

## Image Analyzer를 이용한 수삼등급의 자동판정 I. 수삼등급별 체형과 중량분석

강제용 · 이명구 · 김요태

한국인삼연초연구원

(1996년 3월 7일 접수)

### Automatic Decision-Making on the Grade of 6-Year-Old Fresh Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) by an Image Analyzer I. Shape and Weight Analyses according to the Grade of Fresh Ginseng

Je-Yong Kang, Myong-Gu Lee and Yo-Tae Kim

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

(Received March 7, 1996)

**Abstract :** This study was undertaken to evaluate the automatic decision-making on the grading of 6-year-old fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) by an image analyzer. The best input method for the 6-year-old fresh ginseng was under condition of a low resolution (128×128 pixel) and illumination direction from bottom to up (light box). It was possible to identify the main root, lateral root, and rhizome of fresh ginseng by application of OPEN process in a function of an image analyzer. Finally, we developed the grade decision-making programs, GinP-1. The fitness rates for the fresh ginseng standards which were classified by experts were 94.6, 80.6, 81.5, and 100.0% for 1st, 2nd, 3rd, and 4th grade of fresh ginseng, respectively, and the total time of decision-making was about 4.3 seconds per one root. The decision-making time was reduced to 0.8 seconds per one root by enhancement of the image analyzer, which was tested by the technical company of the image analyzer, Carl Zeiss (Germany). As a result of this study, the automatic decision-making on the grade of fresh ginseng by image analyzer seems to have high possibility.

**Key words :** fresh ginseng, image analyzer, automatic grading.

## 서 론

우리나라는 고려인삼의 종주국으로 담배인삼공사에서 제조·판매하는 홍삼 및 홍삼제품은 그 품질 및 신용도에 있어 세계적으로 인정받고 있다. 그러나 홍삼제조용 수삼수납시의 등급판정은 아직까지도 관능에 의존하고 있는 실정으로 보다 객관적인 품질분류 방법을 개발하는 것이 요구되고 있다.

홍삼제조용 6년근 수삼의 수납은 담배인삼공사의 주관하에 매년 9월 1일부터 11월 초순까지 약 70일

동안 15~16개소의 수매장에서 이루어 진다. 수삼수납시 등급의 판정은 전문 감정인에 의하여 1~4 등 및 등외의 5등급으로 분류되고 있으며, 각 등급은 수삼의 뇌두, 동체, 그리고 각부의 체형을 중심으로, 중량, 표피의 선택, 균열여부 등을 참조하여 판정되어 진다. 그러나, 사람의 관능으로 5등급간 기준치를 구분·판정하는 것에서 판정오차가 발생하고 있다.

영상분석기(이하 Image Analyzer)는 현미경 렌즈나 Charge Coupled Device(이하 CCD) 카메라 등의 장치에 의하여 입력된 영상을 컴퓨터가 분석하는 장치로 과학분야에서는 널리 사용되는 기기이다. 실제

**Table 1.** The criteria of grading 5- and 6-year-old fresh ginseng

Grade of ginseng	Rhizome	Main root		Lateral root		Weight (g)
		Length (cm)	Diameter/length (%)	Length (cm)	Number (ea)	
1	Existence	Above 7(10)	Below 50(40)	Above 5	2	Above 75
2	"	" 5( 8)	" 50(50)	" 4	2	" 50
3	"	" 3( 5)	" 60(60)	"	2	" 50
4	"	" 5( 5)	" 50(50)	"	2	" 30

<sup>a</sup>This data was obtained from Korea Tobacco & Ginseng Corporation.

<sup>b</sup>Values in parenthesis indicate the case of beat-shape ginseng.

로 식물체의 잎 영상을 입력하여 식물병이나 환경오염 정도를 분석하기도 하며, 현미경 수준에서 세포의 갯수나 그 크기 등을 빠른 시간에 알아낼 수 있는 등 그 응용의 범위는 매우 넓은 편이다.<sup>2)</sup> 또한 규격화된 공산품만 아니라 사과, 배, 오이, 당근 등 여러 농산물에 대하여도 Image Analyzer를 이용한 자동분류 시스템이 개발되어 실용화<sup>3,4)</sup>되어 있다.

그러나 수삼의 영상분석은 개발된 프로그램이 전무하고 CCD 카메라로 입력된 수삼을 우선적으로 뇌두, 동체, 각부의 3부분으로 구분해야 만이 등급판정이 가능하다는 어려움을 갖고 있다. 또한, 수삼은 매우 다양한 형태를 지니고 있고, 각부의 중첩 및 밀착 부위가 많아 등급판정에 여러 문제점을 안고 있다.

따라서 본 연구에서는 본 연구원 보유 Image Analyzer(VIDAS-25, Carl Zeiss)를 이용한 현행 인삼사업법 시행규칙에 제정되어 있는 5, 6년근 수삼의 등급 평가기준<sup>5)</sup>을 기초로 하여 6년근 수삼의 체형과 중량인자를 중심으로 한 고려인삼 6년근 수삼의 자동 등급판정의 가능성에 관하여 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. Image Analyzer

독일의 Carl Zeiss사 제품인 Image analyzer(VIDAS-25)를 이용하였다. CCD B/W 카메라(SONY XC-77CE)가 연결된 제물대(macrostand, SFC 1300A)의 형광관(light box, 580×440 mm)에 수삼시료를 올려 놓고 제물대 좌·우의 전구와 형광관을 조절하여 최적의 상태에서 6년근 수삼을 입력하였으며, 입력된 수삼의 영상은 Image analyzer의 frame grabber에 의하여 아날로그(analogue) 신호에

서 디지털(digital) 신호로 변환되어 Image analyzer가 수삼의 영상을 인식하게 된다. 해상도(resolution)는 512×512, 256×256, 128×128 화소(素素, 이하 pixel)의 영상으로 각각 입력하여 분석하였다.

### 2. 수삼시료

6년근 수삼의 1차 시료는 '94년 8월에 고려인삼장에서 실시된 수삼전문가 교육용 수삼(현행 관능검사에 의한 표준품)으로 1등급 19본, 2등급 11본, 3등급 18본, 4등급 16본, 5등급 22본 등 총 86본의 수삼을 이용하였으며, 2차 시료는 '95년 10월 고려인삼장에 수납된 감정수삼, 1등급 20본, 2등급 20본, 3등급 13본, 4등급 18본 등으로 1차 연구결과를 수정·검토하였다.

### 3. 등급판정 프로그램 적응율 및 처리시간

Image analyzer의 자체 프로그램 언어를 이용하여 인삼의 뇌두, 동체, 그리고 각부 부위를 인식할 수 있는 프로그램을 제작하였으며, 현행 6년근의 등급평가 기준표(Table 1)에 의한 등급간 수치를 대입, 수삼의 등급판정이 가능하도록 하였다. 이러한 등급판정 프로그램에 위의 각 등급별 표준품시료를 인식시켜 등급판정의 적응율을 조사하였으며, 적응율이 낮은 요인을 분석하여 프로그램을 수정·보완하였다.

또한 개발된 수삼 등급판정 프로그램을 독일의 Carl Zeiss사에 의뢰하여 본 연구원 보유 Image analyzer(VIDAS-25)의 상위기종인 IBAS 및 KS 400에 적용하여 등급판정에 소요되는 시간 및 실용화 가능성을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 수삼의 영상입력

수삼은 형태가 다양하고 각부의 위치에 따라 중첩되는 등의 영상분석상의 문제점을 갖고 있으며, 또한 자동 등급판정 프로그램의 실용화를 위해서는 처리 시간을 최대한 단축시키는 것이 중요하므로 시료를 보다 단순하게 입력하는 것은 매우 중요한 일이다.

수삼의 영상분석을 위한 최적의 해상도를 알기 위하여 한 시료에 대하여  $512 \times 512$ ,  $256 \times 256$ ,  $128 \times 128$  pixel의 영상으로 각각 입력하여 조사한 결과, 가장 낮은 해상도인  $128 \times 128$  pixel로 입력하는 것이 수삼의 영상처리시간을 최대한 줄일 수 있고 등급판정에 영향을 미치는 수삼의 주요부분의 영상 또한 차이가 없음을 알 수 있었다(Fig. 1). 빛의 조도 및 각도 등 여러 조명조건으로 실험한 결과, 제물대 형광판의 빛만을 조사(照射)했을 경우에 시료는 불투과하고 나머지는 투과하는, 즉 흑백의 명암을 가지므로 Image analyzer가 보다 효과적으로 인식할 수 있었으며, 이

러한 상태에서 CCD 카메라의 조리개(iris)를 11로 조절함으로써 모상근 등의 가는 뿌리를 비파괴적으로 제거할 수 있어 복잡한 영상을 가진 수삼을 보다 간단하게 나타낼 수 있었다(Fig. 2).

이와 같이 수삼 영상입력 조건의 보다 전문적인 연구를 병행함으로써 인삼의 복잡한 형상 등 영상분석상의 여러 문제점이 해결될 수 있음을 시사하고 있으며, 본 연구의 실용화단계 전에 기계전문가와 공동 연구를 추진함으로써 보다 신속하고 정확한 수삼수삼의 자동판정 시스템을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

## 2. 등급판정 프로그램의 제작

본 연구원 보유 Image analyzer(VIDAS-25)의 자체 프로그램 언어를 이용하여 2개의 수삼 자동등급판정 프로그램인 GinP-1를 제작하였다(Fig. 3 참조).

우선, B/W CCD 카메라에 입력된 수삼영상을 Im-



Fig. 1. Comparison of the images of 6-year-old fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) according to the resolution by image analyzer. A: The high resolution of  $512 \times 512$  pixel, B: the medium resolution of  $256 \times 256$  pixel, C: the low resolution of  $128 \times 128$  pixel.

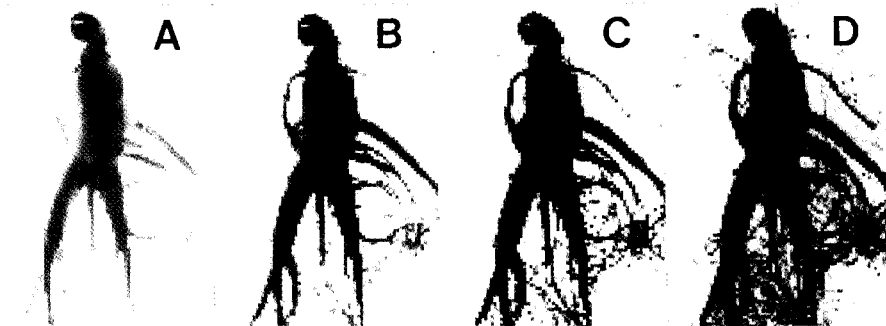


Fig. 2. Comparison of the images of 6-year-old fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) according to the iris of a CCD camera lens by image analyzer. A, B, C, D represented the image with the iris size of 8, 11, 16, 22 respectively.

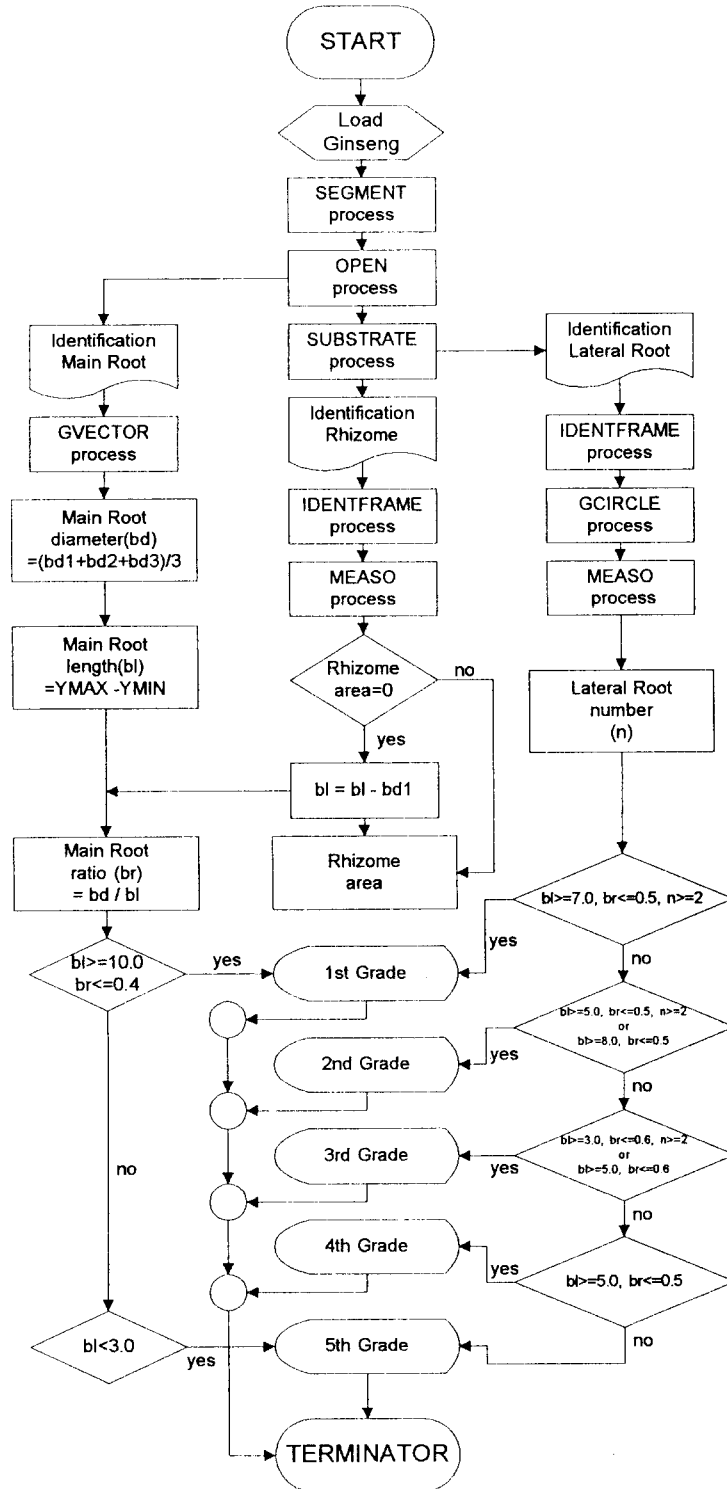


Fig. 3. Flow chart of grade decision-making programs, GinP-1.

age analyzer의 SEGMENT 프로세스(이하 process), 즉 영상을 0과 1로 수치화하여 시료를 컴퓨터에 인식시켰다. 수삼의 뇌두, 동체, 각부를 구분하여 인식하는 과정은 다음과 같다. 영상의 pixel을 일정한 양만큼 제거(erosion)한 후 남은 영상만을 원래의 크기로 복원(dilation)시키는 OPEN process를 이용하여 동체부분보다 가는 뇌두와 각부의 영상이 없어질 때까지 pixel을 차례로 없애고 남은 영상을 다시 원래의 크기로 복원시키면 동체만이 남게 되며, 처음의 SEGMENT process를 통한 수삼 전체의 영상에서

OPEN process로 얻어진 동체의 영상을 제거시키는 SUBTRACT process를 이용하여 뇌두 및 각부부분을 인식하게 하였다(Fig. 4).

이러한 과정에서 구분된 뇌두, 동체, 각부는 현행 한국담배인삼공사의 수삼수삼 등급판정 기준표<sup>9)</sup>에 의거하여 수삼의 등급을 판정하였다. 먼저 동체에서는 동장과 동직경을 측정하여 그 체형지수를 분석하였으며, 이 때 동직경은 일정한 간격으로 3번 측정하여 그 평균값으로 정하였다. 뇌두는 면적을 분석하여 뇌두의 유·무를 확인하였으며, 만일, 뇌두의 직경이

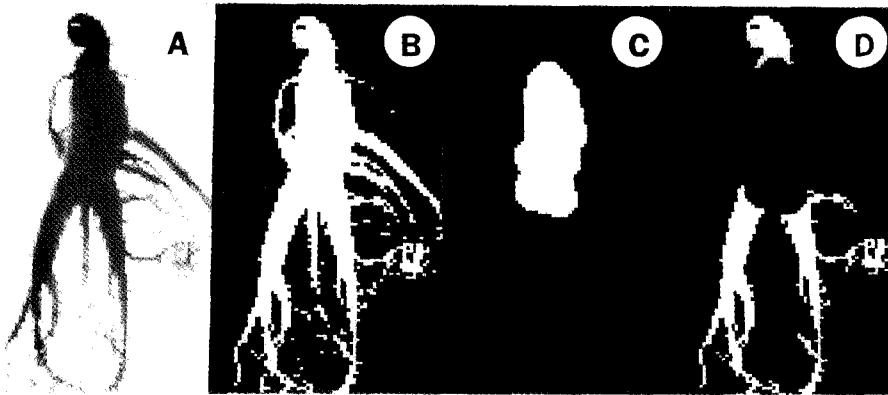


Fig. 4. Results of Image processing of 6-year-old fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) by image analyzer. A: Original image of a fresh ginseng, B: the digital image applied by SEGMENT process, C: the main root image applied by OPEN process, D: the rhizome and lateral root image applied by SUBTRACT process.

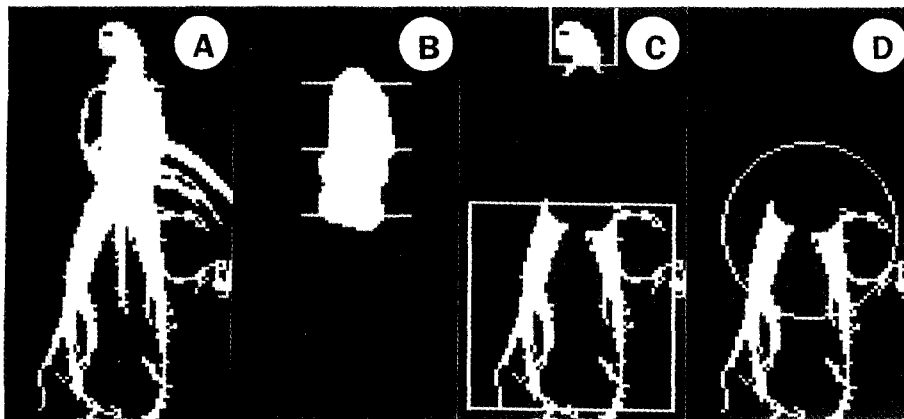


Fig. 5. Measurements of main root, lateral root, and rhizome of 6-year-old fresh ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) by image analyzer. A: Segmentation image of a fresh ginseng, B: measurement of main root length and width, especially the width obtained by the average value of 3 contact lines. C: measurement of rhizome area and recognition of lateral root, D: measurement of the valid number of lateral root obtained by the contact lines between lateral root and circle.

**Table 2.** Fitness rate and processing time of decision-making program, GinP-1

Grade by experts	Number of sample	Grade by GinP-1				Fitness rate (%)	Time (sec.)	
		1	2	3	4		beat-shape	others
1	37	35	2	0	0	94.6	3.7	5.3
2	31	6	25	0	0	80.6	3.6	5.1
3	27	1	4	22	0	81.5	3.6	5.1
4	32	0	0	0	32	100.0	-	-

All samples were taken from the 6-year old fresh ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) classified by experts.

동체에 비하여 동일하거나 크다면 뇌두는 인식되지 않고 동체로 인식하게 되므로 이때는 동체의 3개의 직경중 상부 첫째의 직경만큼 동체 길이에서 뺀 후 등급을 판정하였다. 또한 각부의 경우에는 기준표상의 건설한 각부의 길이 및 갯수 판정을 동체의 최하선의 중심점에서 동체의 판정등급별 요구길이를 반지름으로 하는 원을 그려 이에 접한 길이를 그 직경으로 측정하였으며, 유효직경을 가진 각부의 갯수를 파악하여 등급을 판정하게 하였다(Fig. 5).

위에서 설명된 GinP-1에서 개선되어야 할 점은 각부의 밀착 및 중첩과 뇌두의 크기변이이다. 각부의 밀착 및 중첩의 경우에는 영상분석 및 기계전문가와 공동연구가 필요하나 뇌두의 경우는 정치하는 방법에 따라 보다 효율적으로 보완될 수 있어 앞으로 계속 연구할 예정이다.

### 3. 각 등급 표준품에 대한 적중률 조사

한국담배인삼공사의 전문감정인에게 판정된 6년근 수삼 표준품을 가지고 본 연구의 프로그램인 GinP-1에서는 1등삼의 94.6%, 2등삼 80.6%, 3등삼 81.5%, 4등삼 100%의 적중율을 나타내었으며, 4등삼의 경우에는 중량인자, 즉 30~50 g에 전 시료가 해당되어 영상분석전에 100%가 선별되었다. 자동등급 판정시간은 직립삼의 경우, 1등이 3.7초, 2, 3등이 3.6초를 나타내었으며, 그 외의 경우는 1등이 5.3초, 2등 5.1초, 3등 5.1초, 그리고 중량에 의하여 100% 선별된 4등은 영상분석전의 중량분석에서 판정된다(Table 2). 전체 시료에 대한 등급 적중율은 89.8%로 판정오차를 분석한 결과, 지근밀착 및 중첩으로 인하여 동체장을 길게 인식하는 경우와 뇌두가 동체에 포함되는 경우 등 대부분 직립삼으로 판정되어 등급이 상향되는 것으로 조사되었다. 따라서 앞으로 적중율을 높일 수 있도록 프로그램을 개선할 예정이다.

본 연구원에서 개발한 수삼수삼 자동등급판정 프

로그래ムの 실용성을 조사하기 위하여 연구원 보유 Image analyzer(VIDAS-25)의 제조회사인 독일의 Carl Zeiss사에서 본 기종의 상위기종인 IBAS 및 KS400에 적용한 결과, VIDAS-25의 등급판정시간인 5.3초에 비하여 IBAS, KS400이 각각 2.6초, 0.8초를 나타내어 처리시간에 대한 문제는 하드웨어의 성능 및 소프트웨어의 개선에 따라 대폭 감소될 수 있음을 시사하고 있다. 따라서 본 프로그램인 GinP-1은 높은 실용성을 지니고 있으며, 앞으로 수삼수삼 전과정의 자동분류시스템의 개발도 가능할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 현행 수삼수삼제도에 대하여 Image analyzer를 이용한 수삼의 자동등급판정 시스템의 개발가능성을 평가하기 위하여 수행하였다. 수삼의 영상입력은 128×128 pixel의 해상도에서 상향 조명의 방법이 가장 효율적인 것으로 조사되었으며, 수삼의 뇌두, 동체, 각부의 구분은 Image analyzer의 OPEN process를 이용함으로써 가능하였다. 본 연구에서는 수삼의 자동등급판정 프로그램인 GinP-1을 개발하였다. 현행 수삼제도로 등급판정된 수삼 표준품에 대한 본 프로그램의 적중율은 1등삼 94.6%, 2등삼 80.6%, 3등삼 81.5%, 4등삼 100%였고 처리시간은 평균 4.3초를 나타내었다. 각부의 중첩 및 밀착부위의 동체화가 가장 큰 문제점으로 이는 각 분야의 전문가와의 공동연구로 해결될 수 있을 것으로 사료되며, 또한 독일의 영상분석기 전문회사인 Carl Zeiss사에 의뢰한 결과, 처리시간이 0.8초 까지 단축되었다. 따라서 현행의 판능에 의한 수삼수삼제도에 비해 보다 효율적인 Image analyzer를 이용한 수삼의 수삼등급판정 자동시스템의 개발 가능성은 매우 높은 것으로 사료된다.

### 인 용 문 헌

1. 한국담배인삼공사 : '95년산 수삼수매 실적분석 평가 (1995).
2. 大政謙次, 近藤矩郎, 井上賴直 : 植物の計測と診断, 朝倉書店, p. 155 (1988).
3. マキ製作所 : 主要施設納入実績(そ菜類選別施設) (1993).
4. マキ製作所 : 主要施設納入実績(落葉果樹選別施設) (1993).
5. 한국담배인삼공사 : 1994 수삼수매지침, p. 43 (1995).