

원두커피 부산물 첨가에 따른 밀싹의 성장과 엽록소 성분의 변화

류은미¹, 최환석², 신현재^{1*}

Effect of Coffee Grounds' Residue on the Growth and Chlorophyll Content of Korean Wheat Sprout

Eun-Mi Ryu¹, Hwan-Seok Choi², and Hyun-Jae Shin^{1*}

접수: 2013년 8월 7일 / 게재승인: 2014년 1월 7일
© 2014 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

Abstract: Wheat sprout (*Triticum aestivum*) shows excellent nutritional and health effects due to the contents in amino acids, minerals, and other nutrients rich in chlorophyll and vitamins. In this study, spent coffee grounds were used to cultivate the wheat sprout for 12 day. An amount of 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, and 100% (w/w, based on commercial sterile soil media) spent coffee grounds were used under the same conditions. Total length and weight of wheat sprout, above- and below-ground length and weight, and the chlorophyll contents were compared. Soil media were analyzed before and after wheat cultivation, showing that 40% and 60% (w/w) coffee media promoted wheat growth in view of length and weight. Chlorophyll contents in each group showed almost constant values, while 100% (w/w) coffee media led to a slight decrease. In conclusion, spent coffee grounds stimulated wheat growth, showing nearly stable contents of chlorophyll.

Keywords: Korean wheat, Wheat sprout, Chlorophyll, Coffee grounds residue, Sprout growth

1. INTRODUCTION

밀 (wheat, *Triticum spp*)은 전 세계적으로 재배되는 벼과의 한 해살이풀로 높이는 1 m 내외로 소맥이라고 한다. 이러한 밀은 인류가 이용한 작물 중에 가장 오래된 곡류이며 원산지는 중동지역으로 알려져 있다. 유럽, 아메리카 등에서는 주곡으로 이용되어 왔으며 우리나라에서도 삼한시대 이전부터 재배되어 온 것으로 추정되어진다. 밀은 일반적으로 온대화한 냉 지역에서 재배되지만 적응성이 강하여 그 이외의 지역에서도 널리 재배되고 있으며 우리나라 1인당 밀 소비량은 연간 33.4 kg으로 쌀 다음으로 많지만, 밀의 식량자급률은 약 1.0%로 연간 240만 톤을 식량으로 수입하고 있다 [1,2]. 밀에 있는 카로티노이드 (carotenoid) 색소는 잔토틸 (xanthophyll) 과 소량의 잔토틸 에스터 (xanthophyll ester), 카로틴 (carotene)으로 구성되어 있고 잔토틸 (xanthophyll)은 대부분 루테인 (lutein)과 타라크산틴 (taraxanthin) 이라고 보고 되어 있다 [1]. 또한, 밀 배아는 밀의 2~3%를 차지하며 상당량의 지방이 들어 있고 단백질, 철, 칼륨, 비타민 B1, 비타민 B2, 비타민 E, 셀레늄 등의 영양소가 고기나 야채보다 많이 들어있다고 알려져 있다 [3]. 국산밀은 수입밀에 비하여 가격이 비싸고 가공성이 나빠 경쟁력이 떨어지므로 밀종의 위기에 처하는 상황에 이르게 되었으나 국산밀의 보존 및 육성에 필요성이 인식됨으로써 명맥을 유지하고 있으며 밀에 대한 연구는 계속적으로 이루어져 많은 연구 결과가 축적되어 있다 [4]. 국내 밀 품종 육성은 1970년대부터 시작되어 최근까지 35개 품종이 개발되었으며, 과거에 밀은 농가의 안전생산을 위한 수량증대가 목적이었으나 2000년도 이후에는 용도별로 적합 품종을 육성중이다 [5]. 통계청에 의하면 정부는 2017년 자

¹조선대학교 생명화학공학과

¹Department of Chemical & Biochemical Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea
Tel: +82-62-230-7518, Fax: +82-62-230-7220
e-mail: shinhj@chosun.ac.kr

²(주)마이크로자임

²Microzyme Co. Ltd., 437 Immyeon-ro, Ip-myeon, Gokseong-gun, Jeollanam-do, Korea

급률 10% 생산 목표를 국제 곡물가 급등과 식량안보의 강화 차원에서 2015년으로 단축하였다 [www.kostat.go.kr]. 국산 밀 생산 확대는 민간기업과 생산자단체 주도로 추진되고 있으며, 정부는 종자개발, 저장시설 확충 등 기반조성 지원을 기본방향으로 추진하고 있다. 밀에는 인체 면역체계를 활성화 시키는 미네랄과 비타민이 골고루 들어있지만 국산밀과 수입밀의 영양에 대해서는 공정과정에 따라 많이 차이가 있을 수 있고 품종에 따라 영양의 차이는 확연히 달라진다 [www.kofmia.org]. 최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 올바른 식생활의 기준으로 수입 밀보다 안전성이 높은 국산밀에 대한 선호도가 더 높아지고 있다. 우리나라 밀 재배지 가운데 전라남도가 전체 생산비율의 50%를 차지한 전국 최대의 생산 기반을 보유하고 있다 [www.kj2000.co.kr]. 특히 밀 성장에 맞는 최적조건 및 지리적 특성을 가지고 있어 지역 연고 산업 활성화가 매우 유용하다.

밀싹 (wheat sprout or wheat grass)은 밀의 어린 새싹 즉, 발아하는 과정에서 밀에 마디 부위가 생성되기 전의 어린 새싹을 말한다. 밀의 싹이 발아한 후 수일 동안 모든 유효성분이 다량으로 생성되기 때문에 밀싹에는 다양한 유효성분이 다량 함유되어 있다. 밀싹은 분말 또는 착즙하여 영양부족 및 성인병 등의 건강 기능성 보조식품으로 많이 이용되고 있으며, 이는 주로 밀이 발아후 7~10일 정도 재배한 어린 순을 사용한다 [6]. 밀싹에 포함되어 있는 프로테아좀 (proteasome)이 암치료제의 보조제 역할에 가능성을 제시했고 [7], HeLa

cancer cell의 성장 억제 효과 [8], 항산화 효과 [9], 노화방지 효과 [10], 대장암에도 효과가 [11] 있다고 보고되기도 하였다. 한편, 1970년대 이후부터 대중화된 커피는 해마다 그 수요량이 늘고 있으며, 전 세계 인구의 약 70~80%가 음용하는 대중적인 음료로 우리나라의 경우 원두커피 수입량이 2009년 기준 약 10만 576톤으로 비용으로는 총 2억 7628만 달러나 된다 [12]. 2000년대 초반부터 다국적 외국 브랜드인 스타벅스, 커피빈 등이 한국 음료시장에 성공을 거두면서 커피에 대한 소비자의 인식이 크게 바뀌게 되었다 [13]. 커피는 전세계적으로 가장 많이 생산되고 있는 작물 중 하나로 원두커피 부산물을 이용한 실험은 다양한 방법들이 있다. 이 중 커피 부산물을 폐수 중의 중금속처리에 응용하는 연구 [14], 폐수 내 휘발성 유기화합물 중 trichloroethylene (TCE) 제거에 응용에 관한 연구 [15], 커피박 추출물이 식품에 천연항산화제로써 사용 가능성 [16], 사료 내 천연 항산화 소재로서 이용이 보고되었다 [17]. 이밖에 커피박에 의한 구름버섯 균사체의 성장 촉진 등이 연구되고 있다 [18]. 이러한 재활용의 가치가 있는 원두커피 부산물은 그대로 종량제 봉투에 담겨져 있는 상황으로 별도의 대책이 필요하다 [19]. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 폐기처분하는 원두커피 부산물을 이용하여 밀싹 재배 시 성장률과 영양성분의 변화를 관찰함으로써 원두커피 부산물이 밀싹 등의 식물재배에 유용한 자원으로서의 활용가치를 확인해보고자 한다.

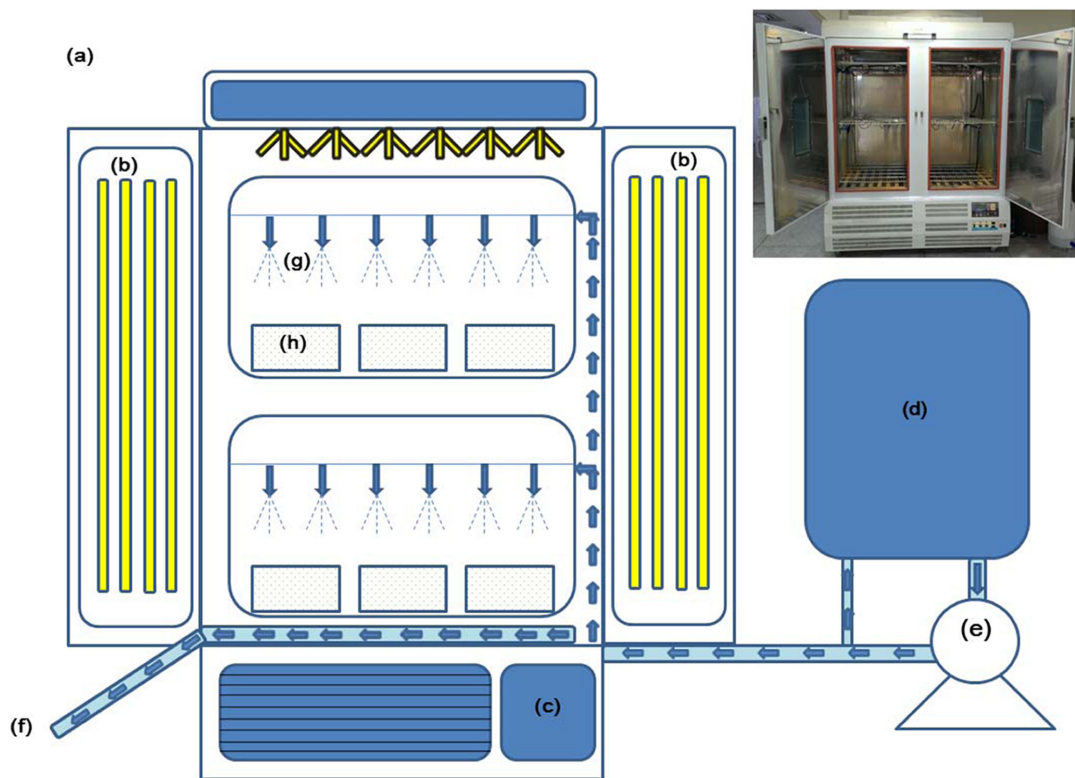


Fig. 1. Schematic diagram of plant growth chamber used in this study. (a) growth chamber, (b) light source, (c) control panel, (d) water tank, (e) pump, (f) drain, (g) water spray, (h) wheat sprout. Inset: photograph of plant growth chamber.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. 실험재료

본 연구에 사용된 국산밀 (금강밀, Keumkang)과 토양은 경기도 성남시 판교 밀싹농원에서 구입하여 재배하였으며, 원두커피 부산물은 광주광역시 봉선점에 위치한 S커피 전문점에서 원두커피 액을 추출하고 남은 부산물을 무료로 제공받아 사용하였다. 그 외 모판, 분무기, 믹서기, vernier callipers (Guanglu, Guilin, China)는 재료상에서 구입하여 사용하였다.

2.2. 배양기 조건

배양기 조건으로는 국내의 밀 심는 시기인 상경 (음력 10월 23일)에 맞추기 위해 광주광역시 기상청에 평균 온도와 습도 및 광주기를 확인한 후에 배양기에 상경 시기와 동일하게 설정하였다. 배양 및 파종 조건으로는 온도 23°C, 습도는 60%, 광주기는 밤 10시간 낮 14시간으로 맞춰 배양기 조건을 설정하였으며, 물은 식물배양기 안에 자동 가습라인을 설치해서 1일 3회 10초 동안 각각의 밀에 동일한 양이 분사 될 수 있도록 조절하였다 (Fig. 1).

2.3. 토양 처리 방법 및 재배 조건

원두커피 부산물은 autoclave에 120°C로 20분 설정 한 다음 실험 하루 전에 멸균시켜 일반시중에 유통되는 토양에 각각 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% (w/w)씩 혼합하여 밀싹 재배용 배지로 사용하였다.

2.4. 밀싹 재배 방법 및 성장 비교

금강밀은 각 150 g씩 정량하여 수돗물에 4~5회 세척한 후 1차 증류수에서 6시간 동안 불려 놓는다. 불린 밀은 물을 제거한 후 용기에 담아 2시간에 한 번씩 분무기로 수분을 준 후 마르지 않게 48시간 동안 거즈로 덮어 놓으면 싹이 트기 시작한다. 모판에 각 군별로 토양을 2/3 정도 채운 후 그 위에 싹이 트인 밀을 골고루 뿌린 다음 밀이 보이지 않게 토양으로 덮는다. 12일 동안 동일한 조건에서 성장한 밀은 난괴법

을 이용해 가로 10 cm, 세로 10 cm의 구획을 정해서 각 군마다 모판에 심어진 밀싹을 뿌리까지 함께 잘랐다. 가로, 세로 구획에 맞춰 자른 밀싹은 전체의 갯수를 각 군별로 정량한 후, 각 군에서 무작위로 30개씩 뿌리째 채취한 후 vernier callipers를 이용해 생체 길이를 잴 다음 총 중량, 지상부 길이와 중량, 지하부 중량을 측정하였다. 건조 후 중량과 길이를 측정 한 다음 믹서기를 이용해 분쇄를 하였다.

2.5. 재배 조건에 따른 chlorophyll 함량 비교

재배된 밀싹을 각 군별로 생체중량 20 g을 자연 건조시킨 후 분쇄기를 이용해 분쇄한 후 acetone : distilled water = 9 : 1로 상온 추출하였다. 추출된 밀싹은 필터링 한 후 UV/Visible spectrophotometer로 파장 660 nm와 750 nm에서 흡광도를 측정하였다 [22].

2.6. 토양 성분 분석

일반 토양의 구성요소는 super fine peat moss 70%, fine perlite 15%, dolomitic limestone, calcitic limestone, non-ionic wetting agent, calcium nitrate, triple super-phosphate, potassium sulfate, magnesium sulfate, trace elements이다. 일반 시중에 유통되는 토양을 실험 전과 원두커피 부산물을 혼합하여 재배한 후에 토양을 채취하여 풍건한 후 광주광역시 농업기술센터에 토양검정을 의뢰하여 분석하였다.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. 원두커피 부산물 함량별 밀싹 성장 비교

원두커피 부산물을 이용해 밀싹의 성장률을 평가하기 위하여 일반 토양에 원두커피 부산물을 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% (w/w)씩 혼합하여 12일 동안 재배하였다. 밀싹 재배 12일째 동일 조건에서 난괴법을 이용하여 Fig. 2와 같이 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.



Fig. 2. Wheat sprout samples after growth experiment using randomized block design (RBD). From left to right, the content of coffee grounds is 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% (w/w), respectively. (a) the total length, (b) divided components.

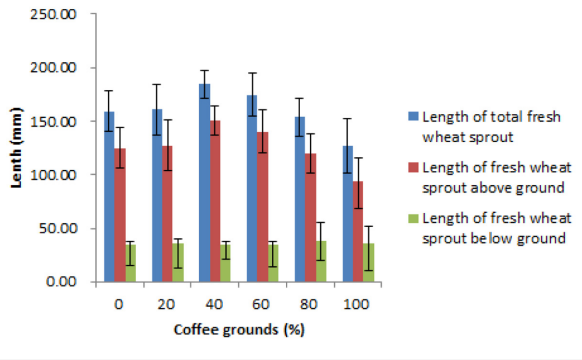


Fig. 3. Length variation of fresh wheat sprout. From left to right, the content of coffee grounds is 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% (w/w), respectively.

3.1.1. 밀싹의 생체 전체 길이와 지상부, 지하부 길이

밀싹 성장 전체 길이와 지상부 길이에서 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60%, 20%, 0%, 80%, 100% (w/w) 순으로 성장함을 알 수 있었다 (Fig. 3). 지하부 길이에서는 원두커피 부산물을 혼합한 토양 80%, 100%, 20%, 40%, 60%, 0% (w/w) 순으로 성장하였다. 일반 시중에 유통되는 토양에 원두커피 부산물을 함량별로 혼합한 후 밀싹의 성장을 비교해 봤을 때 일반 시중에 유통되는 토양보다 원두커피 부산물 40%, 60% (w/w)를 혼합해 재배한 군에서 밀싹의 성장률이 더 좋음을 알 수 있었다.

3.1.2. 밀싹의 전체 전체 길이와 지상부, 지하부 길이

밀싹 성장 전체 전체 길이와 지상부 길이는 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60%, 20%, 0%, 80%, 100% (w/w) 순으로 줄어듦을 알 수 있었고, 지하부 길이는 전체적으로 비슷한 경향을 보였다 (Fig. 4).

3.1.3. 밀싹의 생체 전체 무게와 지상부, 지하부 무게

밀싹 성장 생체 전체 무게는 원두커피 부산물을 혼합한 토양 60%, 40%, 100%, 20%, 0%, 100% (w/w) 순이었고, 지상부 무

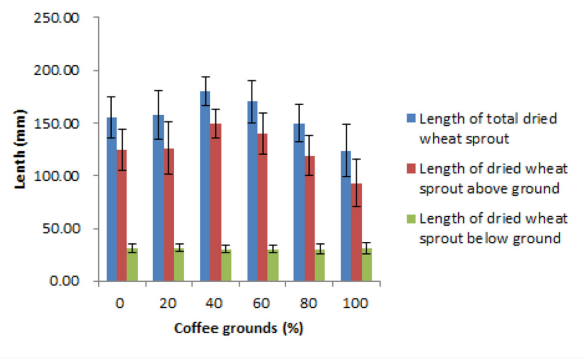


Fig. 4. Length variation of dried wheat sprout. From left to right, the content of coffee grounds is 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% (w/w), respectively.

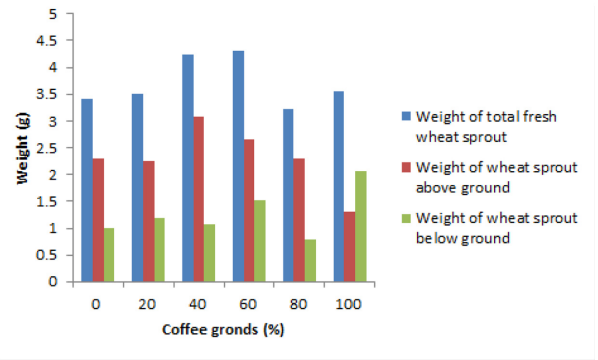


Fig. 5. Weight variation of fresh wheat sprout. From left to right, the content of coffee grounds is 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% (w/w), respectively.

게는 40%, 60%, 100%, 20%, 0%, 100% (w/w) 순이었다. 지하부 무게는 100%, 60%, 20%, 40%, 0%, 80% (w/w) 순이었다 (Fig. 5). 원두커피 부산물 함량별 생체 무게를 비교해 봤을 때 원두커피 부산물 100% (w/w) 토양에서 수분을 흡수하지 못해 밀이 썩고 곰팡이가 생겨 밀이 자라지 못해 무게가 많이 나가는 것을 알 수가 있었다. 전체적으로 원두커피 부산물 40%와 60% (w/w) 혼합된 토양이 원두커피 부산물을 혼합하지 않은 0%에 비해 성장률 증가에 우수한 효과를 나타냄을 확인할 수 있다.

3.1.4. 밀싹의 전체 전체 무게와 지상부, 지하부 무게

밀싹 전체 전체 무게를 보면, 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60%, 20%, 0%, 80%, 100% (w/w) 순으로 측정되었고, 지상부 무게에서 40%, 60%, 80%, 100%, 0%, 20% (w/w) 순으로 측정되었다. 지하부 무게에서는 원두커피 부산물 100%, 60%, 40%, 20%, 0%, 80% (w/w) 순으로 측정되었다 (Fig. 6). 밀싹의 전체 무게의 경우, 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60% (w/w)에서 다른 군에 비해 무게가 더 증가함을 확인하였다.

밀에 대한 연구는 대부분 성분 분석이나 생리 활성 물질에

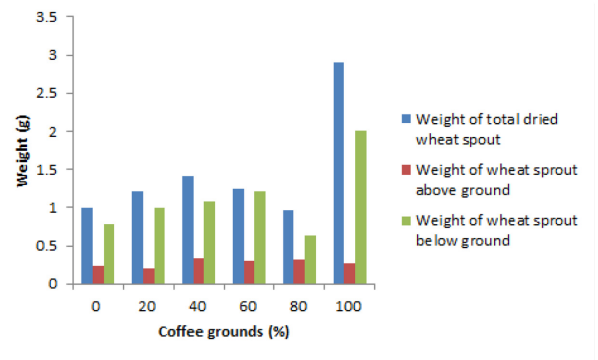


Fig. 6. Weight variation of dried wheat sprout. From left to right, the content of coffee grounds is 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% (w/w), respectively.

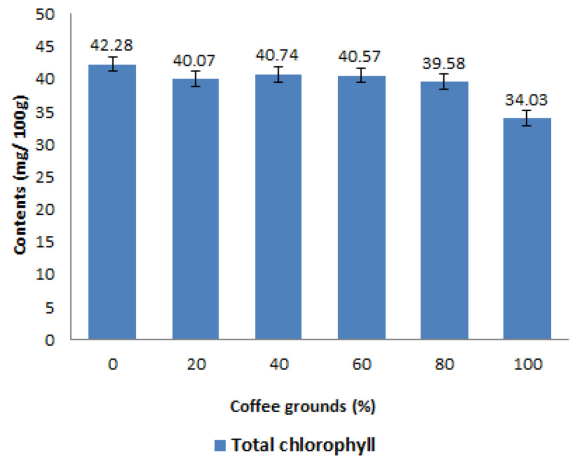


Fig. 7. Total chlorophyll contents with different amounts of coffee grounds.

대한 연구로 국한되어 있으며 [21,22], 원두커피 부산물을 이용한 밀싹의 배양 실험은 아직 보고된 바 없다. 최근 친환경적 퇴비에 대한 연구에서 미역 양식의 부산물로 인한 쪽파나 상추 등의 초장, 생체 무게, 전체 무게 등에 차이에 따라 원예 작물이나 토양에 대한 처리 효과가 있음을 보고하였다 [23]. 본 연구의 결과 원두커피 부산물을 첨가한 경우 밀싹의 성장률 및 무게가 일반 토양에 비해 우수한 이유는 원두커피 부산물이 밀싹 배양의 영양분으로 작용한 것으로 판단된다.

3.2. 재배 조건에 따른 chlorophyll 함량 비교

Chlorophyll은 상처 치료, 세균 생육정지 효과, 조혈작용, 간기능 증진 작용, 탈취작용 등의 생리활성으로 건강보조식품에 널리 이용되고 있는 중요한 성분이다 [24]. 각 군 별로 chlorophyll 함량을 흡광도 측정법으로 660 nm와 750 nm에서 측정 후 그 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 일반 토양에 원두커피 부산물 함량에 따라 밀싹의 chlorophyll 함량은 거의 동일하였으며, 원두커피 부산물 100% (w/w)군에서 다소 감소함을 확인할 수 있었다. 푸른 채소의 주색소인 chlorophyll은 과일 및 채소의 신선도 및 식용증진에 중요한 요소이다 [25]. 본 실험에서는 동일한 생체 중량을 기준으로 chlorophyll 함량을 측정하여 각 실험군의 결과치가 유사함을 알 수 있었다.

그러나 원두커피 부산물 40, 60% 첨가군의 밀싹 성장이 다소 우수한 점을 감안한다면, 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60% (w/w)군에서 실질적인 chlorophyll 함량이 더 높을 것으로 판단된다. 한편 원두커피 부산물 100% (w/w)군에서는 토양조건이 맞지 않아 뿌리가 썩고 성장 저해 및 갈변 현상이 있어 chlorophyll 함량 측정 시 감소함을 알 수 있었다.

3.3. 원두커피 부산물 함량에 따른 토양 특성변화

실험 전에 유통되는 토양과 원두커피 부산물을 함량별로 섞어 재배한 후에 토양을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 표에서 언급한 적정범위는 밀을 키우는데 필요한 농경지 조건을 광주광역시 농업기술센터에서 제공받아 비교하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60% (w/w)에서 유효 인산성분에서 밀을 키우기 좋은 농경지 조건 내에 포함됨을 확인하였다 [9]. 토지의 생산력을 높여서 식물이 잘 자라도록 뿌려 주는 영양물질을 비료라고 하는데, 이 비료의 3요소가 질소, 인, 칼륨이다. pH를 비롯해 유기물, K, Ca, Mg, 전기전도도에서 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60% (w/w)에서 유통되는 토양과 유사한 성분값을 나타냄을 확인할 수 있었다 [www.agri.gjcity.net]. 유통되는 토양의 성분을 보면 화학 비료를 다수 첨가한 것을 알 수 있는데, 이에 반해 원두커피 부산물은 친환경 물질로 밀싹의 재배 시에 화학 비료의 대체제로 사용이 가능할 것으로 사료된다.

4. CONCLUSION

밀싹의 성장률은 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60%, 20%, 0%, 80%, 100% (w/w) 순으로 성장하였다. 각 군 별로 chlorophyll 함량을 측정된 결과 일반 토양에 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60% (w/w)에서 가장 높은 chlorophyll 함량을 나타내었다. 토양 분석 결과 원두커피 부산물을 혼합한 토양 40%, 60% (w/w)를 함유한 토양에서 농경지 적정기준에 포함됨에 따라 시중에 유통되는 토양에 비해 밀이 성장하는데 더 적절하다고 볼 수가 있다. 본 연구를 통하여 폐기되는 원두커피 부산물은 밀싹 성장을 촉진시킴을 확인함에 따라 버려지는 폐자원을 이용해 친환경 퇴비로써, 식물 재배

Table 1. Soil media composition for wheat sprout cultivation used in this study

coffee ground residue (w/w)	pH (1:5)	organics (g/kg)	phosphate (mg/kg)	exchangable cations (cmol+/kg)			conductivity (ds/m)
				K	Ca	Mg	
0%	6	61	90	1.6	27.7	12.7	3.2
20%	5.8	61	543	6.4	13.2	13	3.7
40%	5.9	62	171	2.36	24.9	13.5	1.1
60%	6	62	183	2.22	17.5	10.7	1.8
80%	6	61	288	3.77	13.8	10.5	2.2
100%	5.9	62	1087	9.5	3.5	10.1	5
conventional soil media	6	62	126	2.09	21	12.1	1.6
Appropriate range	6.5~7.0	20~30	150~250	0.45~0.55	6.0~7.0	2.0~2.5	0.0~2.0

및 관련 산업분야에 생육환경을 개선하는데 큰 도움을 줄 것으로 사료된다.

Acknowledgements

본 연구는 2013년 중소기업청 기술혁신개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다 (과제번호: S2130465).

REFERENCES

- Choi, B. S. (2008) *Biological activity of wheat germ and qualitative character of the Sanghwa-byung*. Ph.D. Thesis. Kyonggi University, Korea.
- Kim, K. H. (2011) *Grain polyphenol oxidase and lightness of Korean wheat flour*. M.S. Thesis. Chonbuk National University, Korea.
- Choi, B. S. (2009) Quality characteristics of Sanghwabyung with wheat germ. *Korean J. Culinary Res.* 15: 262-270.
- Kim, M. C., K. S. Lee, B. J. Lee, B. G. Kwon, J. I. Ju, J. H. Gu, and M. J. Oh (2007) Changes in the physicochemical characteristics of green wheat during maturation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 1307-1313.
- Oh, J. H. (2012) *Germination Property at Low Temperature and Freezing Tolerance of Seedlings in Korean Wheat Cultivars*. M.S. Thesis. Gyeongsang National University, Korea.
- Lee, S. H., Y. M. Lee, H. S. Lee, and D. K. Kim (2009) Anti-oxidative and anti-hyperglycemia effects of *Triticum aestivum* wheat sprout water extracts on the streptozotocin-induced diabetic mice. *Korean J. Pharmacogn.* 40: 408-414.
- Bonfili, L., M. Amici, V. Cecarini, M. Cuccioli, R. Tacconi, M. Angeletti, and A. M. Eleuteri (2009) Wheat sprout extract-induced apoptosis in human cancer cells by proteasomes modulation. *Biochimie* 91: 1131-1144.
- Calzuola, I., F. Giavarini, P. Sassi, L. D. Angelis, G. L. Gianfranceschi, and V. Marsili (2005) Short acidic peptides isolated from wheat sprout chromatin and involved in the control of cell proliferation: Characterization by infrared spectroscopy and mass spectrometry. *Peptides* 26: 2074-2085.
- Kulkarni, S. D., J. Tilak, R. Acharya, N. S. Rajurkar and T. P. A. Devasagayam, and A. V. R. Reddy (2006) Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different conditions. *Phytother. Res.* 20: 218-227.
- Calzuola I., V. Marsili, and G. L. Gianfranceschi (2004) Synthesis of antioxidants in wheat sprouts. *J. Agric. Food Chem.* 11: 5201-5206.
- Okarter, N. (2012) Phenolic compounds from the insoluble-bound fraction of whole grains do not have any cellular antioxidant activity. *Life Sci. Med. Res.* 37: 1-10.
- La, J. H., S. B. Lee, and J. D. Lee (2011) Optimization of biodiesel synthesis process using spent coffee grounds. *Appl. Chem. Eng.* 22: 72-76.
- Yoo, K. M., M. R. Song, and E. J. Ji (2011) Preparation and sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 24: 111-116.
- Rim, S. H., M. S. Zong, and S. H. Park (1995) A study on removal of Pb, Cr, Cd, in wastewater using exhausted coffee. *Korean J. Environ. Sci. Health* 21: 21-28.
- Kang, J. W., W. H. Yang, K. H. Choi, and M. S. Zong (1997) A study on removal with coffee grounds. *J. Environ. Sci. Health* 7: 14-23.
- Song, E. J., J. Y. Kim, S. Y. Lee, K. B. W. R. Kim, S. J. Kim, S. Y. Yoon, S. J. Lee, C. J. Lee, and D. H. Ahn (2009) Effect of roasted ground coffee residue extract on shelf-life and quality of salted mackerel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 780-786.
- Ko, Y. H., S. Y. Kang, and I. S. Jang (2012) Effects of dietary supplementation of coffee meal on growth performance blood biochemical profiles and antioxidant defense system in broiler chickens. *Korean J. Poult. Sci.* 39: 223-232.
- Lee, M. K., D. I. Shin, and H. S. Park (2012) Acceleration of the mycelial growth of *Trametes veriscolor* by spent coffee ground. *Korean J. Mycol.* 40: 292-295.
- Shin, H. S. and E. J. Hwang (1998) Evaluation of people's participation on separate collection of garbage. *J. KOWREC* 6: 113-129.
- Kwak, Y. J. and J. S. Kim (2009) Changes of chlorophyll and SOD-like activities of chinese chives dehydrated at different heat treatments. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 879-884.
- Choe, J. S. and J. Y. Youn (2005) The chemical composition of barley and wheat varieties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 223-229.
- Singh, K., M. S. Pannu, P. Singh, and J. Singh (2010) Effect of wheat grass tablets on the frequency of blood transfusions in thalassemia major. *Indian J. Pediatr.* 77: 90-91.
- Kim, H. S. (2004) *Studies on extracts processing of a by-products of Undaria pinnatifida and growth response to horticultural crops treated with seaweed materials*. M.S. Thesis. Suncheon National University, Korea.
- Endo, Y., R. Usuki, and T. Kaneda (1984) Prooxidant activities of chlorophylls and their decomposition products on the photooxidant of methyl linoleate. *JAOCs* 61: 781-784.
- Park, S. J., J. S. Lee, Y. H. Hoe, E. Y. Moon, and M. H. Kang (2008) Physiology activity of barley leaf using different drying methods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 1627-1631.