

올레산을 이용한 오이의 흰가루병 방제*

이문행** · 김영식***

Control of Powdery Mildew on Cucumber by Using Oleic Acid in the Greenhouse

Lee, Moon-Haeng · Kim, Young-Shik

We experimented with the effect of oleic acid and its appropriate concentration to prevent powdery mildew eco-friendly in a cucumber greenhouse cultivation. 'Baekbongdadaki' (Nongwoo Bio. co. Korea) was treated in the plastic greenhouse at Sangmyung University. We treated four levels of concentration of oleic acid, which were 0, 2000, 4000, 6000, and 8000 ppm. There were investigated diseased severity, diseased leaf area, control value, and pesticide injury. The degree of control values by oleic acid treatments was investigated at 3 days after treatment. The recurrence of powdery mildew was checked for 55 days. The day and night temperature in the greenhouse were controlled to 23 and 15°C respectively. The humidity inside the greenhouse was not controlled to prevent outbreak of the disease. From the experimental results, oleic acid was very efficient to control powdery mildew. 2000 ppm of oleic acid was shown to be the most control efficiency without any pesticide injury. The recommended method to treat it was to spray three times every 3 weeks.

Key words : *disease occurrence, disease control value, pesticide injury, natural repellent*

I. 서 론

우리나라 시설원예 면적은 1990년대~2000년대 초까지 급격히 증가하였으며, 그 후 증가

* 이 연구는 상명대학교 교내연구비로 수행되었음.

** 상명대학교 식물식품공학과

*** Corresponding author, 상명대학교 식물식품공학과(dogue24@korea.kr)

세는 약화되었으나 면적과 생산량은 꾸준히 증가하는 경향을 보이고 있다. 2010년 시설채소의 총 재배면적은 245,251 ha이며, 과채류 면적은 56,480 ha로 약 25%를 차지하고 있고, 그 중 오이의 면적은 과채류 면적의 10%를 점하고 있다. 시설채소 총 생산량 중에서 과채류가 차지하는 비율은 약 30%인 2,368,807 ton이며, 그 중 오이는 306,023 ton으로 약 12%를 차지한다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2011).

현재 국내에 보고되어 있는 흰가루병균은 *Blumeria*, *Golovinomyces*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Sphaerotheca*, *Phyllactinia* 등 13속으로 매우 다양한 종에 의해 발생하는 것으로 알려져 있으며, 수목과 초본식물을 포함한 약 300여종 이상의 식물에서 흰가루병이 발생하는 것으로 보고되어 있다(The Korea Society of Plant Pathology, 2009; Kwon 등, 2009; Lee 등, 2008; Shin, 2000). 오이를 포함한 박과류에 흰가루병을 일으키는 병원균은 *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer으로 알려져 있다(Shin, 2000; Kim 등, 2012). 오이에서 흰가루병이 발생했을 때, 주당 병반 면적율이 20%에 이르면 경제적 손실이 시작되며, 병반 면적율이 50%를 넘으면 약 35%의 수량감소가 발생한다(Beloanger 등, 1998; Verhaar 등, 1993; Kim 등, 2012).

흰가루병은 시설재배에서 많이 발생하며, 병의 발생생태와 피해양상도 작물마다 달라서 그 방제법도 달라야 한다. 그러나 대다수의 농가에서는 화학적 방제에 의존하기 때문에 잦은 살균제 처리에 따른 내성 발생이 문제로 대두되고 있다. 흰가루병의 친환경 방제법으로 많이 사용되는 것은 난황유를 이용한 방제법이다. 난황유는 상추, 오이, 장미 등의 흰가루병 방제에 우수한 효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다(Jee 등, 2006a; Jee 등, 2006b; Jee, 2008). 특히 살균제에 내성을 나타내는 장미와 오이의 경우, 난황유를 이용한 흰가루병 방제율은 90%에 달하며, 작물의 생육과 수량에도 좋은 것으로 알려져 있다(Jee 등, 2005; Jee 등, 2008). 난황유는 계란 노른자에 함유된 레시틴이 천연유화제 역할을 하여 식용유를 잘 혼합시킨다는 사실에 착안하여 개발되어, 거의 모든 작물에 사용되고 있다. 그러나 난황유는 계란과 식용유, 다른 천연오일 등으로 적절히 혼합하여 사용하여야 하는데, 농가에서 사용하기에는 조제의 불편과 적정 농도에 맞는 조제에 어려움이 있고, 자주 사용할 경우 작물의 호흡과 생리작용을 방해하여 생장억제나 장애를 발생할 수 있는 문제가 있다(Jee, 2008).

최근 친환경 방제에 올레산을 이용하는 연구가 이루어지고 있다(Kim 등, 2011; Kim 등, 2012a; Kim 등, 2012b; Kim 등, 2012c). 올레산은 불포화지방산으로 올리브나 땅콩과 같은 식물에 다량 함유되어 있으며(Untoro 등, 2006; Villarreal 등, 2007), 식용유의 주요 원료가 되는 천연물이다. 따라서 물과 기름이 원료인 난황유와 유사한 성분이므로 방제효과는 유사하면서, 조제과정이 필요치 않으므로 현장에서 쉽게 사용할 수 있는 방법으로 예상된다.

본 실험은 온실 내 오이재배에서 크게 문제가 되는 흰가루병의 친환경적 방제를 위한 방법으로 올레산의 사용에 대한 효과와 올레산 처리 시 적정 농도를 구명하기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료 및 재배

오이 흰가루병 방제실험은 2013년 9월 23일부터 2014년 1월 20일까지 수행되었다. 공시 재료로는 시중에 판매되는 ‘백봉다다기(농우바이오, 한국)’를 구입하여 흰가루병 방제 검정에 이용하였다. 경기도 농업기술원 벤로형 유리온실에서 육묘상토(튼튼이, 농우바이오)가 담긴 40공 트레이에 종자를 1립씩 파종하고 주야온도 28/22℃에서 25일간 육묘하였다. 육묘기간 중에는 1일 1회(오전 11시 30분) 급액 했으며, 비료는 시비하지 않았다. 정식 및 재배는 세론농기술실용화센터의 플라스틱 온실에서 수행하였다. 본엽 1~2매 전개한 2013년 10월 17일에 재식간격 0.3 m, 줄 간 간격 1.8 m로 정식하였다. 배지는 코이어 자루배지(코코믹스, 서원양행)를 이용하였으며, 배양액은 아마자키 토마토배양액으로 급액하였다. 급액 방법은 타이머 제어법을 사용하였고, 1회 급액량 150 ml, 11회/일로 급액하였다. 또한 환경 자료의 수집을 위해 온실 내부에 온습도 센서와 데이터로거(HTR-20, 한스시스템, 한국)를 각 5개씩 설치하여 주 1회 조사하였다.

2. 발병 유도 및 조사

흰가루병은 정식한 플라스틱 하우스에서 자연발생을 유도하였다. 정식 후 20일 후인 2013년 11월 5일에 흰가루병의 발생이 조사되었다. 발병조사는 식물체 전체 면적당 병반 면적율을 0%, 1-5%, 5.1-20%, 20.1-40%, 40.1% 이상의 5단계로 나누어 조사하는 국립농업과학원 농약등록 약효·약해시험 세부지침에 기초하여, 0%, 1-5%, 5.1-10%, 10.1-15%, 15.1-20%, 20.1-25%, 25.1-30%, 30.1-35%, 35.1-40%, 40.1% 이상의 10단계로 세분화하여 조사하였다.

3. 올레산 제조 및 처리

올레산의 조성과 조제방법은 Kim 등(2012b, 2012c)이 연구개발한 것을 사용하였다. 올레산 농도는 각각 2000 ppm, 4000 ppm, 6000 ppm, 8000 ppm으로 처리를 두었다. 올레산 혼합액 제조는 물 10 L에 올레산을 각각 20, 40, 60, 80g과 동량의 유화제(Emasol O-120V, (주)화왕, 일본, 순도 100%)를 첨가하였다. 올레산 혼합액의 제조순서는 소량의 따뜻한 물에 올레산과 유화제를 넣고 잘 저어서 섞어준 후, 나머지 물을 부어 목표하는 농도의 올레산 혼합액을 만들어 사용하였다.

4. 올레산 혼합액 살포 및 조사

오이 흰가루병 방제를 위한 올레산 살포는 발병이 조사된 2013년 11월 5일부터 4가지 농도처리별로 2일 간격으로 2회 처리하였다. 올레산 처리 후 3일 후부터 55일까지 방제효과 및 재발생까지 소요기간은 농촌진흥청의 작물 병해충 조사방법과 기준에 따라 격일로 조사하였다. 또한, 올레산 살포로 인한 약해피해도 조사하였다. 약해피해의 조사방법은 국립농업과학원 농약등록 약효·약해시험 세부지침을 기초하여 20단계로 세분화하여 조사하였다. 방제가 계산은 국립농업과학원 세부지침에 의거하여 수식 $\{1-(\text{처리구의 발병률}/\text{대조구의 발병률})\} \times 100$ 에 대입하여 계산하였다. 조사된 데이터는 사분위수 범위(IQR: Inter Quartile range)를 검사하여 오차범위 내의 값을 SAS 패키지를 이용하여 통계처리 하였고, 표현은 시그마플롯 ver.10(Systat Software Inc., UK)을 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

오이의 병 발생을 조사 및 방제. 2013년 10월 17일에 천안시 소재 세론농기술실용화센터의 플라스틱하우스에 정식한 오이는 정식 20일 후에 흰가루병의 발병이 처음 조사되었으며, 처리 간에 유의한 차이를 보이지 않아 올레산 처리로 적합한 것으로 나타났다(Fig. 1).

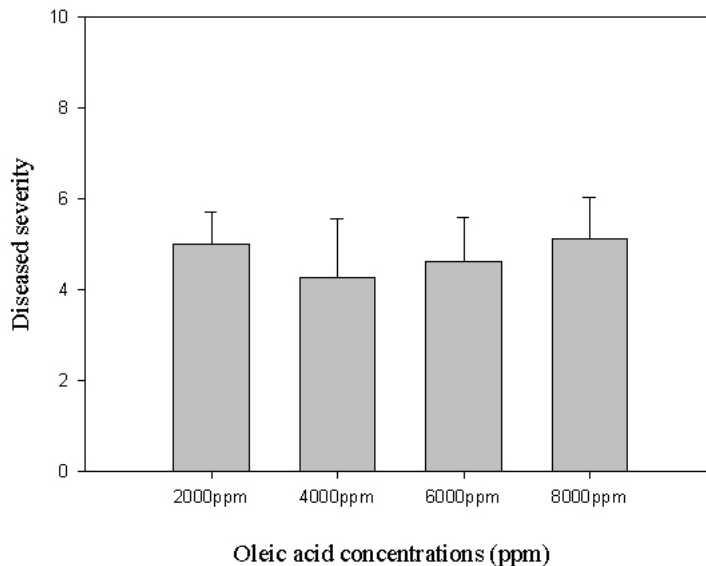


Fig. 1. Diseased severity of powdery mildew caused by *Sphaerosheca fusca* before treatment in the cucumber greenhouse

시설 내에서 저온기에 흰가루병이 만연하는 이유는 시설 내 온습도 환경이 원인인 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2005; Nam 등, 2012; Oh, 1997; Park과 Kim, 1993). 흰가루병원균은 활물기생하는 특성을 가지고 있는데, 기온이 높고 습도가 낮은 주간에는 포자가 퍼져나가고, 기온이 낮고 습도가 높은 야간에는 균사를 발생시키고 증식을 반복한다. 이 때문에 기주식물은 흰가루병에 의해 광합성과 증산작용이 감소되고, 호흡은 증가되어 상품성과 수확량이 감소된다(Nam 등, 2012). 본 실험에서도 시설 내 주야간 온도를 23/15°C로 제어하였으나, 낮은 외기온도로 습도조절이 어려워서 흰가루병원균이 증식하기 좋은 조건이 만들어진 것으로 판단된다(Fig. 2).

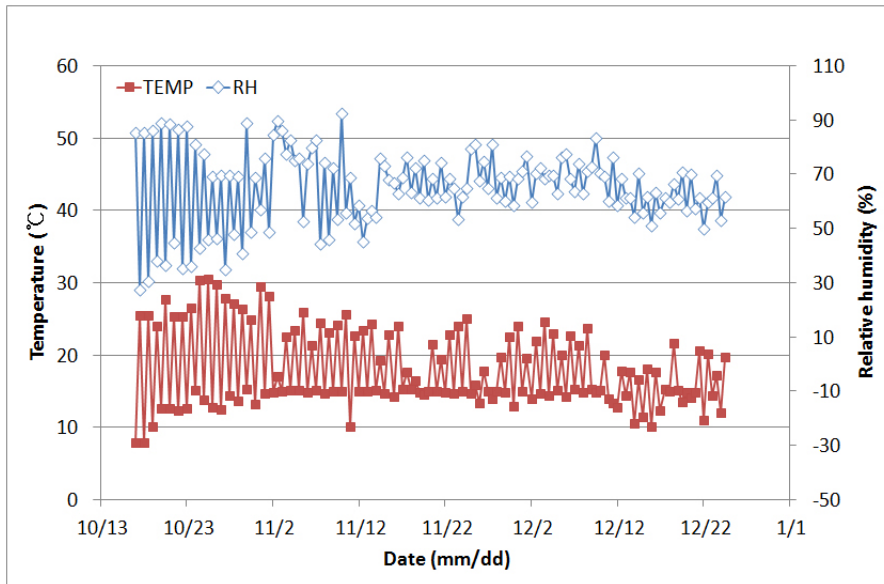


Fig. 2. Daily average temperature and relative humidity in the greenhouse

시설 내에 발생한 흰가루병을 방제하기 위해 4가지 농도의 올레산을 분무한 후, 방제효과를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 4가지 농도의 올레산을 2일 간격으로 2회 분무한 후의 방제가는 모든 처리구에서 90% 이상으로 매우 높게 나타났다. 무처리의 발병율은 올레산 처리 전에는 53% 정도로 처리구와 비슷했으나, 시간이 지남에 따라 84.5%까지 확대되어 매우 심각해졌다. 이에 비해 올레산 처리구는 육안으로 병반의 확인이 어려울 정도로 방제효과가 뛰어났으며, 무처리구와 올레산 처리구간의 병반면적을 차이는 매우 커졌다. 따라서 오이의 흰가루병 방제에 올레산을 분무하는 것은 매우 효과적인 방법인 것으로 사료된다.

Table 1. Effect of several concentrations of oleic acid treatments on the control of powdery mildew caused by *Sphaerosheca fusca* in the cucumber greenhouse

Treatments ^z	Diseased leaf area (%) ^y			Control value (%)
	11/06	11/08	Mean	
Control	82	87	84.5	-
2000 ppm	10	6	8.0	91.5c ^x
4000 ppm	9	4	6.5	95.2b
6000 ppm	8	3	5.5	97.4a
8000 ppm	8	2	5.0	98.1a

^z Control treatment was not treated, 2000 ppm, 4000 ppm, 6000 ppm and 8000 ppm were treated each with certain concentration of oleic acid.

^y Oleic acid were sprayed on cucumber plants two times (Nov. 5 and 7) and disease development was examined on after final treatments.

^x Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05

올레산을 처리한 경우 약해를 조사한 결과, 4000 ppm 이상의 농도에서 약해가 발생하였다(Fig. 3). 약해의 정도와 발생범위는 농도가 높을수록 크게 나타났으며, 2000 ppm 처리에서는 약해가 거의 발생하지 않았다.

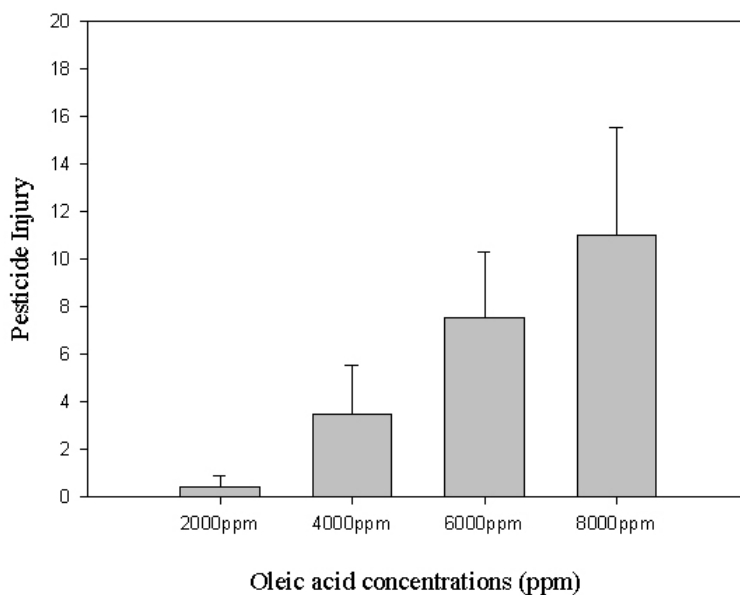


Fig. 3. Pesticide injury (%) by oleic treatments according to oleic acid concentrations

이상의 연구결과 오이재배에서 흰가루병이 발생하면 올레산을 2000 ppm 농도로 2회 분무하는 것이 가장 효과적인 방제법인 것으로 사료된다. 2000 ppm의 경우 방제가가 90% 이상으로 효과가 뛰어나며, 약해가 발생하지 않았다. 그러나 올레산 혼합액을 처리한 후 24일이 경과한 11월 29일에 흰가루병이 다시 나타나는 것으로 조사되어, 흰가루병의 재발생 방지를 위해서는 3주 정도마다 1회씩 올레산을 분무하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 또한 오이의 흰가루병 예방을 위해 주기적으로 올레산을 분무하는 것을 농가에 권장하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 온실 내 오이재배에서 크게 문제가 되는 흰가루병의 친환경적 방제를 위한 방법으로 올레산의 사용에 대한 효과와 올레산 처리 시 적정 농도를 구명하기 위해 수행되었다.

실험은 상명대학교 플라스틱 실험온실에서 ‘백봉다다기(농우바이오, 한국)’를 사용하여 수행하였다. 오이의 흰가루병에 대한 올레산의 처리효과와 적정농도 구명을 위한 실험은 무처리구를 대조구로 하고 올레산 2000 ppm, 4000 ppm, 6000 ppm, 8000 ppm을 각각 처리하고 병피해도, 병반면적율, 방제가, 약해피해도 및 약해면적율을 조사하였다. 방제가는 처리 3일 후에 조사했으며, 재발생 조사는 55일간 수행하였다. 시설 내 주야간 온도는 23/15℃로 조절하였고, 상대습도는 조절하지 않았다.

오이의 흰가루병 방제에 올레산은 매우 효과적인 것으로 나타나서 화학적 방제를 대체할 수 있는 좋은 친환경 유기농자재로 판단되었다. 올레산은 2000 ppm 농도로 분무하는 것이 방제가가 높으며, 약해가 발생하지 않는 것으로 조사되었다. 또한 흰가루병의 예방 및 재발생 방지를 위해 3주에 1회씩 올레산을 분무하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

주요어 : 병발생율, 방제가, 약해피해, 친환경유기농자재

[논문접수일 : 2014. 7. 10. 논문수정일 : 2014. 10. 13. 최종논문접수일 : 2014. 10. 22.]

Reference

1. Jee, H. J. 2008. Management of pests by using egg-yolk and cooking oil mixture in organic vegetables. Proceedings in Organic Agriculture in Asia. ISOFAR conference. Dankook Uni-

- versity, Korea. pp. 317-324.
2. Jee, H. J., C. K. Shim, K. Y. Ryu, B. M. Lee, J. H. Park, and D. H. Choi. 2006. Effects of cooking oils on control of powdery mildew of cucumber caused by *Sphaerotheca fuliginea*. Plant Phytho. J. 21: 415.
 3. Jee, H. J., C. K. Shim, K. Y. Ryu, B. M. Lee, B. M., J. H. Park, and D. H. Choi. 2006. Effects of air-circulation fan and egg-yulk and cooking oil mixture on production and control of powdery mildew of lettuce in the greenhouse cultivation. Plant Phytho. J. 22: 188.
 4. Jee, H. J., C. K. Shim, K. Y. Ryu, and H. D. Shin. 2006. Symptoms and damages of powdery mildew on leafy lettuce caused by *Podosphaera fusca*. Res. Plant Dis. 12(3): 294-297.
 5. Jee, H. J., K. Y. Ryu, J. H. Park, D. H. Choi, G. H. Ryu, J. G. Ryu, and S. S. Shen. 2008. Effect of COY(Cooking Oil and Yolk mixture) and ACF(Air-Circulation Fan) on control of powdery mildew and production of organic lettuce. Res. Plant Dis. 14(1): 53-56.
 6. Kim, S. E., S. D. Lee, S. Y. Sim, and Y. S. Kim. 2011. Control of *Bemisia tabaci* by Two-Fluid Fogging System. J. of Bio-Environ. Con. 20(4): 394-398.
 7. Kim, S. E., S. D. Lee, M. H. Lee, and Y. S. Kim. 2012. Eco-friendly control of whiteflies by two-fluid fogging system with natural substances in greenhouses. J. of Bio-Environ. Con. 21(2): 114-119.
 8. Kim, S. E., S. D. Lee, S. Y. Sim, and Y. S. Kim. 2012. Eco-friendly Control of whiteflies by Two-Fluid Fogging system. J. of Bio-Environ. Con. 21(2): 120-126.
 9. Kim, S. E., S. D. Lee, M. H. Lee, S. Y. Sim, and Y. S. Kim. 2012. Proper application concentration of oleic acid for eco-friendly control of whiteflies by two-fluid fogging system in greenhouses. J. of Bio-Environ. Con. 21(3): 299-304.
 10. Kim, S. H., J. E. Shin, K. J. Lee, S. J. Xu, and B. S. Kim. 2012. Evaluation of disease resistance of cucurbit cultivars to powdery mildew and root-knot nematode. Res. Plant Dis. 18(1): 29-34.
 11. Lee, J. H., K. S. Han, Y. S. Kwon, D. K. Kim, and H. K. Kim. 2008. Control of paprika powdery mildew using cooking oil and yolk mixture. Res. Plant Dis. 14(2): 112-116.
 12. Lee, S. Y., J. D. Ruy, and H. G. Kim. 2005. Environmental factors affecting parasitism to cucumber powdery mildew fungus, *Sphaerosheca fusca* by *Ampelomyces quisqualis* 94013 and its host range. Res. Plant Dis. 11(2): 167-172.
 13. Lee, S. Y., Y. K. Kim, H. G. Kim, and H. D. Shin. 2008. New hosts of *Ampelomyces quisqualis* hyperparasite to powdery mildew in korea. Res. Plant Dis. 13(3): 183-190.
 14. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2011. Agriculture, Food and Rural Affairs

- Statistics Yearbook. p. 11.
15. Nam, M. H., Y. N. Jeon, H. C. Lee, H. D. Lee, and H. K. Kang. 2012. Comparative analysis between healthy and powdery mildew-infected plants of strawberry cultivar seolhyang. Res. Plant Dis. 18(2): 80-85.
 16. Oh, J. H. 1997. Effects of temperature, relative humidity, pH and triazol fungicides on sporulation and conidial germination of *Uncinula necator*. Kor. J. Plant Pathol. 13(4): 210-214.
 17. Park, K. S. and C. H. Kim. 1993. Effects of pH, temperature and relative humidity on conidiophore development and conidial germination of *Sphaerosheca pannosa* var. *rosae* and varietal resistance of rose. Kor. J. Plant Pathol. 9(1): 36-41.
 18. Shin, H. D. 2000. *Erysiphaceae* of Korea. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea. pp. 227-235.
 19. The Korea Society of Plant Pathology. 2009. List of plant diseases in Korea. 5th ed., Suwon, Korea. pp. 853.
 20. Untoro, J., W. Schultink, C.E. West, R. Gross, and J.G. Hautvast. 2006. Efficacy of oral iodized peanut oil is greater than that of iodized poppy seed oil among Indonesian school-children. The Amer. J. of Clin. Nutr. 84(5): 1208-1214.
 21. Villarreal, J. E., L. Lombardini, and L. Cisneros-Zevallos. 2007. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch cultivars. Food Chem. 102(4): 1241-1249.