

시설 피복자재와 품종에 따른 참외 엽산 함량

전희^{1*} · 최영하¹ · 엄영철¹ · 백이¹ · 유인호¹ · 류희룡¹ · 현대선² · 연미영² · 신용섭³

¹원예연구소 시설원예시험장, ²충북대학교 식품영양학과, ³경북농업기술원 성주과채류시험장

Folate Contents of Oriental Melon (*Cucumis melo*) Cultivated in Greenhouse Covered with Different Films and Varieties

Hee Chun^{1*}, Young Ha Choi¹, Yeong Cheol Um¹, Y Paek¹, In Ho Yu¹,
Hee Yong You¹, Tai Sun Hyun², Mi Yong Yon², and Yong Seub Shin³

¹Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-800, Korea

²Department of Food and Nutrition, Chungbuk National University, Cheongju 719-861, Korea

³Seongju Fruit Vegetable Experiment Station, Gyeongbuk ATA Seongju 361-763, Korea

Abstract. Light transmittance of PO-2 film was 71.2% higher than any other films, because of low amount of pending water and attaching dust on film surface. On dawn, the air temperature of tunnel were higher than that of outdoors as much as between 11.8 and 14.5°C on Feb. 19 to 20, 2007. The air temperature in the greenhouse covered with PO-2 film was higher than any other films as much as 2.3°C. Analyzing of folate in oriental melon, the folate contents of fruit were between 68.9 and 113.4 µg/100 g according to varieties. In winter, the folate contents in the treatment of PO-2 film was higher than that in the treatment of PE film as much as 17%. Above 15°C in outdoors mean air temperature, the folate contents were as much as between 55.2 and 75.2 µg/100 g. The folate contents in the treatment of PO-2 film was higher than that in the treatment of PE film as much as 36%.

Key words : air temperature, attaching dust, light transmittance, pending water, soil temperature

*Corresponding author

서 언

참외는 주로 시설재배를 통하여 연중 생산되는 과채류로서 다양한 성분을 가지고 있다. 참외의 건강 기능성 성분 가운데 엽산은 신경계 손상, 심혈관계 질환 및 암 등의 질병을 예방하는 역할을 한다고 알려져 있다(Lucoock, 2000). 엽산은 비타민 B 복합체의 일부로 식생활에서 가장 결핍되기 쉬운 영양소의 하나로 (Ockerman, 1991) 엽산이 결핍되면 중추신경계 장애, 빈혈증, 심장병을 일으키거나 특정의 암과도 관계가 것으로 알려져 있다(Czeizel과 Dudas, 1992; Mason, 1994; McGanity, 1990; Sharman, 1982; Werler 등, 1993). 특히 임신부의 엽산 부족은 태아에게 직결된 언청이, 두뇌 손상 기형아의 출산이나 출생 후에도 발육 부진, 학습능력 부족현상을 부추기게 된다고 하였다

(Al-Gazali 등 2001; Angeleen과 Andrew, 1998; Choi 등, 2006; James 등 1999; Kim 등, 2002; Van Rooij 등 2003; Williams 등, 2002).

국내에서 식품의 엽산함량에 대한 분석 결과는 주로 외국의 보고자료를 인용하여 발표하고 있으나(RRDI, 2006), 최근 trienzyme을 이용한 미생물학적으로 분석 방법이 보완되면서 참외의 경우 기존의 외국 자료를 이용한 수치보다 높게 나타났다고 보고하였다(Hyun과 Tamura, 2005; Ji, 2004; Tamura 1998; Yon과 Hyun, 2003; Yon과 Hyun, 2005).

참외재배는 주산지인 성주를 중심으로 무가온 단동 시설에서 주로 이루어지고 있다. 무가온 재배는 시설의 보온성을 높이고 태양에너지를 최대한 이용하는 것이 매우 중요하다. 특히 시설 내 광환경과 보온성은 일차적으로 시설을 피복하는 필름의 영향을 크게 받는다

(Baile, 1999). 국내에서 이용하는 시설 피복 필름은 대부분 폴리에틸렌(PE) 필름으로서 결로현상이 심하고 투명도가 떨어지며 먼지부착이 심해 광투과성이 떨어진다. 이로 인해 생산물의 품질이 떨어지고 필름수명도 길지 않아 해마다 교체가 요구되는데 교체에 따른 생산비 상승이 문제된다(Chun 등, 1997). 최근 시설원예 농가에는 PE필름보다 투명도, 방적성 및 방진성이 우수하고 내구성과 내후성이 우수한 코팅방식의 폴리올레핀(PO)계 필름이 도입되면서 작물 생산성을 향상시키고 있다.

이 시험은 참외의 유전적 특성 차이를 보이는 품종과 광 환경에 영향을 주는 피복자재의 종류가 참외 과실의 엽산함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

시설 특성 및 환경 측정

이 시험은 원예연구소 시설원예시험장 포장에서 이루어졌다. 시설은 폭 5.6m, 높이 2.7m, 길이 23m인 아치형 철재 파이프 골조로 구성되었다. 피복자재는 피복 후 2년이 경과된 투명 연질필름이었으며, 이들을 PO-1, PO-2, PO-3 및 PE로 표시하였고 각각의 특성은 Table 1과 같다. 이 가운데 PO-1, PO-2 및 PO-3은 폴리에틸렌(PE)을 기본소재로 물성을 강화시키기 위하여 고무 성분이 첨가되었다. 시설 측면에는 고정식으로 높이 0.5m의 치마를 설치하였으며, 측면에서 치마와 겹치는 외부피복자재의 폭은 0.3m로 유지하였다. 시설 내부 터널은 폭 1.3m, 높이 0.47m, 길이 19.7m의 직경 8.5mm의 강선 지주를 0.8m 간격으로 설치하였다. 터널 보온은 두께 4의 터널용 폴리에틸렌 필름과 바깥쪽에 2겹의 부직포와 화학솜과 폴리폼이 누벼진 보온재를 사용하였다. 피복자재의 방적성을 조사

하기 위하여 북쪽 지붕 중간에 10개의 지점을 2006년 4월 15일과 2007년 4월 15일 오전 10시에 미리 정량된 직경 11cm(Whatman, Cat No 1006 110)의 여과지를 이용하여 물방울을 빨아들인 상태에서 무게를 측정하였다. 피복자재의 방진성 조사하기 위하여 피복 3개월 후 남측 지붕 중간에서 길이 50cm 정사각형을 10개의 지점에서 평량이 24g·m⁻² 이상이고 파열강도가 0.5kg·cm⁻² 이상인 facial tissue를 사용하여 분진을 수거하였다. 피복자재의 투광률은 2006년 4월 15일과 2007년 4월 15일 오전 12시에 휴대용 조도계(ANA-F12, TOKYO PHOTOELECTRIC)를 시설 내에서 10개 지점에서 동시에 측정하여 외부 광도에 대한 내부 광도의 비율로 산정하였다.

참외 재배 및 엽산 분석용 과실 채취

참외는 농우바이오의 ‘옴토좌호박’ 대목에 ‘오복꿀’을 접목하여 40일이 지난 2007년 2월 5일에 조건 180cm, 주간 30cm 간격으로 정식하였다. 비료는 질소(N)-인산(P)-加里(K)-퇴비 수준을 각각 18.7-6.3-10.9-1,500kg/10a으로 하였고, 인산과 퇴비는 전량 기비로 주었으며, 질소와 가리는 기비 60%, 나머지는 30~15일 간격으로 나누어 주었다. 참외 모종을 정식하기 전에 주지 4번째 마디에서 적심하고, 정식한 다음 2개의 아들덩굴을 유인하여 17마디에서 적심하였다. 착과는 아들덩굴 5마디 이상에서 나온 손자덩굴에 착과시켜 한 포기에 4~5개의 과실이 달리도록 한 다음, 토마토 톤(4-chlorophenoxy acetic acid, 4-CPA) 50배액과 GA₃(gibberellic acid) 50mg·L⁻¹를 처리하였다.

참외 시판 품종별 과실의 엽산함량을 조사하기 위하여 성주지방에서 재배된 농우바이오의 “007꿀”, “오복꿀”, 세미스코리아의 “슈퍼골드”, “정품플러스”, “금자담” 동부한농종묘의 “수퍼성주꿀” 품종을 대상으로 2007년 4월 6일과 7월 10일에 수확하여 다음에 제시된 방법으로 엽산함량을 분석하였다.

엽산분석

참외는 과실 무게를 측정하고 과피를 벗겨서 부위별로 7~8g을 잘라내어 다시 정확한 무게를 측정하였다. 이를 50ml 튜브에 넣고 1% sodium ascorbate를 함유한 0.1M potassium phosphate buffer (pH 4.0)로 약 10mL가 되게 하였다. 튜브에 준비된 시료는

Table 1. Infrared ray absorption and thickness of covering films.

Covering films	Infrared ray absorption rate (%)	Film thickness (μm)
PO-1	68	100
PO-2	92	150
PO-3	90	130
PE	72	100

homogenizer(HR 1700, Philips)를 이용하여 균질화하였고, buffer로 15mL까지 채운 후 잘 혼합하여 1.7 mL microtube에 담아 -70°C 에 보관하였다. 2주 후 실온에서 해동하여 250 μL 를 취하여 microtube에 넣고 1% sodium ascorbate를 함유한 0.1M potassium phosphate buffer (pH 7.0) 800 μL , 20mg/mL α -Amylase 350 μL , conjugase 100 μL 를 넣어 1.5mL이 되도록 하여 잘 섞은 후 37°C 에서 2시간 처리하기로 하였다. α -Amylase 용액은 20mg/mL 농도로 제조하였고, folate conjugase는 쥐로부터 혈청을 얻어 이용하였다. α -Amylase 용액과 쥐 혈청은 내인성 folate를 제거하기 위해 이들 용액 1/10부피의 charcoal을 넣고 얼음 위에서 1시간 교반한 후 여과방식으로 멸균하였다. α -Amylase는 제조 즉시 사용하였으며, folate conjugase는 소량으로 나누어 -70°C 에 보관하고 실온에서 해동하여 사용하였다. 시료의 효소처리는 균질화한 시료를 실온에서 해동하여 250 μL 를 취하여 microtube에 넣고 1% sodium ascorbate를 함유한 0.1M potassium phosphate buffer (pH 7.0) 800 μL , α -Amylase 350 μL , conjugase 100 μL 를 넣어 1.5mL이 되도록 하여 잘 섞은 후 37°C 에서 2시간 처리하였다. 이 용액을 10분 동안 원심분리 한 후 상층액을

microtube에 덜어 -70°C 에 보관하는 것으로 효소처리를 종결하였다. 효소처리 후 냉동 보관 하였던 시료를 실온에서 해동한 후 *L. casei*를 이용한 미생물학적 방법으로 분석하였다. 표준용액은 folic acid로 제조하였다. 96-well microplate에 0.1% sodium ascorbate를 함유한 0.1M potassium phosphate buffer(pH 6.3)와 시료를 넣고 multichannel pipetter를 이용하여 단계적으로 희석하고 *L. casei* 균주를 주입하여 37°C 에서 18~20시간 동안 배양하였다. 배양 후 각 well을 잘 섞은 다음 microplate reader로 600nm에서 흡광도를 측정하고 표준용액과 비교하여 시료용액의 농도를 계산하였다.

결과 및 고찰

필름을 피복한 후 2년이 경과된 참외 재배시설에서 시설 내부 필름 표면에 결로현상으로 부착된 수적량과 시설 외부 필름 표면에 부착된 분진 부착량이 적었던 PO-2에서 투광률이 71.2%로 높았으며, PO-1과 PO-3과는 차이가 크지 않았으나 PE보다는 7.6%가 높았다(Table 2). Chun 등(2007)은 이 시험에 사용된 PO-1 필름의 1년차 투광률이 78.2%로 가장 높았다고 하였는데 1년이 경과된 상태에서 7.0%가 떨어진 것으로 나타났다. 국내에서 사용하고 있는 대부분의 연질필름에서 피복 1년차보다 2년차는 오염 정도에 따라서 15~20% 정도 낮은 투광률을 보이는 것이 일반적인데 이 보다는 훨씬 높은 수준의 투광률을 보이고 있었다. 반면에 폴리에틸렌 가운데 1년차에서 가장 투명도와 보온성이 우수하였던 PE의 투광률이 63.6%로서 낮은 수준을 보였는데 이는 분진에 의한 오염과 결로현상에 의한 물방울 부착이 많았기 때문인 것으로 생각된다(Table 2, Fig. 2).

겨울철 시설 터널에서 온도가 가장 낮은 새벽 시간의 기온은 노지보다 $11.8\sim 14.5^{\circ}\text{C}$ 정도 높게 나타났으며, 피복자재에 따라서는 최고 2.7°C 차이가 났는데 PO-2에서 가장 높았다(Fig. 3). 지온은 터널이 노지보다 $13.0\sim 15.3^{\circ}\text{C}$ 정도 높았으며, PO-2에서 가장 높아 PE보다 2.3 높았다(Fig. 4). 참외 주산단지인 성주지방에서 참외는 무가온으로 재배되기 때문에 터널 안의 야간 기온과 지온이 생육에 필요한 정도로 확보되지 않으면 저온장애로 작물의 생육이 저조하다. 특히 착과

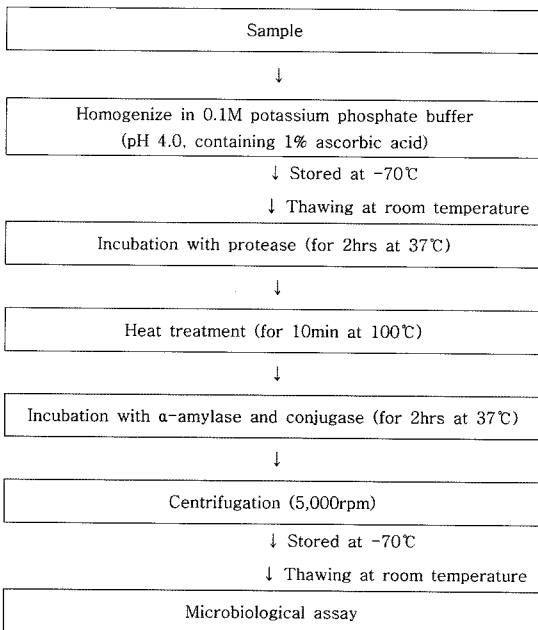


Fig. 1. The process of trienzyme to analyze folate in oriental melon.

Table 2. Amount of water drop and dust of covering films and light transmittance in greenhouses on April 15, 2007.

Covering films ²	Wt. of water drop (g/m ²)	Wt. of dust (mg/m ²)	Light transmittance (%)
PO-1	1.91±0.04 ³	70.2±2.4	70.9±1.4
PO-2	0.95±0.04	61.0±2.5	71.2±1.9
PO-3	1.41±0.05	68.1±1.8	71.0±1.4
PE	2.84±0.12	112.5±4.0	63.6±2.1

²See Table 1.

³Mean±SD of 10 spots

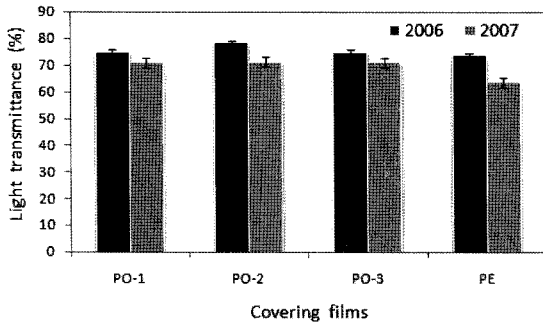


Fig. 2. Comparison between light transmittance in greenhouse on April 15, 2006 and April 15, 2007.

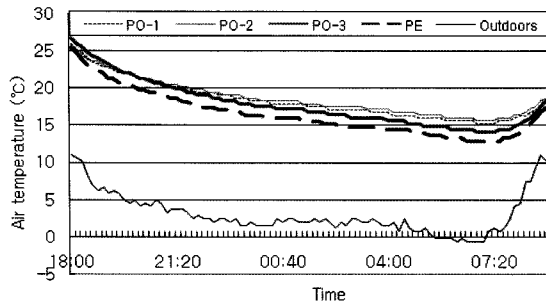


Fig. 3. Change in air temperature in greenhouses covered with various covering films on Feb. 19 to 20, 2007.

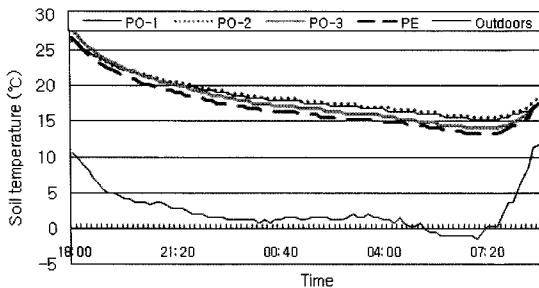


Fig. 4. Change in soil temperature in greenhouses covered with various covering films on Feb. 19 to 20, 2007.

Table 3. Folate contents of oriental melon at different varieties harvested in the greenhouse covered with polyethylene film on July 10, 2007.

Oriental melon varieties	Folate contents (µg/100g)		
	Flesh	Placenta	Total fruit
“007ggul”	55.1±5.8 ²	238.7±40.3	90.9±16.8
“Obokggul”	67.9±25.6	261.4±66.7	89.0±26.7
“Supergold”	60.2±6.4	349.8±48.4	85.9±12.2
“Superseongjuggul”	76.8±15.5	302.7±55.1	93.7±18.4
“Jeongpumpus”	50.7±9.9	185.9±25.6	68.9±11.2
“Geumjatap”	84.2±15.8	226.1±49.1	113.4±22.9

²Mean±SD of 10 samples

및 과실의 비대발육이 시작되는 시기에는 더욱 피해가 크기 때문에 각별한 보온관리가 필요하다. 이 시험에서 정상적인 생육에 필요한 야간한계온도인 15°C 이상으로 유지되는 피복자재는 PO-1과 PO-2 이었으며, PO-3과 PE는 새벽시간에 이 보다 낮은 온도를 나타냈다. 시험이 수행된 부산지역에서 2007년도 1월과 2월의 경우 평년보다 2~3°C 높은 기온을 보여 작물 생육에 영향을 미치지 않는 것으로 보였으나, 동절기 기온이 평년 수준 이하로 내려갈 경우 참외의 저온피해가 우려되기 때문에 보온효과가 우수한 피복자재를 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

참외의 엽산함량에 미치는 요인별 정도를 알아보기 위하여 성주지방에서 주로 재배되는 주요 참외 품종과 피복자재에 따른 과실의 엽산함량을 조사하였다(Table 3). 먼저 참외 과실 전체에서 엽산을 분석한 결과 엽산함량은 품종에 따라 68.9~113.4µg/100g 정도로 나타났으며 이는 Yon과 Hyun(2003)이 성숙기 출하되는 참외를 대상으로 보고한 132µg/100g보다 낮은 수치였다. 참외 과실에서 종자와 이를 포함하고 있는 태좌부를 제외한 과육에서는 50~84µg/100g 정도의 엽산함량을 보여 과실의 대부분을 차지하는 과육이 과실 전체의 엽산함량을 좌우하였다. 그러나 무게에 대한 비율이 10~20% 정도를 차지하는 태좌에서는 이 보다 훨씬 높은 185.9~349.8µg/100g 정도를 보여 신선한 상태에서 태좌와 같이 먹는 것이 유익한 참외 섭취방법으로 나타났다. 시험에 사용된 참외 품종 가운데 ‘금자탑’의 과실 전체 엽산함량이 다른 품종에 비해 25~65% 정도 높아 품종간의 차이가 큰 것으로 나타났다.

Table 4. Folate contents of oriental melon “Obokggul” at different covering films harvested on April 6 and July 10, 2007.

Covering films	Folate contents of fruit (μg/100g)	
	On April 6, 2007	On July 10, 2007
PO-1	48±7 ^a	76±11
PO-2	53±11	95±15
PO-3	49±3	89±19
PE	45±10	74±6

^aMean±SD of 10 samples

저온기에 재배되어 2007년 4월 6일에 수확한 참외의 엽산함량은 고온기보다 전체적으로 낮은 수치를 보였다(Table 4). 이 시기에는 지온이 낮아 식물이 필요로 하는 비료성분을 제대로 흡수하지 못 할뿐만 아니라 잦은 강우로 광량이 부족하여 비타민 B군의 일종인 엽산이 식물체에서 합성이 어려웠기 때문일 것으로 판단되었지만 앞으로 참외 과실에서 엽산이 합성되는 생화학적 과정을 구명하여야 할 것이다.

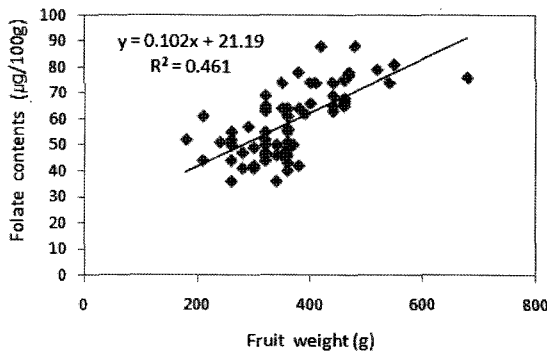


Fig. 5. Relation of folate contents according to fruit weight of oriental melon harvested on April 6, 2007.

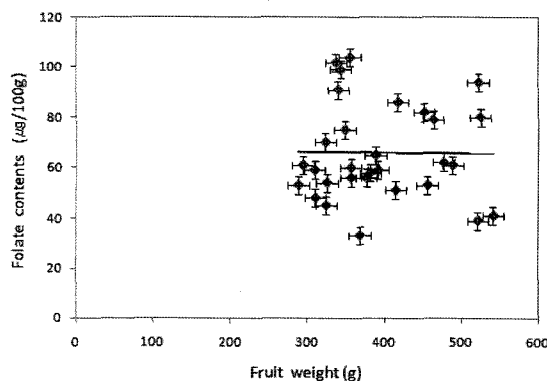


Fig. 6. Relation of folate contents according to fruit weight of oriental melon harvested on July 10, 2007.

한편 외기 온도가 15°C 이상 확보된 시기에 착과 및 결실이 이루어져 2007년 7월 10일에 수확된 참외에서 엽산함량은 저온기보다 높아지는 것을 알 수가 있었다(Table 4). 이 시기에는 참외 과실 부위별로 과육에서 55.2~75.2μg/100g, 정도로 나타났으며, 과실 전체에서는 73.9~94.9μg/100g, 정도로 나타나 보온성과 광환경이 우수한 PO-2에서 PE보다 과육에서 36%, 과실 전체에서 28% 정도 높은 수준을 보였다. 참외에서 유전적인 특성 차이나 재배 환경 차이에 의한 엽산함량의 차이를 보였다는 보고는 없으나, 적비트에서 유전적인 요인과 환경적인 요인으로 엽산함량 차이를 보이고, 분석방법의 개선에 따라 기존과는 현격한 차이를 보이고 있다는 보고(Wang과 Goldman, 1996; Yon과 Hyun, 2005)가 있기 때문에 앞으로 참외뿐만 아니라 다른 채소류에서도 재배관리에 따른 엽산함량 증진 기술의 개발이 필요할 것으로 생각된다. 저온기에 재배된 참외에서는 무게가 무거울수록 엽산의 함량이 높았으나 평균 외기 온도가 15°C 이상 상승되는 시기에는 무게의 영향을 받지 않았다(Figs. 5, 6). 성주지방에서 생산되는 참외 과실의 특성 가운데 과실 크기를 작게 하여 당도가 높은 참외를 생산하게 되는데, 저온기에는 과실이 큰 것이 오히려 엽산함량이 높게 나타나 정확한 원인을 구명할 필요가 있겠다.

적 요

참외 재배시설에서 시설 내부 필름 표면에 결로현상으로 부착된 수적량과 시설 외부 필름 표면에 부착된 분진 부착량이 적었던 PO-2에서 투광률이 71.2%로 가장 높았다. 겨울철 시설 터널에서 온도가 가장 낮은 새벽 시간의 기온은 노지보다 11.8~14.5°C 정도 높게 나타났으며, 피복자재에 따라서는 최고 2.7°C 차이가 났는데 PO-2에서 가장 높았다. 지온은 터널이 노지보다 13.0~15.3°C 정도 높았으며, PO-2에서 가장 높아 PE보다 2.3°C 높았다. 참외 과실 전체에서 엽산을 분석한 결과 엽산함량은 품종에 따라 68.9~113.4μg/100g 정도로 나타났다. 저온기에 참외 과육에서 45~53μg/100g 정도로 나타났으며, 보온성과 광환경이 우수한 PO-2에서 PE보다 17% 정도 높은 수준을 보였다. 그러나 외기 온도가 15°C 이상 확보된 시기에는 55.2~75.2μg/100g 정도로 나타났으며, PO-2에서 PE보다 과육에서 36%

높은 수준을 보였다.

주제어 : 기온, 분진, 투광률, 수적, 지온

인 용 문 헌

1. Al-Gazali, L.I., R. Padmanabhan, S. Melnyk, P. Yi, I.P. Pogribny, M. Pogribna, M. Bakir, Z.A. Hamid, Y. Abdulrazzaq, A. Dawodu, and S.J. James. 2001. Abnormal folate metabolism and genetic polymorphism of the folate pathway in a child with Down syndrome and neural tube defect. *Amer. J. Med. Genet.* 103:128-132.
2. Angeleen, F. and J. Andrew. 1998. Embryonic folate metabolism and mouse neural tube defects. *Science.* 280 : 2107-2109.
3. Baille, A. 1999. Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. *Acta Hort.* 491:37-48.
4. Choi, J.H., H.A. Kim, and H.S. Lim. 2006. MTHFR polymorphism and folate status of Korean women of childbearing age. *Nutri. Sci.* 9(1):35-41.
5. Chun, H., Y.S. Kwon, H.H. Kim, and S.Y. Lee. 1997. Effect of anti-dropping on environment and oriental melon (*Cucumis melo*. var. makuwa Mak.) growth in soft plastics film house. *J. of Bio-Env. Con. (Abstract).* 6(1):53-58.
6. Chun H, Y.H. Choi, H.J. Kim, Y. Paek, I.H. Yu, H.Y. You, T.S. Hyun, and M.Y. Yon. 2007. Folate Contents of Oriental Melon to Varieties, Covering Materials and Harvesting Time in Greenhouse. *J. of Bio-Env. Con (Abstract).* 127.
7. Czeizel, E.A. and I. Dudas. 1992. Prevention of the first occurrence of neural-tube defects by periconceptional vitamin supplementation. *New England J. Medicine.* 327:1832-1835.
8. Hyun, T.H. and T. Tamura. 2005. Trienzyme extraction in combination with microbiologic assay in food folate analysis: an updated review. *Exp. Biol. Med.* 230:444-454.
9. James, S.J., M. Pogribna, I.P. Pogribny, S. Melnyk, R.J. Hine, J.B. Gibson, P. Yi, D.L. Tafoya, D.H. Swenson, V.L. Wilson, and D.W. Gaylor. 1999. Abnormal folate metabolism and mutation in the methylenetetrahydrofolate reductase gene may be maternal risk factors for Down syndrome. *Amer. J. Clin. Nutr.* 70:495-501.
10. Ji, H.J. 2004. Folate content of foods by trienzyme methods - fast food, convenient food, processed food, milk, drinks, source - Thesis of master degree. Chungbuk Univ.
11. Kim, C.H., Y.S. Park, K.N. Nah, and P.C. Elwood. 2002. Sorting and function of the human folate is independent of the caveolin expression in fisher rat thyroid epithelial cells. *J. of Biochemistry and Molecular Biology.* 34(4):395-402.
12. Lucock, M. 2000. Folic acid: nutritional biochemistry, molecular biology, and role in disease process. *Mol. Genet. Metab.* 71:121-138.
13. Mason, J.B. 1994. Folate and colonic carcinogenesis: search for a mechanistic understanding. *J. Nutr. Biochem.* 5:170-175.
14. McGanity, W. 1990. Multivitamin supplementation and neural tube defects. *Vitamin Nutr. Info. Serv.* 2:1-9.
15. Ockerman, H.W. 1991. Food Science. (2nd ed), part 1: Terms and description. Van Nostrand Reinhold, New York.
16. Rural Resources Development Institute(RRDI). 2006. Food composition table 7th. RDA.
17. Sharman, I.M. 1982. The vitamin: Folic acid and biotin. *Nutr. and Food Science.* Nov/Dec: 15-17.
18. Tamura, T. 1998. Determination of food folate. *J. Nutr. Biochem.* 9:285-293.
19. Van Rooij, L.A., D.W. Swinkels, H.J. Blom, H.M. Merkus, and R.P. Steegers-Theunissen. 2003. Vitamin and homocysteine status of mothers and infants and the risk of nonsyndromic orofacial clefts. *Amer. J. Obstet. Gynecol.* 189:1155-1160.
20. Wang, M. and I.L. Goldman. 1996. Phenotypic variation in free folic acid content among F₁ Hybrids and open-pollinated cultivars of red beet. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(6):1040-1042.
21. Werler, M.M., S. Shapiro, and A.A. Mitchell. 1993. Periconceptional folic acid exposure and risk of recurrent neural tube defects. *J. Amer. Medical Assn.* 269:1257-1261.
22. Williams, L.J., C.T. Mai, L.D. Edmonds, G.M. Shaw, R.S. Kirby, C.A. Hobbs, L.E. Sever, L.A. Miller, F.J. Meaney, and M. Levitt. 2002. Prevalence of spina bifida and anencephaly during the transition to mandatory folic acid fortification in the United States. *Teratology.* 66:33-39.
23. Yon, M.Y. and T.S. Hyun. 2003. Folate content of foods commonly consumed in Korea measured after trienzyme extraction. *Nutrition Research.* 23:735-746
24. Yon, M.Y. and T.S. Hyun. 2005. Additional data for the folate database for foods common in Korea. *Korean J. Nutrition.* 38(7):586-604.