

마약형 및 저 마약형 품종 혼합파종에 의해 채종한 대마의 cannabinoids 함량 변이

문윤호[†] · 송연상 · 정병춘 · 방진기

농촌진흥청 작물과학원 목포시험장

Variation of Cannabinoids Content in Hemp (*Cannabis sativa* L.) Produced with Mixed Seeds of Drug and Non-drug Type Varieties

Youn-Ho Moon[†], Yeon-Sang Song, Byeong-Choon Jeong, and Jin-Ki Bang

Mokpo Experiment Station, NICS, RDA, Muan, Chonnam 534-830, Korea

ABSTRACT In order to produce hemp with low cannabinoids and appropriate fiber yield, seeds of the IH3 (non drug type germplasm) and local variety (drug type cultivar) were mixed to 1:1, 2:1, 3:1 on base of seed weight ratio and cultivated for seed production. In the seed yield trial, the weight of 1000 grains were around 21 g, which was increased in proportion to the ratio of IH3 seeds but seed yield were 100 kg/10a, which were not significantly different by the seeds-mixing ratio. In fiber yield trials with seeds from seed yield trial, fiber yield ranged 193~198 kg/10a which was not significantly different by the seeds mixing ratio but the content of THC (Δ -9-tetrahydrocannabinol) was lowered in proportion to the ratio of IH3 seeds. Variation of THC and CBD (Cannabidiol) level in the 150 plant cultivated with various seed mixing ratio reflected that the percentage of drug and intermediate type were decreased but non drug type were increased in proportion to the ratio of IH3 seeds.

Keywords : hemp, THC, seed

대마(*Cannabis sativa* L.)는 쐐기풀목, 삼과, 대마속의 식물로서 자용이주이며 풍매에 의한 수분을 하는 작물이다. 원산지는 중앙아시아로 알려져 있는데 주로 유럽과 아시아 대륙에 분포 또는 재배되고 있다. 대마는 우리나라에서 이용된 섬유작물 중 가장 오랜 재배 역사를 가지고 있으며(김 등, 1992), 우리나라에서는 대마를 단순히 섬유로만 이용하고 있지만 유럽에서는 섬유뿐만이 아니라 내부 목질부를 건축용 하드보드 또는 제지원료로도 이용하고 있다(Michael &

Markus, 1999).

우리나라에서 재배되는 대마의 재래종은 환각성분인 THC (Δ -9-tetrahydro-cannabinol) 함량이 2% 내외로 마약형이라 할 수 있고 대마관리법의 통제를 받아 농민의 자유로운 재배가 곤란하고 사회적으로 대마초 마약문제를 유발하기 때문에 저 마약형 대마 신품종 육성이 시급히 요구된다.

대마는 자용이주 또는 자용동주 식물로서 자식성 식물 또는 다른 타식성 식물과는 달리 육종이 어려워 현재까지 명확한 육종방법이 확립되지 않은 실정이다. Bredemann(1961)이 개발한 “Bredemann 선발법”은 대마의 섬유수량 증대를 위한 육종법으로 널리 이용되고 있다. 이 방법은 매년 모집단 중 섬유비율이 높은 자주와 응주 상위 10% 개체를 선발하여 상호 교배시켜 채종하는 과정을 반복함으로써 집단 전체의 섬유비율을 증가시키는 것이다. 이러한 방법으로 프랑스에서는 섬유비율이 높은 “Fibrimon 56” 등이 육성되었다(vander Werf 등, 1995). 또한 러시아에서는 1973년부터 토착 재래종과 Kompolti 등 외국 도입종들을 상호 교배한 후 가계 집단선발법(family-group selection)으로 THC 함량이 0.2% 미만인 USO-14, USO-16 등을 육성하였다(Virovets, 1996). 그러나 환각성분인 THC(Δ -9-tetrahydrocannabinol)의 함량을 낮추어 저 마약형 품종을 육성하는데 배우자선발법은 환각성분 분석 시료수가 많아 시간과 노력이 많이 소요된다.

외국의 저 마약형 품종의 도입에 의한 도입육종 가능성을 검토하기 위해 1987년 네덜란드 Center for Plant Breeding and Reproduction(CPRO)에서 저 마약형 대마 유전자원 44종을 도입하여 특성검정을 실시하였다. 도입 유전자원은 THC 함량이 낮았으나 경장은 36~191 cm로 우리나라 재래종의 239 cm에 비해 작아 섬유용 품종으로는 적합하지

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-450-0145
(E-mail) yhmoon@rda.go.kr <Received July 11, 2005>

않았다(문 등, 1997).

Meijer 등(1992)에 따르면 THC 함량이 높은 품종과 낮은 품종을 교배하면 그 F1의 THC 함량은 중간값을 가진다고 하였다. 그러므로 THC 함량이 높은 품종과 낮은 품종을 혼합, 파종하여 재종하면 그 후대는 무작위로 자식하거나 상호 교잡되어 THC 함량이 낮은 개체들과 높은 개체들 그리고 중간값을 가지는 개체들이 혼재되어 결과적으로 그 집단의 THC 함량은 낮아질 것이다.

그러므로 본 시험은 우리나라에서 재배되는 대마의 THC 함량을 손쉽게 낮추기 위해 우리나라의 재래종과 저 마약형 유전자원인 IH3를 혼합, 파종하여 재종한 종자로 섬유용 대마를 재배하였을 때 섬유수량과 THC 함량 변이를 구명하였던 바 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험재료로서 우리나라 재래종과 저 마약형 도입유전자원인 IH3를 사용하였는데 유전자원 특성검정 시험에서 조사된 시험재료의 생육특성 및 cannabinoids 함량은 Table 1과 같다.

재종용 대마는 1999년 IH3과 재래종의 혼합재종 종자를 무게비로 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1로 혼합한 다음 질소, 인산, 칼리 비료를 각각 10, 4, 8 kg/10a를 사용하여 경운 로터리작업 후 5월 15일에 조간거리와 주간거리를 각각 100, 50 cm로 재식, 재배하였다. 대마는 화분이 바람에 의해서 매개되는 풍매화이므로 혼합비율별 재종재배는 외부의 화분혼입 방지가 중요하다(Small, 1972; Meijer & van Soest, 1992; Robert, 1995). 그러므로 이를 위해 바람이 적은 비가림 비닐하우스에서 각 혼합 비율별로 격리시켜 재종재배하여 중

실 등숙기에 생육특성 및 종자수량을 조사하였다.

각 혼합비율별로 재종한 종자는 2000년, 2001년에 섬유 수량 및 THC 함량분포 검정을 위해 재배하였는바 재배법으로는 질소, 인산, 칼리 비료를 각각 10, 4, 8 kg/10a를 사용하여 경운 로터리작업 후 4월 4일에 6 kg/10a를 조간 30 cm 간격으로 조파하여 10절의 엽이 전개되었을 때 미 전개 엽을 THC 분석용 시료로 채취하고 7월 5일에 수확하여 생육특성 및 섬유 수량을 조사하였다.

채취한 시료는 THC-acid와 CBD-acid의 탈카르복실화를 위해 80°C 건조기에 24시간 건조한 다음 유발로 세말하였다. 분말시료 50 mg을 칭량하여 1.5 ml 원심분리 튜브에 넣고 ethanol 0.5 ml를 넣은 다음 초음파 진탕기에 3시간동안 진탕한 후 8000 rpm의 원심분리기에서 원심분리후 상정액을 다른 원심분리 튜브에 넣어 GC 주입용 시료로 사용하였다.

Cannabinoid 분석은 Table 2에서 보는바와 같이 GC 기종은 Varian 3400(미국)이고, 검출기는 FID를 사용하였고 column은 3% OV 17로 충전된 2 m glass column을 사용하였고 carrier gas는 질소를 사용하였다. 분석조건으로서 carrier gas의 유속을 20 ml/min으로 하였고 injector와 column, detector 온도는 각각 220, 240, 260°C로 하였다. THC와 CBD의 표준시약은 Sigma사 제품(미국)을 사용하였다.

결과 및 고찰

재종재배시 저 마약형인 IH3과 마약형인 재래종의 종자혼합비율별 생육특성과 종자수량은 Table 3과 같다. IH3과 재래종의 종자혼합비율 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1에서 경

Table 1. Growth characteristics and contents of cannabinoids in IH3 and local variety.

Genotype	Flowering date	Sex type	Stem height (cm)	Stem diameter (mm)	Cannabinoid content (%)	
					CBD [†]	THC [‡]
IH3	Aug. 12	Dioecious	191	9.1	2.14	0.11
Local variety	Aug. 10	Dioecious	239	9.7	0.23	2.12

[†]CBD : Cannabidiol, [‡]THC : Tetrahydrocannabinol

Table 2. Operating condition of gas chromatography for cannabinods analysis.

GC model	Carrier gas	Column	Flow rate	Detector	Temperature (°C)		
					Injector	Column	Detector
Varian 3400	N ₂	3% OV 17, 2 m glass	20 ml/min	FID	220	240	260

Table 3. Growth characteristics and seed yield as influenced by mixing ratio of IH3 and local variety.

Seed mixing Ratio (IH3:Landrace)	FD ^z	SL ^y (cm)	SD ^x (mm)	No. of branch (branch/plant)	1,000 grain wt. (g)	Seed yield (kg/10a)
1 : 1	Aug. 12	188	15.4	22	20.41	101 a ^w
2 : 1	Aug. 12	182	14.3	22	21.51	98 a
3 : 1	Aug. 13	175	14.6	18	21.78	96 a

^zFD : Flowering date, ^ySL : Stem length, ^xSD : Stem diameter, ^wa, b, c : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

Table 4. Growth characteristics hemp and cannabinoid content which were cultivated with harvested seeds from the mixing ratio of IH3 and landrace.

Mixing ratio (IH3:Landrace)	SL ^z (cm)	SD ^y (mm)	No. of stem (stem/m ²)	Yield (kg/10a)		Cannabinoid content (%)	
				Fresh stem	Fiber	THC ^x	CBD ^w
1:1	209	9.3	63	3,914	198 a ^y	0.67 a	0.45 b
2:1	217	8.9	63	3,436	194 a	0.43 b	1.16 a
3:1	212	9.0	62	3,678	193 a	0.39 b	0.90 a

^zSL : Stem length, ^ySD : Stem diameter, ^xTHC : Tetrahydrocannabinol, ^wCBD : Cannabidiol
^ya, b, c : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

장은 각각 188, 182, 175 cm, 분지수는 각각 22, 22, 18개/본으로 IH3의 혼합 비율이 많을수록 짧고 적었다. 이는 경장이 작고 분지수가 적은 IH3의 개체수가 증가하였기 때문이었다.

천립중은 IH3의 혼합비율이 클수록 증가하였으나 종자수량은 100 kg/10a 내외로 유의적인 차이가 없었다.

수확한 종자는 섬유수량 및 THC 함량 검정에 사용하였는데 혼합 채종종자 파종구별 생육특성 및 cannabinoids 함량은 Table 4와 같다. IH3과 재래종의 혼합 채종종자 파종구별 경장과 경직경, 절간장, 경수는 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1에서 각각 209~217 cm, 8.9~9.3 mm, 62~63 본/m²로 비슷하였고 생경 및 섬유수량도 각각 3,436~3,914 kg/10a, 193~198 kg/10a로 유의적인 차이가 없었다.

1 : 1 혼합채종종자 파종구에서 THC 함량은 0.67%로 가장 높았고 CBD 함량은 0.45%로 가장 낮았으나 2 : 1과 3 : 1에서는 유의적인 차이가 없었다.

각 파종구별로 150개체에서 시료를 채취하여 cannabinoids 함량 분포를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. Meijer 등(1992)의 분류법에 따라 1 : 1 혼합 채종종자 파종구에서는 마약형, 중간형, 저 마약형이 각각 20.7, 40.0%, 39.3%이었고 2 : 1 혼합 채종종자 파종구에서는 7.3, 36.0, 56.7% 그리고 IH3의 비율이 가장 높은 3 : 1 혼합채종종자 파종구에서는 9.3, 22.7, 68.0%로 IH3의 비율이 증가할수록 저 마약형 개

체 비율이 증가하였다.

THC는 환각성분이고 CBD는 환각억제성분이기 때문에 Meijer(1992)는 THC함량이 0.5% 이상이면서 CBD 함량이 THC 함량보다 적으면 마약형, THC 함량이 0.5% 이상이면서 CBD 함량이 THC보다 많으면 중간형, THC 함량이 0.5% 이하이면서 CBD 함량이 THC보다 많으면 저 마약형으로 분류하였다. Meijer의 분류법으로는 IH3과 재래종을 동량씩 혼합하여 재종한 종자 파종구의 대마는 마약형으로 분류되지만 IH3을 2:1, 3:1로 혼합하여 재종한 종자 파종구의 대마는 저 마약형으로 분류된다.

성인 남자가 대마초를 흡연하여 환각효과를 얻으려면 4~6 mg의 THC를 흡연하여야 한다(Agurell *et al.*, 1986; Frytak *et al.*, 1984; Stefanis, 1978). 섬유용으로 재배되는 대마에서 환각성분이 많은 부위는 10절 이상 전개된 식물체의 미 전개엽이다(문 등, 1996). 대마초 무게가 필터를 떼어낸 담배의 무게인 700 mg으로 가정하였을 때 환각효과가 있는 대마초를 얻으려면 THC 함량이 0.6% 이상이 되어야 할 것이다. 그러므로 저 마약형 품종이 없는 경우 THC 함량이 적은 품종을 혼합, 채종하여 재배하는 것이 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

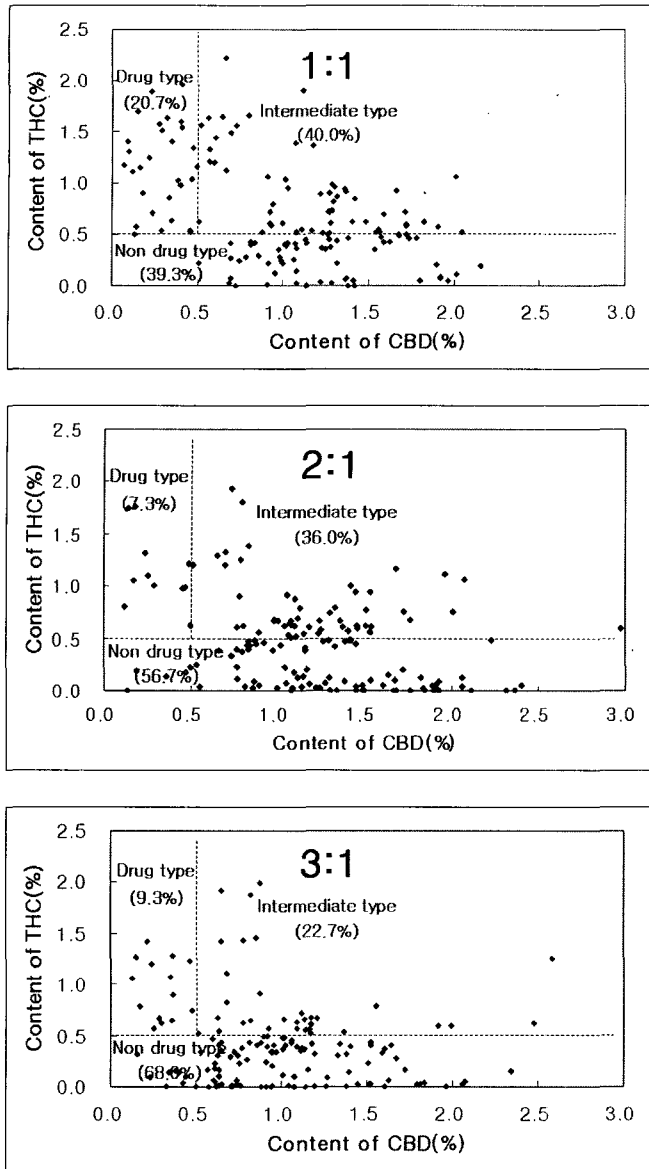


Fig. 1. Distribution of the cannabinoid content of individual plants from fiber yield trials conducted with the seeds from seed yield trial.

적 요

저 마약형 대마 품종이 육성되지 않았을 경우 그 대안으로서 섬유용 대마의 THC 함량을 낮추기 위해 저 마약형 도입 유전자원중 경장은 작지만 개화기가 재래종과 비슷한 IH3과 재래종 종자를 1:1, 2:1, 3:1로 혼합하여 채종시험을 실시하고 각 혼합비율별로 채종한 종자를 섬유용으로 재배하여 종실용 및 섬유용 대마 생육특성과 수량, 그리고

cannabinoid 함량분포를 검정한 결과를 요약하면 다음과 같다.

채종시험에서 IH3의 비율이 클수록 천립중은 무거웠으나 종실수량은 100 kg/10a 내외로 차이가 없었다. 혼합비율별로 집단 채종한 종자를 섬유용으로 재배하였을 때 섬유수량은 193~198 kg/10a로 비슷하였으나 THC 함량은 종자 IH3 혼합비율이 클수록 낮아져 3:1에서는 0.39%이었다. THC 및 CBD 함량분포에서도 IH3 혼합비율이 높을수록 마약형 및 중간형 비율이 낮아졌고 저 마약형 비율은 증가하였다.

인용문헌

Agurell, S., M. Halldin, J.E Lindgren, A. Ohlsson, M. Widman, H. Gillespie, and L. Hollister. 1986. Pharmacokinetics and metabolism of delta 1-tetrahydrocannabinol and other cannabinoids with emphasis on man. *Pharmacol. Rev.* 38 : 21-43.

Frytak, S., C.G. Moertel, and J. Rubin. 1984. Metabolic studies of delta-9-tetrahydrocannabinol in cancer patients.: *Cancer Treat. Rep.* 68 : 1427-1431.

Meijer, E.P.M., H.J. van der Kamp, and F.A. Eeuwijk. 1992. Characterisation of cannabis accession with regard to cannabinoids content in relation to other plant characteristics. *Euphytica* 62 : 187-200.

Michael, K. and K. Markus. 1999. Use of natural fibers in the German automotive industry. *J. of International Hemp Association.* 6(2) : 72-74.

Robert, C.C. 1995. "Marihuana botany". Ronin Publishing, Inc. California, USA. 1-171.

Small, E. 1972. Infertility and chromosomal uniformity in Cannabis. *Can. J. Botany.* 50(2) : 1947-1948.

Stefanis, C. 1978. Biological aspects of Cannabis use. *NIDA Res. Monogr.* 19 : 149-178.

van der Werf, H.M.G., W.C.A. van Geel, and M. Wijnhuizen. 1995. Agronomic research on hemp (*Cannabis sativa* L.) in The Netherlands, 1987-1993. *J. of International Hemp Association.* 2(1) : 14-17.

Virovets, V.G. 1996. Selection for non-psychoactive hemp varieties (*Cannabis sativa* L.) in CIS (former USSR). *J. of International Hemp Association.* 3(1) : 13-15.

김희태, 박찬호, 손세호. 1992. 신고 공예작물학. 향문사. pp. 59-70.

문운호, 정미남. 1996. 저 마약형 대마 신품종 육성시험. 농촌진흥청 호남농업시험장 시험연구보고서. pp. 657-661.

문운호, 오용비, 정미남. 1997. 전통식물의 지역 특산화에 관한 연구. 농촌진흥청 호남농업시험장 시험연구보고서. pp. 630-634.