



## 상온보관에 따른 권연벌레의 번식이 한약재 천궁, 당귀의 품질에 미치는 영향

김용일\*† · 이상원\* · 김예진\* · 안태진\* · 김영국\* · 장재기\* · 김진원\*\*

\*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, \*\*(주)비오지노키

### Effect of the Establishment of Cigarette Beetle Population on the Quality of Stored Cnidium Rhizome and Angelica Radix at Room Temperature

Yong Il Kim\*†, Sang Won Lee\*, Yae Jin Kim\*, Tae Jin An\*, Young Guk Kim\*, Jae Ki Chang\* and Jin Won Kim\*\*

\*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

\*\*Biogenoci Co., Ltd., Suwon 16614, Korea.

#### ABSTRACT

**Background:** The current regulations regarding the storage of medicinal herbs do not define the storage temperature; instead, but the only requirement is that the plastic bags used for storing the medicinal herbs should be tightly sealed during storage. The practice of storing medicinal herbs at room temperature (28 °C), causes many problems, including growth of insect pests on the stored medicinal herbs. Thus, it is necessary to understand the effect of insect pests on the quality of medicinal herbs stored at room temperature (28 °C) for the improving the relevant regulations.

**Methods and Results:** Cnidium rhizome and Angelica radix were infested with *Lasioderma serricorne* F. adults and incubated at 28 °C for 2.5 and 5 months. The population of *L. serricorne* was established rapidly, and left many holes, cadavers, and feces on the stored medicinal herbs, thereby greatly damaging the product appearance and hygiene. In addition, active ingredients of the medicinal herbs were significantly decreased, probably reducing their medicinal quality as well.

**Conclusions:** These results indicate that the current regulations are not sufficient to prevent the establishment of storage insect pests and guarantee the quality and hygiene of stored medicinal herbs. Therefore, it is necessary to devise proper storage protocols and upgrade the current relevant regulations to maintain the quality of medicinal herbs during storage.

**Key Words:** *Lasioderma serricorne* F., Angelica Radix, Cnidium Rhizome, Medicinal Herbs, Quality Management, Storage at Room Temperature

#### 서 언

건강에 대한 관심증가와 고령화 사회 진입으로 인해 세계 각국의 건강 기능성 식품 시장이 매년 높은 성장세를 보이고 있다. 세계 건강식품 시장은 2020년까지 연평균 7.9%의 성장률을 보일 것으로 예측되고 있다 (KSHA, 2014). 국내에서도 최근 의료용 한약재의 비중이 다소 줄어들긴 했지만 기능성 식품시장의 성장에 힘입어 원료로 사용되는 식품용 한약재의 유통량은 늘고 있다 (MAFRA, 2016; Kweon, 2012). 국제적인 교역량도 늘어감에 따라 각국의 한약재 품질 및 품질관리

에 대한 기준도 갈수록 강화되어 있고, 소비자들의 품질에 대한 기대치도 높아져 과거에는 크게 문제 삼지 않았던 위생이나 안전성 부분들도 새롭게 부각되고 있다.

그동안 한약재의 품질은 의약품으로서의 속성만 강조되어 주로 기원, 성상, 성분, 함량, 순도 등의 약리적인 규격과 치료 효과와 관련 있는 효능, 활성 등이 중요시 되어 연구가 진행되어 왔다. 상대적으로 한약재의 부패나 충해에 관해서는 현장 당사자들에게 일임하고 등한시해온 측면이 있다. 현재 관련보존 규정이 명시된 한약재제조공정지침 및 대한민국약전 (MFDS, 2008, 2014)에는 '별도의 규정이 없는 한 밀폐용기에

†Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5671 (E-mail) k007kyi@korea.kr

Received 2017 April 18 / 1st Revised 2017 April 27 / 2nd Revised 2017 May 30/ 3rd Revised 2017 June 9 / Accepted 2017 June 12

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

보존한다.'라고만 되어 있어 사실상 보존온도에 대한 규정이 따로 없다. 한약재는 오랫동안 관행적으로 상온에 보관해 왔기 때문에 이러한 관리방식이 어떤 문제를 일으킬 거라고는 생각하지 못하는 경우가 많다.

그러나 한약재는 원료자체가 식물의 뿌리나 열매, 꽃, 씨, 잎 또는 전초(全草) 등을 건조한 농산물이어서 부패나 충해에 취약할 수밖에 없다. 한약재에서 주로 발생하는 해충들의 발육 한계 온도는 보통 15°C 내외 (RDA, 1996)라서 저온 저장할 경우 발생하지 않지만 국내의 한약재들은 대부분 사전에 살충이 완전하지 않은 상태에서 비닐포장 되거나 벌크 (bulk) (MFDS, 2005)상태로 마대에 담겨 상온에서 유통되고 있어 문제가 되고 있다. 벌크 상태의 약재는 해충 번식에 거의 무방비 상태나 마찬가지로 비닐 포장한 경우라 하더라도 한약재 내에서 잠복해 있던 알이나 유충 등이 여름철 기온이 상승하게 되면 다시 번식하게 된다. Kil (1980)은 한약재 100 종을 조사하였는데 이중 56%에서 해충이 발생하였다고 했다. 발생 빈도는 권연벌레 (31.1%), 화랑곡나방 (16.8%), 톱가슴머리대장 (12.2%)순이었다고 보고하였다 (Kil, 1980). 또한 유통 한약재에서 발생하는 해충은 딱정벌레목 9 과 18 종, 나비목 1 과 4 종, 다듬이벌레목 1 과 1 종, 거미목 1 과 1 종으로 4 목 12 과 24 종으로 확인된바 있다 (MAFRA, 2002). 포장하기 전인 약재들 중에 해충이 생길 경우에는 적당히 소독하여 선별하기도 하지만, 이미 비닐 포장된 약재에서 해충이 발생하는 경우도 많아 소비자에게 그대로 전달되기도 한다. 이러한 문제 외에도 제조 및 유통과정에서 해충방제를 위하여 유향이나 고독성 훈증제를 사용하는 경우가 있어 대응책 마련이 시급한 상황이다.

한약재 저장해충 문제를 해결하기 위해서는 우선 피해수준을 정확히 파악할 필요가 있으며, 상황을 적극 알려 실용성 있는 관리방법에 관한 연구개발을 촉진하고, 정책적인 해결을 유도할 필요가 있다. 지난 수십 년간 한약재 해충연구가 조금씩 진행되긴 했으나 화학방제 등에 의존하여 그러저러 문제를 해결하다보니 대응 필요성을 크게 인식하지 못하였고, 한약재의 종류도 수백품목에 이르러 개략적인 파악을 하는 수준에 그쳐 세부적인 연구는 많이 부족한 편이다. 현재까지 한약재에서 발생하는 해충의 종류 등에 관한 조사들은 있었으나 한약재에서 어떤 해충이 얼마나 빠른 속도로 번식하는지에 관한 연구는 거의 없었다. 또한 피해대상인 약재의 변질에 관해서도 개략적인 해충식해 특성만 조사되었을 뿐 그 이상은 거의 진행된바 없다.

이에 따라 본 연구에서는 상온에서 해충피해가 특히 심한 천궁 (*Cnidium officinale* Makino)과 당귀 (*Angelica gigas* Nakai)를 대상으로 하여 발생빈도가 높은 관건해충 (key pest)으로 보고된 (Koo and Ohh, 1997) 권연벌레 (*Lasioderma serricornis* F.)의 번식과 약재의 품질에 미치는 영향을 조사하

였다. 권연벌레는 온도조건이 적절할 경우 천궁, 홍삼 등에서 폭발적으로 발생하는 경향이 있으며 화랑곡나방 (*Plodia interpunctella* H.)과 더불어 현장에서 가장 큰 피해를 주는 해충 (Kil, 1980)이나 한약재에서의 번식이나 가해특성이 정확히 밝혀지지 않아 구멍이 필요하다. 또한 해충가해에 따른 한약재의 품질변화를 확인하기 위하여 실험 한약재의 무기성분, 총질소 및 유효성분 함량 등을 분석하였으며, 이를 토대로 한약재의 위생이나 안전성, 약재로서의 가치변화 등에 관해 고찰해 보았다. 본 연구결과는 한약재 보존방법 및 관리규정 개선을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 실험 해충 및 한약재

시험해충인 권연벌레 (*Lasioderma serricornis* F.)는 2014년 (주) 캐처스 (Catchers Co., Ltd., Gimhae, Korea)로부터 분양받아 국립원예특작과학원 인삼특작부에서 누대 사육된 계통이다. 권연벌레의 먹이는 옥수수가루와 콩가루를 5:3으로 배합하고 비타민을 소량 첨가하여 제조하였다. 사육용기는 15×20 cm의 사각 플라스틱 통을 사용하였고 배합된 사료를 사육통에 절반정도 채운 후 약 3-4 주 간격으로 먹이를 교환해 주며 누대사육 하였다. 사육에 사용된 인큐베이터는 알콤 MAX20 (Autoalex Co., Ltd., Gimhae, Korea)을 이용하였고 온도는 약 28°C, 습도는 약 50%로 설정하였다. 시험 한약재인 천궁 (cnidium rhizome, *Cnidium officinale* Makino)과 당귀 (angelica radix, *Angelica gigas* Nakai)는 2015년 경동시장에서 600 g단위로 비닐 포장되어 판매되는 국내산을 구입하였으며, 약 10°C의 저온창고에서 약 1 년간 보관한 후 꺼내어 시료로 사용하였다. 권연벌레의 알이 16°C에서 약 6 주내에 100% 치사하는 점 (Abbott, 1925; Toshihiro and Haruyasu, 2006)과 번데기와 성충의 경우도 알에 비해 저온조건 (-15°C - 5°C)에서 약 1-2 배 정도의 기간을 견디는 점 (Toshihiro and Haruyasu, 2006) 등을 고려할 때, 시료 내에 살아서 잠복해 있는 권연벌레는 없는 것으로 간주 하였다.

### 2. 실험방법 및 조사내용

천궁과 당귀를 각각 25 g씩 측정하여 한약재 비닐봉지에 넣고 활동성이 높은 권연벌레 성충을 골라 암수 구분 없이 30 마리씩 접종하고 밀봉한 후 28°C의 항온기에 약 2.5 개월, 5 개월간 각각 보관하면서 실험을 진행하였다. 모든 시료는 3 반복으로 하였다.

#### 1) 권연벌레 개체수 변화 조사

권연벌레의 번식률은 28°C의 항온기에 5 개월간 보관한 시

료에서 사충과 생충을 포함한 성충의 총 충수를 조사하였다. 항온기에서 꺼낸 시료는 권연벌레의 활동이 정상적인지 확인한 후 -70°C의 냉동고에 급속 냉동 처리하여 모두 살충한 후 5 개월간 불어난 총 충수를 계수하였다.

**2) 해충가해에 따른 한약재 외관품질 변화 평가**

한약재의 외관품질 변화에 대한 평가는 1, 2 차에 걸쳐 관능조사 방식으로 수행하였다. 항온기에 보관중인 시료를 각각 2.5 개월, 5 개월 후 꺼내어 해충가해부위를 광학현미경과 육안으로 관찰하며 권연벌레의 식해에 의한 시료의 소실정도, 해충 서식에 의한 형태변화 등에 대해 정량 및 정성적인 평가를 하였다. 관능에 의한 평가는 식약처의 ‘한약재 관능검사 지침’ (MFDS, 2006)의 통칙을 일부 참고하였다. 형태적 변화조사는 5 개월 후에 시료를 꺼낸 후 가해된 천궁과 당귀를 2 mm 체로 걸러 약재 원형 (original form)의 일부가 남아있는 고형 (solid form) 약재와 갈아서 발생한 가루약재를 분리하여 중량 변화를 조사하였다.

**3) 시료의 성분변화 평가**

한약재의 성분변화는 10°C의 저온창고에 보관된 정상약재와 28°C의 항온기에 보관한 해충피해 약재를 비교하였다. 각 처리구마다 무기성분과 총질소 함량 그리고 유효성분 함량을 정량분석 하였다. 세부적인 분석항목과 방법은 다음과 같다.

**4) 무기질 분석 방법**

해충 계수를 마친 천궁과 당귀를 현미경 검경한 후 고형약재와 가루, 해충들을 다시 혼합하여 원래대로 복원한 후 일반성분과 무기성분을 분석 하였으며, 저온창고에 보관한 정상약재는 그대로 분쇄하여 동일한 방법으로 분석하였다. 무기질 성분은 AOAC (association of official analytical chemists)법 (AOAC, 1990)에 준하여 분석하였다.

총질소는 Kjeldahl 분해법으로 단백질 추출장치 (2300 Kjeltex Analyzer Unit, Foss Tecator AB, Hillerød, Denmark)를 이용하였다. 무기질 함량분석은 식품공전 (MFDS, 2012)에 따라 수행하였다. 천궁과 당귀 시료에 질산과 과산화수소를 가한 후, 마이크로웨이브 분해장치 (Multiwave Eco, Anton Paar GmbH, Graz, Austria)로 시료를 분해한 후 50 ml이 되게 정용하여 무기질 분석 시료로 사용하였다. Na, NH<sub>4</sub>, K, Mg, Ca, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> 등 무기성분은 유도결합플라즈마발광분석기 (ICP-OES, Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer, ISA Jobin Yvon-JY 138 Ultrace, HORIBA Jobin Yvon, Kyoto, Japan)로 분석하였다 (Lee *et al.*, 2016).

**5) 유효성분 분석방법**

일반분석과 마찬가지로 해충접종 처리한 천궁, 당귀 시료와

정상약재 시료를 각각 준비한 후 유효성분을 정량분석 하였다. 천궁은 유효성분인 ligustilide와 butylidenephthalide를 대상으로 하였으며, 전처리 방법은 일반성분 분석 때와 마찬가지로 해충피해 천궁시료와 정상천궁 시료를 동결건조한 후 잘게 분쇄하여 사용하였다. 분쇄된 시료는 균일하게 섞은 후 1 g을 취하여 hexane 용액 40 ml을 넣고 60 분간 초음파 추출하여 0.2 μm 필터로 여과하여 실험하였다. 분석에 사용된 표준품은 (주)코아사이언스 (Coresciences Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 구입하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

당귀의 시료도 천궁과 동일하게 혼합시료와 정상약재 시료를 대상으로 지표성분인 decursin 및 decursinol angelate와 nodakenin을 정량분석 하였다. 각각의 시료를 동결건조처리 후 잘게 분쇄하여 균일하게 섞은 후 EtOH용액 50 ml을 넣고 60 분간 초음파 추출하여 0.2 μm 필터에 여과하여 실험하였다. 분석에 사용된 표준품은 (주)코아사이언스 (Coresciences Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 구입하였고 분석조건은 Table 2와 같았다.

**Table 1.** HPLC conditions for the analysis of ligustilide and butylidenephthalide in cnidium rhizome, angelica radix.

|                    |                      |   |        |          |         |
|--------------------|----------------------|---|--------|----------|---------|
| System             |                      | Dionex UHPLC3000/LTQ                              |        |          |         |
| Column             |                      | Phenomenex, Kinetex 2.6 μm F5 100A (100 × 2.1 mm) |        |          |         |
| Mobile phase       | A                    | 0.1% Formic acid / DW                             |        |          |         |
|                    | B                    | 0.1% Formic acid / Acetonitrile                   |        |          |         |
| Gradient           | Time (min)           | 0 - 9   | 9 - 11 | 11 - 12  | 12 - 15 |
|                    | %B                   | 40 - 100  | 100    | 100 - 40 | 40      |
| Flow rate          |                      | 0.3 ml/min  |        |          |         |
| Injection          |                      | 5 μl  |        |          |         |
| Column temperature |                      | 40°C  |        |          |         |
| Detection          | Ligustilide          | parent MS 191.1 - fragment MS 173.1               |        |          |         |
|                    | Butylidene-phthalide | parent MS 189.0 - fragment MS 171.0               |        |          |         |

**Table 2.** HPLC conditions for the analysis of nodakenin, decursin and decursinol angelate in cnidium rhizome, angelica radix.

|                    |            |   |         |         |           |           |
|--------------------|------------|---|---------|---------|-----------|-----------|
| System             |            | Dionex UHPLC3000/DAD system                             |         |         |           |           |
| Column             |            | Phenomenex, Kinetex 2.6 μm F5 100A (100 × 2.1 mm)       |         |         |           |           |
| Mobile phase       | A          | 0.1% Formic acid / DW                                   |         |         |           |           |
|                    | B          | 0.1% Formic acid / Acetonitrile                         |         |         |           |           |
| Gradient           | Time (min) | 0 - 2   | 2 - 13  | 13 - 15 | 15 - 15.5 | 15.5 - 20 |
|                    | %B         | 5   | 5 - 100 | 100     | 100 - 5   | 5         |
| Flow rate          |            | 0.3 ml/min  |         |         |           |           |
| Injection          |            | 5 μl  |         |         |           |           |
| Column temperature |            | 40°C  |         |         |           |           |
| Detection          |            | UV-340 nm (nodakenin, decursin and decursinol angelate) |         |         |           |           |

6) 통계처리

본 연구결과의 통계분석은 SAS program (Statistical Analysis System, Enterprise Guide 4.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 이용하였다. 권연벌레 성충의 개체 수 변화와 상온 (28°C) 보관 천궁, 당귀의 중량변화는 평균 ± 표준편차로 나타냈고, 천궁과 당귀의 무기성분 및 총 질소 함량변화는 평균 ± 표준편차 및 t-test에 의해 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 상온보관 한약재의 저장해충 번식 및 피해 한약재 특성

한약재 25 g에 권연벌레 30 마리씩 접종하여 상온 (28°C) 보관한 결과, 천궁에서는 5 개월 후 1,429 마리로 약 47 배 증가하였고, 당귀에서는 같은 기간 663 마리로 약 22 배 증가하여 한약재의 종류에 따라 차이를 보였다 (Table 3). Kil (1980)은 한약재에서 권연벌레가 6월, 8월, 10월에 걸쳐 2 개월 간격으로 연중 3 회 발생하며, 산란수는 성충 1 마리당 약 50 - 60 개 정도라고 하였다. 항온조건에서 5 개월간 보관한 것은 자연온도 조건과는 다소 다르지만 알의 대부분이 부화하였다고 하더라도 47 배까지 증가하기 위해서는 최소한 2-3 세대를 거쳤을 것으로 추정된다.

권연벌레 접종에 따른 천궁의 외관변화는 Fig. 1과 같다. 처리 전 정상천궁의 경우 절단 단면이 회황색을 띠고 조밀하고 단단한 반면 해충을 접종한 후 상온 (28°C)에 보관한 천궁은 2 개월 후 벌레구멍이 생기고 표면은 배설물 등으로 오염되어

있어 상품성을 완전히 상실하였으며, 별도의 선별작업을 거치지 않는 한 판매가 불가능할 정도의 수준이었다. 그러나 약재 원형 (original form)의 소실비중은 20% 미만으로 당귀에 비해 작았다. 권연벌레 유충은 약재를 천궁한 후 벌집처럼 방을 만들고 내부에서부터 식해 하여 천궁의 바깥쪽 부위는 대체로 원형 보존 수준이 높았다. 현미경으로 볼 경우 얇고 투명한 막으로 구성된 탈피각이 곳곳에 눈에 띄었다. 5 개월 후 약재의 원형은 80% 정도가 상실되었으며 남은 부분도 권연벌레 유충의 천공으로 곳곳에 구멍이 뚫려 있었다.

처리 전 당귀는 황갈색 점상무늬와 형성층이 뚜렷하였으나 해충접종 후 상온 (28°C)에 보관된 당귀의 외형변화는 천궁보다 더 심하게 훼손되어 확인이 불가능 하였다 (Fig. 2). 일반적으로 소매를 위해 비닐 포장된 당귀는 주근을 넓적하게 절단한 당귀신 (當歸身)과 가는 뿌리를 길게 절단한 당귀미 (當歸尾)로 구성되는데 당귀신은 부드럽고 연한 반면 당귀미는 이보다 단단한 편이다. 2 개월 후 당귀미는 약 40%정도 소실되었고, 당귀신은 약 70% 이상 소실되어 상품성을 완전히 상실하였다. 현미경으로 관찰해보면 유충의 크기는 약 2.2 mm 정도로 배설물 등으로 몸을 가리고 당귀신의 얇은 조직 속부터 식해 하였고 당귀미도 단면을 절단해 보면 유충과 배설물이 서로 얽혀 있는 것을 확인할 수 있었다.

5 개월 후 당귀의 원형은 전혀 확인할 수 없었고 새롭게 재구성 되어 시루떡처럼 서로 달라붙어 있었다. 현미경으로 자세히 볼 경우 권연벌레의 사체, 유충, 알 및 배설물, 거미줄, 곰팡이 등이 엉켜 있고 고치를 만들어 탈피한 구멍이 곳곳에 나 있었다. 한편 천궁에 비해 당귀의 피해가 더 큰데도 불구하고 권연벌레의 증가배수가 더 작았던 이유는 한약재 조직의 경도 및 먹이고갈과 관련 있을 것으로 생각된다. 당귀는 천궁에 비해 조직이 무르고 가해하기가 쉬워 더 많은 양을 빠르게 먹어치운 것으로 보이며, 실험온도조건이 같아서 세대교체 기간은 양쪽이 거의 비슷한데 비해 먹이고갈이 빨라 총 충수가 천궁의 절반에 그친 것으로 추정된다. 먹이원이 무한대인 실제 유통 한약재의 경우 개체수 증가폭이 다르게 나타날 수도 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Changes in the number of *Lasioderma serricorne* F. adults in the cnidium rhizome and angelica radix stored at room temperature (28°C).

| Herbal medicine | Number of adults by storage days |                            | Number of multiples |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|
|                 | Immediately after inoculation    | 5 months after inoculation |                     |
| Cnidium rhizome | 30                               | 1,429±151                  | 47 times            |
| Angelica radix  | 30                               | 663±163                    | 22 times            |

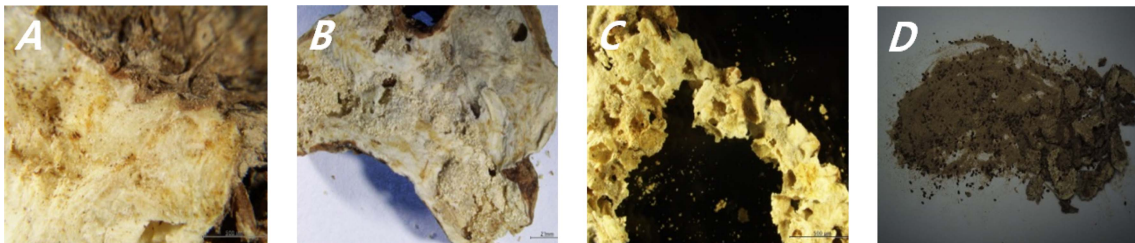
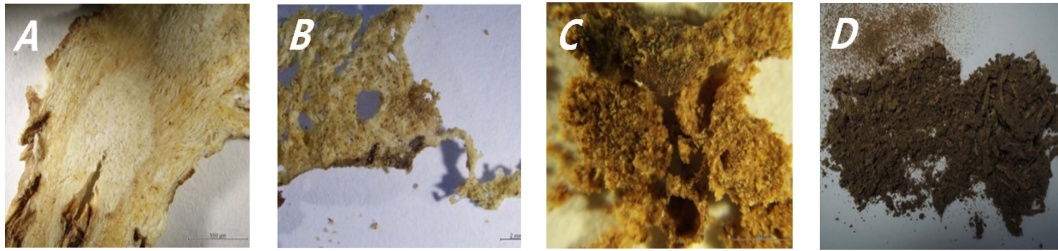


Fig. 1. *Lasioderma serricorne* F. damage on cnidium rhizome over time when stored at 28°C. A; before infestation of *L. serricorne*. Dark yellow part is semi-transparent and hard surface. Yellow part is the tissue composed of fat, which is sporadically embedded. B; two months after infestation. About 20% of solid tissue was eaten. Product value is completely lost. C; five months after infestation. About 80% of solid tissue is eaten. D; all form (five months after infestation). Most of the solid tissue turned into powder.





**Fig. 2.** *Lasioderma serricorne* F. damage on angelica radix over time when stored at 28°C. A; before infestation of *L. serricorne*. Dark brown dots and growth rings are clearly presented. Yellow part is a tissue composed of fat. B; two months after infestation. About 70% of solid tissue was eaten. Product value is completely lost. C; five months after infestation. About 99% of the tissue was lost. D; all form (five months after infestation). All the tissue was completely lost.

**Table 4.** Changes of the form, weight and density of cnidium rhizome and angelica radix during the storage at room temperature (28 °C) over time after *Lasioderma serricorne* F. infestation.

| Herbal medicine | Form          | Weight (g)                    |                            | Rate of change (%) |
|-----------------|---------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|
|                 |               | Immediately after inoculation | 5 months after inoculation |                    |
| Cnidium rhizome | Solid form    | 25                            | 10.4±0.4                   | 41.6               |
|                 | Powder        | 0                             | 7.0±0.6                    | 28.0               |
|                 | Disappearance | -                             | 7.6±0.7                    | 30.4               |
| Angelica radix  | Solid form    | 25                            | 5.8±1.5                    | 23.2               |
|                 | Powder        | 0                             | 6.3±1.2                    | 25.2               |
|                 | Disappearance | -                             | 12.9±0.6                   | 51.6               |

Jo (2007)는 한약재 저장해충들이 뿌리 또는 뿌리줄기를 가장 선호한다고 하였는데, 본 연구결과 권연벌레 접종 2.5 개월 후 천궁의 소실은 20% 미만인데 비해 당귀는 약 40%, 당귀신은 약 70%의 소실을 보여 무른 약재일수록 빨리 먹어치웠으므로 경도도 중요한 선호 조건인 것으로 판단된다.

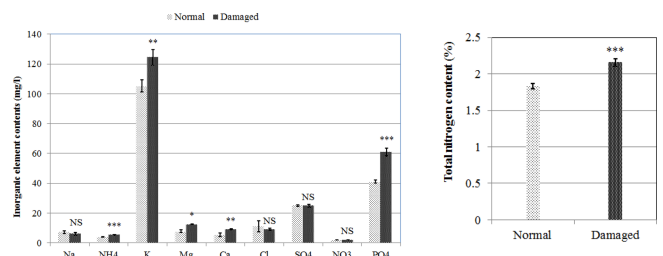
형태 및 중량변화는 Table 4와 같다. 천궁의 경우 한약재의 원래 형태 (original form)가 거의 사라져 20% 미만만 남아 있었고, 당귀의 경우는 가루가 퇴비처럼 뭉쳐져 원래의 형태를 전혀 확인할 수 없었다. 어떤 형태로든 고체로 남은 중량은 천궁 41.6%, 당귀 23.2%였으며 대부분 가루화 되거나 완전히 소실되었다 (Table 4).

Jo (2007)는 159 종의 유통 및 자체보관 한약재를 대상으로 조사한 결과 이들 중 약 28%가 해충들에 의한 중량손실과 질적인 하락이 있었다고 보고 하였다. 실제 유통현장에서 자루에 담겨 보관 중인 한약재에서 권연벌레가 발생할 경우 한약재 일부에 피해가 집중되지 않고 자루 속 한약재 전체에 골고루 분산되어 피해가 발생하므로 식해에 의한 소실보다는 상품성 저하가 더 큰 문제가 될 수 있다. 피해가 경미할 경우 소독 후 선별하여 판매하는 경우도 있지만 심할 경우 전체를 버려야 할 수도 있다.

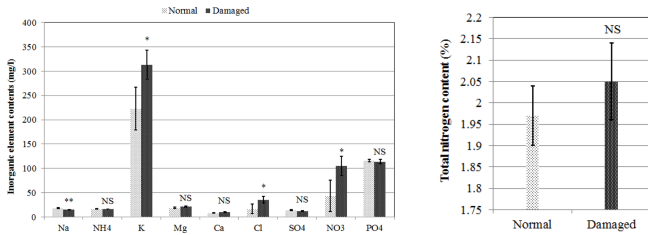
## 2. 저장해충 피해 한약재 천궁, 당귀의 무기성분 및 총질소 함량 변화

권연벌레를 접종하여 항온기 (28°C)에 보관해온 천궁과 정상천궁의 무기성분 및 총질소 함량은 Fig. 3과 같다. 해충피해를 입은 천궁의 경우 정상천궁에 비해 NH<sub>4</sub>, K, Mg, Ca, PO<sub>4</sub> 등 대부분의 함량이 올라간 반면 Na와 Cl은 약간 떨어졌다. 또한 총질소 함량도 늘어난 것으로 확인되어 해충의 배설물이나 사체 등이 포함되어 함량변화에 영향을 미친 것으로 보인다.

당귀의 경우 해충처리 당귀에서 K, Cl, NO<sub>3</sub> 등이 높게 나타났다으며 그 외 성분은 비슷하였다 (Fig. 4). 총질소 함량은 천궁과 마찬가지로 해충 피해군에서 높게 나타나 권연벌레의 사체나 알, 유충 등의 단백질 성분이 함량을 높인 것으로 판단된다. 한약재에 해충이 발생할 경우 무기성분 등의 변화도 문제이지만 단단한 조직이 와해되어 곰팡이 등이 발생하기 유리한 환경을 제공하여 부패하기 쉽고, 벌레의 사체, 배설물 등이 포함되어 위생상 매우 좋지 않다. Jo (2007)는 저장 중 발생하는 해충들이 곰팡이 발생을 촉진시켜 aflatoxin 등의 독소 생성에 유리한 조건을 제공할 수 있다고 하여 2 차 오염 가능성을 지적하였다.



**Fig. 3.** Comparison of the content of inorganic elements and total nitrogen in cnidium rhizome with and without *L. serricorne* damage (for 5 months). Means ± SD from triplicate separated experiments are shown. Statistical difference (\**p* < 0.05, \*\**p* < 0.01, \*\*\**p* < 0.001, NS; No significantly different) between the normal and damaged groups was determined by Student's *t*-test.



**Fig. 4.** Comparison of the content of inorganic elements and total nitrogen in angelica radix with and without *L. serricornis* damage (for 5 months). Means  $\pm$  SD from triplicate separated experiments are shown. Statistical difference (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , NS; No significantly different) between the normal and damaged groups was determined by Student's *t*-test.

**3. 저장해충 피해 한약재 천궁, 당귀의 유효성분 함량 변화**

권연벌레의 피해를 입은 천궁, 당귀의 유효성분 변화는 Table 5와 같다. 천궁의 유효성분인 ligustilide와 butylidenephthalide는 원형이 어느 정도 남아 있는 고형약재의 경우 처리 전후 경미한 차이가 있었으나 권연벌레에 의해 식해하고 남은 가루나 권연벌레를 모두 포함한 혼합시료는 두 성분 모두 크게 떨어졌다. 본 실험결과 천궁은 해충의 피해를 입은 부위라도 값이 먹지 않은 부위만을 골라 한약재로 사용한다면 유효성분 함량 감소의 우려는 크지 않을 것으로 판단된다. 당귀의 경우 반복간의 편차가 커서 대체로 유의성은 없었으나, 고형약재의 nodakenin의 함량은 0.27%에서 0.16%로 감소하였으나 decursin 및 decursinol angelate의 합산 함량은 9.76%에서 18.26%로 증가한 것으로 나타났다 (Table 5).

원래의 형태가 보존된 천궁과 달리 당귀의 경우 가루가 시

루떡처럼 뭉쳐져 완전히 다른 물질로 변형되면서 지표성분 함량은 오히려 농축된 것으로 보이나 위생상 한약재로 사용할 수 있는 수준은 아니었다 (Fig. 2). 가루나 권연벌레가 포함된 혼합시료도 유의성은 없었으나 nodakenin은 0.27%에서 각각 0.54%, 0.31%로 증가하였고, decursin 및 decursinol angelate의 합산 함량도 9.76%에서 각각 11.27%와 13.52%로 증가하여 유사한 결과를 보여주었다. 본 실험결과, 천궁과 당귀 모두 해충에 의해서 어떤 형태로든 원형이 변형되는 경우에는 유효성분의 함량도 변한다는 점에서는 같았다. 천궁의 경우 아직까지 대한약전에 지표성분설정이 되어 있지 않지만 당귀의 경우 ‘nodakenin (C<sub>20</sub>H<sub>24</sub>O<sub>9</sub>), decursin (C<sub>19</sub>H<sub>20</sub>O<sub>5</sub>), decusinolangelate (C<sub>19</sub>H<sub>20</sub>O<sub>5</sub>)의 합이 6.0%이상을 함유한다’고 규정되어 있다 (MFDS, 2014). 국내 약전에서는 등록된 모든 약재의 지표성분 함량이 하한선만 정해져 있고 상한선은 정해지지 않았으나 치료를 목적으로 하는 의약품인 만큼 약리성분 함량의 불규칙한 변화는 정량투여에 도움이 되지 않을 것이다.

본 연구결과 천궁, 당귀와 같은 한약재를 상온에 보관할 경우 해충의 급속한 증가와 더불어 다양한 문제점들이 파생되고 있음을 확인 하였다. 한약재의 외관품질은 초기부터 급속하게 훼손되어 상품성을 상실하였다. 특히 한약재에 해충의 알이나 탈피각, 곰팡이 등이 포함되어 위생과 안전성에 문제가 있는 것으로 드러났으며, 유효성분 함량에도 변화를 가져와 약재로서의 안정성을 떨어뜨렸다. 본 결과는 한약재에 해충을 직접 집중하여 항온기에 보존하며 진행한 실험결과이기는 하지만 일반적으로 한약재를 상온에 보관하는 국내 유통업계의 관행 등을 고려해볼 때 현장에서 실제로 재현될 개연성이 매우 크다. Jo (2007)는 국내 한약재 저장창고들의 경우 온습도를 적절하게 조절할 수 있는 시스템을 갖춘 곳은 거의 없다고 하였다.

**Table 5.** Difference in the content of active ingredients of cnidium rhizome and angelica radix with and without *L. serricornis* F damage.

| Herbal medicine | Form                  | Active ingredient             | Content (%)       |                                  |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|
|                 |                       |                               | Before            | After                            |
| Cnidium rhizome | Solid form            | Ligustilide                   | 0.248 $\pm$ 0.007 | 0.271 $\pm$ 0.006***             |
|                 |                       | Butylidenephthalide           | 0.031 $\pm$ 0.001 | 0.047 $\pm$ 0.001***             |
|                 | Powder                | Ligustilide                   | –                 | 0.069 $\pm$ 0.004***             |
|                 |                       | Butylidenephthalide           | –                 | 0.017 $\pm$ 0.003***             |
|                 | Mixture <sup>1)</sup> | Ligustilide                   | –                 | 0.074 $\pm$ 0.004***             |
|                 |                       | Butylidenephthalide           | –                 | 0.019 $\pm$ 0.005***             |
| Angelica radix  | Solid form            | Nodakenin                     | 0.270 $\pm$ 0.001 | 0.160 $\pm$ 0.113 <sup>NS</sup>  |
|                 |                       | Decursin & Decursinolangelate | 9.760 $\pm$ 0.031 | 18.260 $\pm$ 2.751*              |
|                 | Powder                | Nodakenin                     | –                 | 0.540 $\pm$ 0.393 <sup>NS</sup>  |
|                 |                       | Decursin & Decursinolangelate | –                 | 11.270 $\pm$ 1.395 <sup>NS</sup> |
|                 | Mixture               | Nodakenin                     | –                 | 0.320 $\pm$ 0.165 <sup>NS</sup>  |
|                 |                       | Decursin & Decursinolangelate | –                 | 13.520 $\pm$ 4.037 <sup>NS</sup> |

<sup>1)</sup>Mixture; solid form + powder + insect (*Lasioderma serricornis* F.) + other contaminants (mold, exuvium etc.). Means  $\pm$  SD from triplicate separated experiments are shown. Statistical difference (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , NS; No significantly different) between the normal and damaged groups was determined by Student's *t*-test.

또한 한약취급 업체들을 대상으로 설문조사한 결과에서도 한 약재를 구입한 직후 약재에서 곤충이나 곰팡이 등에 오염된 경우를 발견한 경험이 있는 경우가 50% 이상이라고 보고 (MFDS, 2004)한 바 있어 이를 뒷받침 한다.

이와 같은 결과들은 보존온도에 대한 규정이 없고 밀폐만 요구되고 있는 대한약전 등 (MFDS, 2008, 2014)의 현행 관리규정이 현장상황과 맞지 않음을 보여 준다. 따라서 한약재의 안전보존을 위해서는 새로운 관리규정 및 현장보급 매뉴얼 개발이 필요할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 약재 및 해충의 종류와 보존온도를 부분적으로만 다루었으나 적절한 보존 기준설정을 위해서는 전체 한약재를 특성에 따라 그룹으로 나누어 보존온도와 보존방법 등이 품질에 미치는 영향을 체계적으로 연구할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ010286012016)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### REFERENCES

- Abbott WS.** (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18:265-267.
- Association of Analytical Chemists(AOAC).** (1990). Official methods of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA, p.788.
- Jo HC.** (2007). Insect pests occurring in storage medicinal plants. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:417-428.
- Kil BS.** (1980). Biological investigation on the vermin of herbs of oriental medicine and contribution to the protective counterplan. Wonkwang University. 14:119-150.
- Koo HM and Ohh MH.** (1997). Studies on population dynamics and the effects of temperatures and photoperiods on some physiological characteristics of cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* F.(Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Resource Science*. 5:43-58.
- Korea Health Supplements Association(KHSA).** (2014). Health functional food market status and consumer survey. Korea Health Supplements Association. Seongnam, Korea. p.11.
- Kweon KT.** (2012). A research on management system of herbal medicine in common use for food and medicine. *The Korea Journal of Herbology*. 27:25-29.
- Lee JH, Lee JY, Whang JB, Nam JS, Lee JS and Kim SM, Han HK, Choi Y, Kim SN and Kim HR.** (2016). Changes in nutritional components of the northern and southern types garlic by different heat treatments. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 32:245-252.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2002). Research on development of ecofriendly control agents derived from plants against stored products insect pests. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.238.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2016). 2015 Industrial crop production. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.1-331.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2004). Study on quality assurance of herb medicines: Investigation on microbial contamination and insect infestation depending on storage conditions of herb medicines. Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.183.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2005). Establishing GMP guideline for herbal materials. Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.11.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2006). The guideline on the visual and organoleptic examination of herbal medicine. Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.7-12.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2008). Guideline for standard manufacturing process of herbal medicines(I). Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.1-148.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2012). Korean food standards codex. Korean Food Industry Association. Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.55-63.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2014). The Korean pharmacopoeia 11th(ed.). The MFDS notification No. 2014-194. Ministry of Food and Drug Safety. Seoul, Korea. p.1-5.
- Rural Development Administration(RDA).** (1996). Stored product insect pests with pictorial key to larvae. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.204.
- Toshihiro I and Haruyasu H.** (2006). Low-temperature as an alternative to fumigation to disinfect stored tobacco of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae). *Applied Entomology and Zoology*. 41:87-91.