefully and shake well
- heat the bottle in a water bath to 95 °C (203 °F) for 5 min while shaking at least twice; always make sure that the bottle is tightly closed
- quickly chill down to room temperature below 30 °C (86 °F)
- filter the medium through a 0.2 µm filter into a sterile 15 ml centrifuge vial

## 7.2. Test procedure

Only sterile samples which are diluted with sterile water from the test kit should be pipetted onto the microtiter plate.

- remove the **required strips** of the microtiter plate and place them into the additional holder. Return the unused strips together with the desiccant to the foil bag and seal it well, store at 2 - 8 °C (35.6 - 46.4 °F)

**Pipette first the assay – medium and then standard or diluted samples, as followed:**

- pipette 150 µl pantothenic acid assay - medium into the wells
- pipette 150 µl standard or diluted sample into the assigned wells (flush the pipette tip with standard or sample solution)
- cover the strips / cavities with adhesive foil: pull off the protective layer of the foil, place the foil flat onto the strips, smoothing it down by hand, press the foil firmly onto the strips  
important: make sure the cavities are sealed airtight by smoothing down the foil over the cavities, take special care with the wells around the edges
- incubate at **37 °C (98.6 °F)** in the dark for **20 - 24 h** in an incubator

## 7.3. Measurement

- press down the adhesive foil once more, place the microtiter plate upside down on a table and dissolve the microorganisms thoroughly by shaking the plate on the surface of the desk
- invert the plate to the regular position and remove the adhesive foil diagonally, starting from the upper right; **the foil is strongly adhesive, so pulling it off the microtiter plate must be done with great care: hold the strips firmly in the frame with the other hand while you pull off the foil diagonally from the top right to the back**
- destroy any bubbles on the surface of liquid in the wells (by means of a pipette tip or a needle)
- measure the turbidity with a microtiter plate reader at 610 - 630 nm (alternatively at 540 - 550 nm)

### **Note:**

- after 20 - 24 h of incubation, the microtiter plate can be stored for max. 48 h in the refrigerator, thereafter the turbidity should be measured
- to avoid any time losses due to weekends or bank holidays, the microtiter plate can be evaluated after 60 h. It is recommended to use a timer to turn off the incubator after 20 - 24 h

## 8. Evaluation

A **4 - parameter** evaluation is recommended, e. g. the RIDA<sup>®</sup> SOFT Win from R - Biopharm.

**The test evaluation is correct on condition that**

- OD blank < OD standard 1
- OD standard 5 > 0.6 OD

**The sample dilution factor of 40 is already included in the standard curve (see Quality Assurance Certificate).** In the below formula merely the further dilution factor of the extract and a differing sample weight need to be taken into consideration.

The calibration is carried out with **Ca - pantothenate**. For the calculation of **vitamin active pantothenic acid** the factor of 0.92 must also be considered.

$$\begin{array}{l} \text{Pantothenic acid} \\ \text{(in mg / 100 g)} \\ \text{(in mg / 100 ml)} \end{array} = \frac{\text{conc. standard curve} \times \text{dilution factor} \times 0.92}{\text{sample weight in g (ml)}}$$

### Example:

Sample weight: 1 g  
Sample extraction dilution: **1 : 40 (must not be considered)**  
Dilution of the sample extraction: 1 : 70 (has to be considered)  
Measured concentration from the standard curve: 0.08 mg Ca - pantothenate / 100 g

$$0.08 \times 70 \times 0.92 / 1 = 5.2 \text{ mg pantothenic acid / 100 g}$$

### Evaluation for capsules, pills, vitamin mixes

Pantothenic acid in mg / pill or capsule =

$$\frac{\text{conc. standard curve} \times \text{dilution factor} \times \text{pill or capsule weight in g} \times 0.92}{\text{sample weight in g} \times 100}$$

For technical assistance in the U.S. and Canada,  
R-Biopharm Inc., Marshall Michigan, USA  
Telephone: (877) 789-3033  
Fax: (269) 789-3070

R - Biopharm makes no warranty of any kind, either expressed or implied, except that the materials from which its products are made are of standard quality. If any materials are defective, R - Biopharm will provide a replacement product. There is no warranty of merchantability of this product, or of the fitness of the product for any purpose. R - Biopharm shall not be liable for any damages, including special or consequential damage, or expense arising directly or indirectly from the use of this product.

## 9. Literature

- Official Methods of Analysis (AOAC) 960.46
- AOAC 945.74 Pantothenic Acid in Vitamin Preparations, Microbiological Method (1960)
- AOAC 992.07 Pantothenic Acid in Milk-Based Infant Formula, Microbiological Turbidimetric Method (1995)
- Tarsner et al.: Analysis of Milk-Based Infant Formula - Collaborative Study Journal of AOAC International Vol. 76 No 2, 1993
- Schweizer Lebensmittelbuch SLMB Kapitel 62 / 13.2.1
- The United States Pharmacopeial Convention (USP) Biological Tests / (91) Calcium Pantothenic Assay
- Vitamin-Bestimmungen, Verlag Chemie GmbH Weinheim/Bergstr.; Strohecker und Henning
- The Vitamins, 2. Auflage, Vol. VII. Academic Press, New York/London (1967): V. Herbert und J.R.Bertino