

전국 농업 미생물 배양 센터 운영 환경 및 개선방안

전창욱¹⁺, 김다란²⁺, 조경준¹⁺, 이승규³, 곽연식^{4*}

¹경상대학교 응용생명과학부 박사과정, ²경상대학교 식물위학과 박사과정, ³농촌진흥청 식량산업기술팀 지도사,

⁴경상대학교 농업생명과학연구원 교수

Status of, and Improvements Needed in, Agricultural Microorganism Cultivation Centers in Korea

Jeon, C. W.¹⁺, D. R. Kim²⁺, G. Cho¹⁺, S. G. Lee³ and Y. S. Kwak^{4*}

¹Ph.D. Student, Division of Applied Life Science (BK21Plus), Gyeongsang National University, Jinju 58282, Korea

²Ph.D. Student, Department of Plant Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 58282, Korea

³Agriculture Consultant, Food Crop Industry Technology Service Division, Rural Development Administration, Jeonju 54874, Korea

⁴Professor, Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 58282, Korea

[†]These authors contributed equally to this work.

*Corresponding author: Kwak, Y. S. (E-mail: kwak@gnu.ac.kr)

ABSTRACT

Received: 6 November 2018

Revised: 23 November 2018

Accepted: 26 November 2018

The use of biopesticides is regarded as an eco-friendly disease control measure in modern agriculture and is seen as a feasible replacement for chemical pesticides. Currently, South Korea has many regional microorganism culture centers that are operated with the support of the local governments. However, no in-depth investigation on the operational status and management of these centers has been performed. In this study, we surveyed and analyzed the operational status of 101 agricultural microorganism culture centers, nationwide. The results indicated that the academic majors of the managers of these centers tend to be unrelated to microorganisms, with very few managers possessing the appropriate academic background. The consequential lack of understanding of agricultural microorganisms has led to various problems in culture processes. Production of long-term storage constitutes a basic process for generating fundamental and foundational data for quality control; however, most of the centers did not produce stock cultures, citing sufficient supply of starter cultures. Additionally, although the centers considered culture media to be expensive, the majority did not have structured systems, such as for monitoring culture pH, propagation, and quality of culture media. Therefore, it can be concluded that adequate training is necessary for the managers of these culture centers and that a systematic management system must be implemented.

Keywords: Agricultural microorganisms, Bio-pesticides, Chemical pesticides, Contamination, Culture media



서론

전 세계적으로 작물병 방제에 화학적 농약을 이용함에 있어서 안정적이며 우수한 효능을 나타내는 것이 장점으로 인식되어 왔다. 하지만 엄격한 독성 실험이 필요하고 개발성공확률이 1/150,000으로 낮으며 개발에 까지 7-10년의 장기간 시간이 소모된다. 뿐만 아니라, 생태계가 오염되고 농작업 환경에서 농업인의 건강에 심각한 문제를 일으킬 수 있음이 잘 알려져 있다(Andersen, 2005; Farr et al., 2006; Hong et al., 2015). 이에 따라 생물 농약이 주목받기 시작하였으며 생물 농약의 장점으로는 효능의 지속성 및 인체와 생태계에 안정성이 우수하다는 점이다(Andersen, 2005; Hoppin et al., 2006; Jeon et al., 2016; Weichenthal et al., 2010). 또한 개발성공확률이 1/2,000로, 개발기간은 약 3년으로 화학약제보다 시간을 감소시킬 수 있으므로 지속적인 개발이 이루어지고 있다(Kwak et al., 2012). 국외에서 생물 배양의 중요성을 인식하여 국가적 지원에 의한 미생물 자원 관리 및 운영이 되고 있으며(Weichenthal et al., 2010), 이러한 움직임은 국내에서도 나타나고 있다. 국내의 전라남도 생물 방제 센터에서 조사된 2011년 자료에 따르면 2003년부터 2011년 까지 화학 농약의 구매량은 지속적으로 감소되는 추세였으나 미생물농약의 경우 4억 달러부터 10억 달러까지 구매량의 증가한다고 보고되었다. 그러나 현재까지 지속적으로 수요의 증가가 이루어지고 있는 미생물 배양 센터 및 실무 담당자의 역량에 대한 연구는 이루어진 바가 없으므로 미생물배양센터 현 운영 실태를 조사하고, 이를 기반으로 지속발전 가능한 체계를 확립하기 위해 본 조사를 실시하였다.

재료 및 방법

전국 시군 농업미생물배양 센터에서 사용하는 종균 종류와 배양 방법에 대해서 조사를 실시하였으며, 총 101곳의 센터에서 조사가 이루어 졌다. 조사 시기는 2017년 5월부터 8월까지 각 시군 농업 미생물 배양센터에서 미생물 배양을 담당하고 있는 담당자를 대상으로 조사하였다. 조사방법은 설문 조사로 이루어 졌으며, 설문 조사는 구글(<https://docs.google.com/forms>)을 이용한 온라인 설문 시스템 활용 및 각 시군 센터 미생물 배양 담당자 이메일을 이용하여 설문 조사를 진행하였다.

결과 및 고찰

농업미생물배양 센터 배양 종균의 현황

각 시군의 농업미생물배양 센터에서 사용하는 종균을 조사한 결과 단일 균을 배양 하는 센터는 91%를 차지하였으며(Fig. 1A), 혼합 균을 배양하는 센터는 39%로 혼합균보다 단일균을 배양하는 센터가 많은 것으로 조사되었다. 단일 균으로는 주로 바실러스(86%)나 효모(78%), 광합성세균(86%)을 배양하고 있었으며 기타 균으로는 유산균을 주로 배양 하고 있었다. 복합균을 배양하는 경우 대부분 효모(32%), 바실러스(28%), 광합성세균(17%) 등 다양한 종균을 함께 배양하는 것으로 조사되었다(Fig. 1B).

또한, 각 시군 센터에서 사용되는 종균이 어떠한 경로를 통해서 확보 되는지 조사해본 결과 72%가 사기업을 통하여 분양 받는 것으로 조사 되었으며, 그 중 배지를 구입할 시 종균을 무료로 제공 받는 곳이 많은 것으로 나타났다. 이러한 현상으로 보아 사기업을 주 판매 목적이 종균이 아닌 배지임을 알 수 있었으며, 무료로 분양 받은 종균의 출처 및 정확한 효능 검사가 실행되어야 할 것으로 사료된다. 이와 같은 문제뿐만 아니라, 복합균을 배양 하는 센터들 중에서,

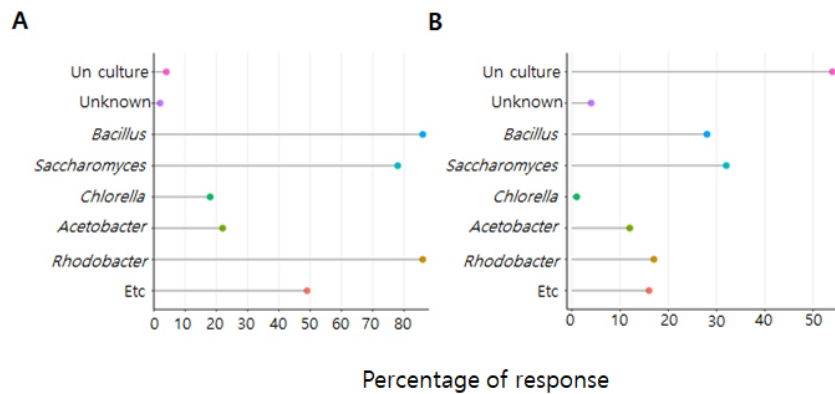


Fig. 1. Mono- and mixed cultures used in agriculture. A: Monoculture. B: mixed culture. Monocultures included *Bacillus* (86%), *Saccharomyces* (78%), or *Rhodobacter* (86%). The largest subset in the mixed cultures was *Saccharomyces* (32%).

배양한 복합균이 올바르게 배양이 이루어지는지 조사하고 있는 곳은 38%로 대부분의 센터에서 배양 후 배양 결과를 확인하지 않고 농민들에게 전달이 이루어지는 것으로 조사되었다. 또한, 복합균의 특성상 배양 시 특정 미생물의 도태에 대한 문제점을 가지고 있으므로 각각의 미생물을 배양한 뒤 혼합하는 것이 일반적이나, 국내에서는 편의를 위해 사업자들이 미리 혼합한 복합 균종을 판매하고 있는 실정이었다. 이는 각 시군센터에서 배양한 복합균이 어떠한 균이 배양되어서 농민들에게 보급되어지는지 알 수 없는 심각한 문제점을 야기하고 있다.

농업미생물배양 센터에서 배양하는 종균의 출처를 조사한 결과 55%의 센터에서 배양하는 종균에 대한 출처 및 효능에 대한 정보가 전무한 것으로 조사되었다. 뿐만 아니라, 배양하는 종균의 정확한 동정을 하지 않은 센터가(52%) 절반 정도 인 것으로 파악되었다. 추가적으로, 사용하고 있는 종균의 출처와 효능에 대한 정보 없이 배양하는 종균의 효능에 대하여 신뢰를 하는가에 대해서 조사한 결과 97%가 신뢰 한다고 응답하였다. 이는 농업미생물배양 센터에서 근무하는 담당자의 역량이 종균을 관리하는 과정에서 많은 문제점을 야기할 수 있다는 것을 나타내고 있다. 이러한 문제점은 각 시군의 농업미생물배양 센터에서 보관균주를 관리하는 방법에 대한 조사결과에서도 문제점이 드러나고 있다. 보관균주 제작은 미생물의 생활환 중에서 예상치 못한 돌연변이를 막으며 장기간 보관하기 위한 것으로, 종균에 문제가 생기면 만들어진 보관균주로부터 다시 배양을 시작 할 수 있을 뿐만 아니라, 배양미생물의 효능 및 유전적 변화를 감지할 기초적 자료로써 QC (Quality control, 품질관리)의 기본으로 대량 배양을 한다면 반드시 시행되어야 할 작업이다. 이처럼 종균 관리에 중요한 보관균주 제작 여부를 알아본 결과 57%가 보관균주를 제작하고 있지 않았다. 보관균주를 제작하지 않는 센터들 중에서 일부는 종균이 필요 할 때마다 분양 받는 것으로 조사되었다. 이러한 상황은 제공받는 균주의 특성이 변화될 경우 비교대상이 없어, 효능의 변화를 판단하기 힘들고 근거를 바탕으로 한 정확한 문의가 힘들어 지므로 반드시 보관균주는 제작할 수 있도록 체계가 확립 되어야 할 것으로 사료된다.

배양 시설 규모 및 배지 구입 경로 조사

미생물 배양에 필요한 소도구들을 멸균 및 살균할 수 있는 장비 현황을 조사해본 결과 고압증기멸균기 81%, 건열 멸균기 15%, 자외선 살균기 9%, 오존 살균기 3%, 기타 3%, 없음이 12%로 조사되었다(Fig. 2A). 질문을 세세한 항목으로 전문화한 결과 멸균기가 있다고 응답한 곳이 71%로 조사되어(Fig. 2B) 앞선 설문 결과와 차이가 크게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 장비를 실제로 사용하지 않거나 용도를 파악하지 않고 있을 가능성이 크다고 판단된다. 멸균 기능이 갖추어진 배양기를 소유한 곳이 75%, 살균 기능이 갖추어진 배양기를 소유하고 있는 곳이

65%, 지에 필수적인 보관균주를 보관할 초저온 냉동고가 없는 곳이 36%로 일부 배양 센터는 종균을 대량 배양 할 때 오염에 취약할 것으로 사료된다. 배양 센터의 배양기 현황으로는 4대를 확보하고 있는 곳이 다수였으며, 최대로는 20 대까지 보유한 센터가 존재하는 것으로 조사되었다. 생산량 용량의 총합은 2톤이 제일 많았으며, 최대 50톤까지 생산 할 수 있는 시설을 보유한 센터가 존재하는 것으로 조사되었다. 연간 생산량을 응답한 96개소에 대하여 총 생산량과 연간 배지 금액을 비교하기 위해 각 센터의 배지 비용 금액 크기 순으로 나열하여 Scatter plot으로 나타낸 결과(Fig. 3), 연간 배지에 소모되는 금액에 대한 총 생산량이 비례 하지 않는 것으로 조사되었다. 배양 시설 규모에 대한 만족도를 조사한 결과 연간 농민들의 수요량에서 충분한 공급을 할 수 있다고 응답한 곳이 51%였으며, 농민들의 수요량이 공급 량 보다 많다고 응답한 곳이 44%로, 절반에 가까운 미생물배양센터들이 충분한 공급량을 맞추기 위한 시설이 부족한 상태인 것으로 조사되었다. 대량배양기의 노후화와 관리상태를 확인하기 위해 평균 사용 기간을 조사한 결과, 1-3년 이 30%, 4-6년이 34%, 6-9년이 31%, 10년 이상이 5%로 조사되었다. 약 36%의 미생물배양센터의 대량배양기가 7년 이상 사용한 것으로 조사되었으며, 7년 이상의 장비에서 잦은 고장이 발생하여 종균 공급에 많은 문제점을 야기 하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 전문가의 정확하고 신속한 장비 기술 지원 혹은 대량 배양기 교체가 필요 할 것 으로 사료된다.

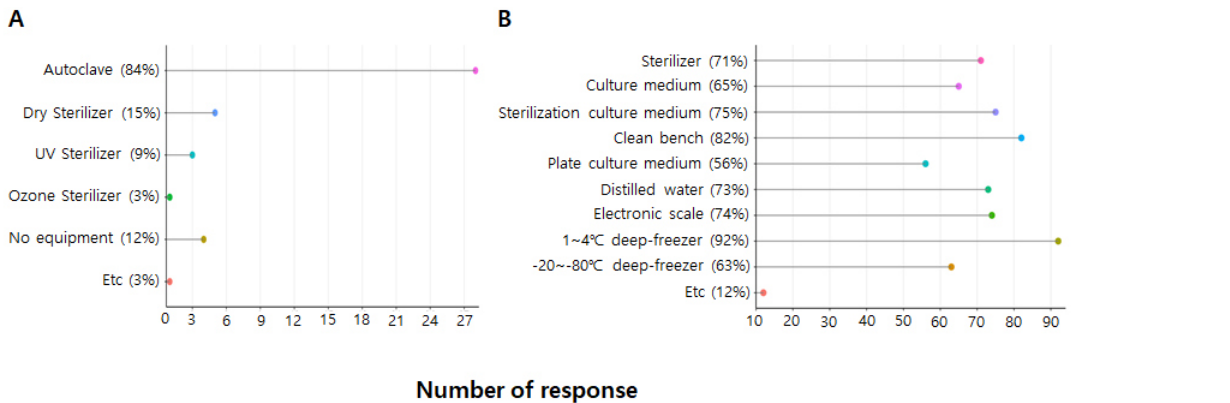


Fig. 2. The status of sterilizers and equipment in the culture centers. A: Types of sterilizers available. B: Available equipment. The sterilizers in the centers were mostly autoclaves (81%).The differences in the results between A and B surveys indicate the possibility of equipment misuse or inability to understand the functions of the equipment.

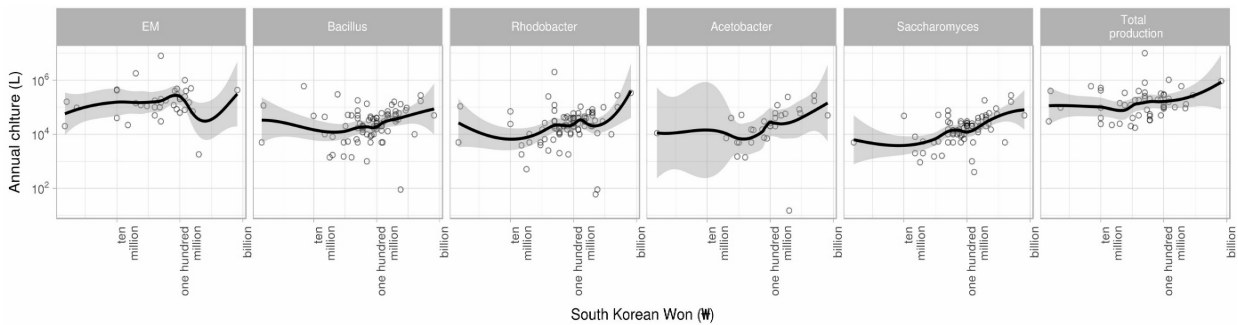


Fig. 3. Annual culture medium volume. To compare the annual expenses for starter culture, each center’s starter culture is listed vertically in a scatter plot. The microorganisms produced with the highest abundance were *Rhodobacter*, *Bacillus*, and *Saccharomyces*.

매년 농업미생물배양센터에서는 적게는 1톤에서 많게는 200톤까지 종균을 배양하는 것으로 조사되었다. 대량 배양을 위한 배지 구입 방법을 조사한 결과 84%의 센터에서 조합된 배지 제품을 구입하여 사용하는 것으로 조사되었고 4% 센터에서는 원재료를 직접 구입하여 조합하는 것으로 조사되었다. 실제 현장에서 배지 원재료의 조합은 노동력과 시간이 많이 소요되어 인력이 부족한 대부분의 센터들은 미리 조합된 배지를 사용할 수밖에 없는 상황인 것으로 조사되었다. 이는 배지 구입에 막대한 금액이 지출되는 현상으로 이어지고 있으며, 실제로 시. 군 센터에 사기업을 통하여 구입하는 배지가 연간 최소 천만 원에서 최대 12억 원으로 사용되지는 것으로 조사되었다. 추가적으로 배지 비용이 고가라 판단되는지에 대한 설문 조사 결과 72%가 고가로 판단된다고 응답하였다. 이러한 고가의 배지가 미생물 배양에 적합한지에 대해서 조사한 결과 구입한 배지가 미생물 배양에 적합하다고 신뢰하는 곳이 93%로 조사되었다. 이에 대한 배지 적합성 검사가 이루어지는지에 대한 질문에는 50%만 검사를 한다고 응답하였으며, 배지에서 배양이 잘 이루어지는지 판단 기준 중 하나인 pH변화를 파악 하고 있는 곳이 31%, 미생물성장속도를 측정 하는 곳이 51%로 조사되었다. 이러한 상황은 담당자의 전문적 지식 미비로 인하여 사기업을 일방적인 정보제공에 무조건적인 신뢰를 하는 것이라고 볼 수 있으며, 배지를 구입 시 양질의 배지를 구입하기 위한 판단기준이 빈약하거나 판단할 능력이 없는 것으로 볼 수 있다. 이러한 상황은 저질의 배지를 고가에 구입하거나, 미생물이 배양되지 않는 배지를 구입하는 상황을 발생시킬 수 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 사업체에서 공급받는 배지의 질이 변화하는지 파악해야 하며, 이는 각 미생물센터의 배지 구입 주기에 맞추어 적합성 검사를 시행하여야 한다. 또한, 정기적으로 외부전문공인 기관에 의뢰를 통하여 정밀검사를 시행하도록 제도화해야 할 것으로 판단된다. 사기업을 입장에서 미생물 종균은 배지를 판매하기 위한 수단 중에 하나이며, 미생물에 대한 배양 센터 측의 신뢰는 사기업측에서 일방적으로 제공되는 정보를 자체적인 과학적 자료 수집 없이 비판하지 않고 수용하는 결과로 보인다. 이러한 상황에서 농민에게 배포하는 것은 농민이 미생물에 대한 신뢰도를 갖지 못하는 현상으로 이어질 수 있으며, 이는 미생물 산업 발전에 큰 악영향을 줄 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 농진청, 기술원, 대학이 시 군 센터에서 대체 할 수 있는 저가의 배지를 개발하여 미생물 배양 센터의 경제적 효율성을 높이도록 해야 하며, 더불어 현재 개발되어 있는 농촌진흥청의 저가 배지를 실용화 및 상용화 시킬 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

농민들에게 공급하는 미생물 현황

농민들에게 미생물제제에 대한 교육을 조사한 결과 교육을 실시하고 있는 곳이 94%로 조사되었으며, 그 빈도는 연간 1회 30%, 2회 23%, 3회 7%, 4회 이상 34%로 대부분 미생물배양센터는 농민들에게 적극적으로 미생물 교육 및 홍보를 하는 것으로 조사되었다. 농민들에게 어떠한 교육이 이루어지는지 서술형으로 설문을 받아 형태소 분석을 진행한 결과 대다수의 배양 센터의 농민 교육이 미생물의 사용 및 효과, 사용 사례, 사용 시 주의사항 등 실질적인 활용법을 교육하는 것으로 나타났다. 미생물배양센터에서 농민들에게 미생물을 공급 하는 제형으로는 95%가 액상으로 공급을 하며, 고상 1%, 기타 4%로 조사되었다. 미생물 공급 방법은 전문적인 포장 장비가 이루어지는 곳은 48%로 조사되었으며 수요 자가의 개인적인 용기를 활용하는 곳은 33%로 나타났다. 그러나 공급 시 용기를 따로 멸균 및 살균으로 관리하지 않는 곳이 66%로 오염에 대한 위험도가 높은 것으로 조사되었다. 따라서 수요자가 개인적인 용기를 가져올 경우 오염을 예방 할 수 있는 기초적인 교육 및 살균처리가 필요할 것으로 판단된다. 미생물 배양센터에서 농민들에게 공급 후 남은 미생물에 대한 처리 현황을 조사한 결과 주로 4°C에 보관이 76%로 가장 많았으며, 보관하지 않고 폐기가 11%, 실온에 보관이 2%로 조사되었다. 실온에서 보관할 경우 생균수가 저하 될 가능성이 크며 오염에 취약한 문제

점이 나타나기 때문에 체계적인 관리가 필요할 것으로 사료된다. 배양 종료 후 배양기의 살균 또는 멸균의 시행은 75%가 배양종료시마다 살균 또는 멸균을 시행한다고 응답하였으며, 배양을 다 회 시행 후 살균 또는 멸균을 시행하는 곳이 25%로 조사되었다(Fig. 4). 이는 배양 과정 중 오염 발생 시 연속으로 오염된 미생물을 배양할 가능성이 크다고 판단된다. 이러한 이유로 배양 완료 후 오염 미생물 검사가 중요한 상황이며 인체나 가축 등에 공통적으로 감염되는 인수공통감염 미생물과 같은 법적 금지 균이 검출 되었을 경우 멸균 후 폐기로 정확한 후속조치가 필요한 실정이다.

농업미생물에 대한 농민들의 인식 및 사용처

농민들이 공급받은 미생물을 사용한 후 미생물에 대한 인식을 조사한 결과 98%가 긍정적인 효과를 보았다고 응답하였다. 농민들은 공급받은 미생물을 이용하여 농업에서 작물의 생육촉진, 시설의 가스 장해 및 염류 집적 등 다양한 분야에서 활용하고 있으며(Fig. 5A), 축산업에서는 축사의 악취 개선, 사료 소화율 증대 등으로 활용하고 있는 것으로 조사되었다(Fig. 5B). 따라서 농민들이 적극적인 미생물을 지속적으로 사용할 수 있도록 지역의 대학이나 연구소 등

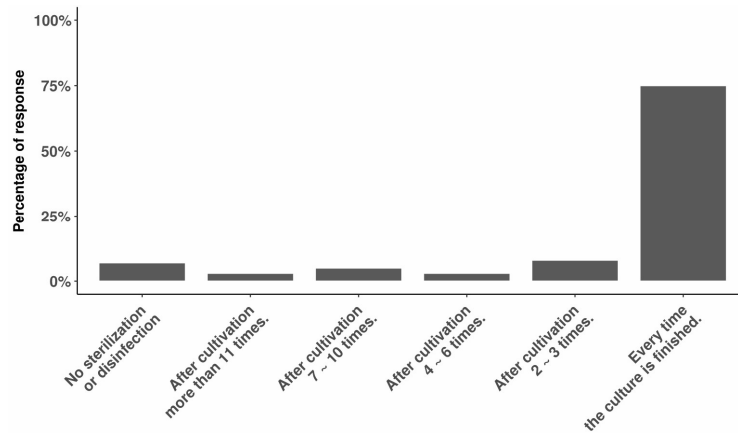


Fig. 4. Status of equipment sterilization point after culture. Approximately 75% of the centers responded that the sterilization of culture devices was conducted after each round; the remaining centers were found to conduct sterilization after multiple rounds or not at all.

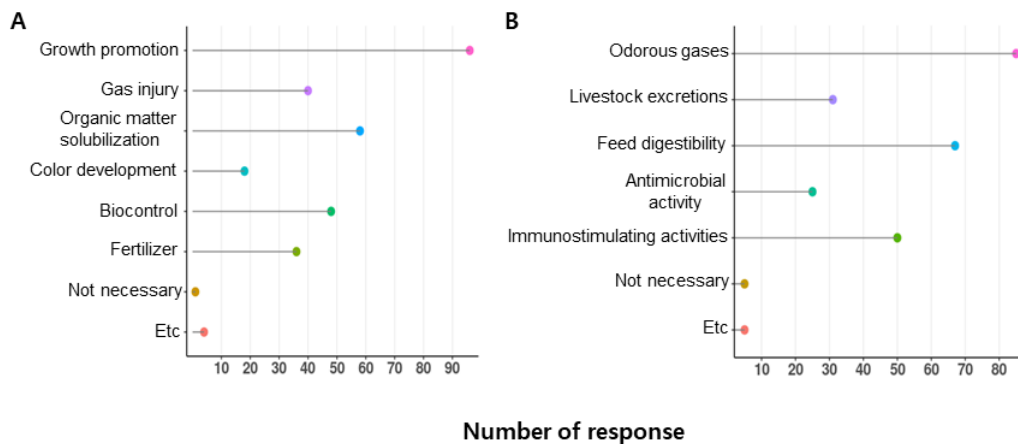


Fig. 5. Purpose of microorganisms in agriculture and livestock systems. A: Agriculture. B: Livestock. Agricultural systems utilized microorganisms diversely, such as for growth promotion or gas injuries; in the livestock system, they were used for eliminating odorous gases, improving feed digestibility, etc.

전문적인 연구시설과의 교류를 통하여 사기업의 미생물 효능을 객관적으로 판별하거나, 지역별 작물 특성에 맞는 유용미생물을 개발하고 기술지원이 필요할 것으로 사료된다.

배양실 담당자의 고용인력 현황

미생물 담당자로 배정된 경우 대부분 공채를 통하여 지정이 되며 개인의 전공에 관한 경우 미생물 관련 전공이(미생물학과, 화학과, 생물학과, 식품 학과 등) 33%, 비전공자가 대부분인 60%를 차지하였으며 농업 미생물 전공자는 7%로 확인되었다. 따라서 전공지식을 습득하기 위한 방법으로 무엇을 선택하는 가를 알아본 결과 외부 자료를 검색한 경우가 98%로 조사되었으며 검색 자료의 출처는 48%가 농진청에서 공개된 자료로, 담당자가 가장 많이 접할 수 있는 자료로 뽑혔으며 그 외의 출처는 비율이 거의 균등 하였다. 이러한 원인으로는 담당자가 비전공자가 많아 미생물에 대한 이해도가 낮고, 전문적 지식이 없어 외부 의존적이고 수동적으로 해결하려는 성향이 높게 분포하는 것으로 사료된다.

미생물 담당자 외에 추가인원으로 고용되는 경우 1-2명이 66%로, 고용된 사람은 66%가 계약직으로서 잦은 인력 교체가 나타나고 있으며, 근무한 인원들의 고용 기준은 전문성보다는 지원자의 참여 의지가 중요한 것으로 조사되었다. 기술직 전문가를 고용할 수 없는가에 대한 물음에는 92%가 할 수 없다고 응답하였으며 이에 가장 큰 이유로는 인건비가 38%, 정책 여건상 고용에 제한이 있다는 의견이 31%로 높게 확인되었다. 이러한 상황으로 인해 미생물 담당자 외에는 미생물에 대한 지식이 전무한 보조인원들이 고용되어 초기 교육 부담이 크며, 전반적인 미생물센터의 전문성은 배양 센터 내 권한이 가장 큰 담당자의 역량에 따라 결정될 것으로 예상 된다. 더불어 제도적인 문제점으로 인해 추가 인원에 관하여 무기한 계약직의 고용이 월등히 높아 장기적으로 보았을 때 직접적으로 관련 전공을 이수한 석사나 박사가 안정적으로 업무를 진행할 수는 없는 과정의 결과로 이어지는 것으로 조사되었다.

담당자 본인의 업무 만족도에 대하여 조사한 결과 담당자로서 본인의 역할은 매우 필수적이라는 의견이 52%, 필수적이라는 의견이 27%로 대부분의 담당자들이 미생물 담당자의 필요성을 인지하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 본인의 업무에 대한 보람도 에서도 ‘매우 보람을 느낀다.’ 40%, ‘보람을 느낀다.’가 43%로 조사 되었다. 반면 피로도의 경우 높음과 매우 높음의 합이 전체의 57%로 전반적으로 피로도가 높아 대책이 필요한 것으로 조사되었다.

배양실 담당자가 농업미생물에 대한 이해도

현 제도상 담당자 배정 이후 새로운 지식을 습득하는 과정이 중요하다. 이에 농진청에서는 담당자를 대상으로 하는 미생물 관련 교육을 실시하고 있다. 실제로 교육에 참여한 경험이 있는 경우가 77%로 나타났으며 관련기관의 정기적인 교육을 통해 지식을 쌓은 경우는 37%, 현장경험으로 주로 취득한 경우는 27%로 전공 관련 학위 재 취득은 1%로 조사되었다. 만족도 부분에서는 보통과 만족에서 69%로 가장 높은 분포도를 보였다. 하지만 교육과정에서 개선되어야 할 점을 물었을 경우 강의의 내용이 63%, 강의의 빈도와 강의 자료가 각각 21%와 27%로 조사 되었으며, 필수적으로 배워야 하거나, 꼭 더 배우고 싶은 내용은 배양 24% 미생물오염검증이 20%였다. 이는 교육 참여의 빈도와도 연결되는 결과로서 교육의 참여 빈도는 연간 1회 가 53%, 2회 참여 한다가 23%, 3회 참여한다가 10%, 4회 참여한다가 11%, 5회 이상은 3%로 조사되었다. 이에 따라 배양 담당자를 위한 교육이 중요하다고 분석된다. 또한 교육 내용과 자료가 개선되어야 한다고 하며 담당자들이 오염에 취약한 현 상황을 인지하고 있으므로 배양과 오염 검증에 관심이 높은 것으로 보인다.

배양 센터 운영 시 애로사항

첫 번째 애로사항으로는 배양과정에서의 미생물 오염으로 나타났다. 오염의 문제를 해결하기 위한 방안이 마련되어 있는가의 질문에 대한 답변을 확인한 결과 미생물 센터 내에 오염도 및 균주 관리 체계가 없는 경우가 49%로 절반에 가까운 미생물배양센터들이 균주 오염과 균주 관리에 대한 명확한 방안이 없는 것으로 조사 되었으며, 관리체계가 있다고 응답한 51% 중 문서형식으로 존재하고 있는 경우는 45%로 조사되었다.

두 번째 애로사항으로 농민과의 소통 과정이 나타났으며, 다소 어려운 점이 있다고 느끼는 담당자가 51%로 확인되었다. 그 중 농민과의 소통에 있어 가장 큰 어려운 점으로는 미생물 공급에 있어서 양적인 요구도 충족 미달이 51%로 가장 높았으며 이는 현재 미생물에 대한 농민들의 관심이 높아져 발생하는 것으로 판단된다. 반면에 담당자로서도 전문적 지식을 이용하여 농민들이 쉽게 이해 할 수 있도록 전달하는 과정이 다소 어려움을 겪고 있으므로 ‘농민들과 미생물에 대한 소통 불능’ 도 24%로 조사되었다.

세 번째로 장비관리 시 주요 애로사항을 조사한 결과, 고장과 노후화로 인한 교체가 주요 원인 이었으며, 이는 평균적으로 배양기가 7-9년 된 배양 센터가 많아 발생하는 상황인 것으로 보여 진다. 다음으로는 장비 관리에 대한 지식이 부족한 것이 꼽혔다. 기기의 노후화 및 수리 비용이 높은 것은 장비 관리에 대한 전문적 지식도 장비의 유지보수에 관련이 깊은 것으로 판단된다. 장비 관리에 관하여서는 원활한 수리가 필수적이거나, 지역별로 전문 장비업체가 적어 설치 업체 의존적 상황이며, 늦장 대응으로 수리가 늦어지는 것이 문제였다고 언급하며 정기적으로 관리해 줄 업체를 선정하여 계약을 해야 한다는 의견이 있었다. 배양 장비에 대한 전반적인 프로세스를 이해하면 유지보수에 유리하기 때문에 근로자나 담당자를 위한 장비전문교육과정이 필요하다는 의견이 있었다.

미생물 배양담당자의 문제해결 역량

비전문성 담당자가 대부분 미생물 배양 센터를 담당하고 있는 상황에서 미생물 배양 등에 문제가 발생하였을 경우 해결방법을 설문한 결과, 타 지역의 미생물 담당자와 정보교류를 통하여 해결하는 경우가 32%, 배지공급회사 등 연계된 사기업과 교류를 통하여 해결하는 경우가 48%도 나타났다. 대학 등 미생물 전문 센터와의 교류는 5%로, 담당자 개인적으로 해결도 9%로 다소 낮게 나타났다. 또한 연계 기관과 얼마나 자주 연락을 취하는 지 알아본 결과 주로 2-3개월에 한번 또는 그 미만인 것으로 나타났다. 연락을 하는 이유는 배양 과정의 문제점 52%로 주요한 원인으로 조사되었다. 미생물 센터 담당자로서의 근무기간을 조사한 결과 대부분 3년 미만(75%)이었고, 3년 이상이 25%로서 공무원의 특성상 자주 보직을 변경하므로 지속적인 업무 유지는 어려운 것으로 확인되었다. 이는 미생물담당자의 전문성 발전을 방해하는 주요 요소로 판단되며, 다른 방법을 통해 미생물배양센터에 항상 전문성을 가진 사람이 장기적으로 근무할 수 있도록 제도적인 장치가 마련되어야 할 것으로 판단된다.

미생물 배양 센터 담당자로서 현장에서 농민과의 소통 면에서는 50%가 보통으로 이루어지고 있다고 응답하였으며 잘된다는 의견 31%, 매우 잘된다가 15%로 원활한 소통이 대부분 이루어지고 있는 것으로 조사 되었다. 주로 이루어지는 소통의 방식으로는 1:1 대면이 60%로 가장 높게 조사되었으며 다음으로 24%로 전화 통화 그리고 현장방문은 6%로 낮게 조사되었다. 이러한 방식으로 소통하는 경우 1:1 대면이 가장 높게 문제가 해결되었으며 전화통화가 36%, 현장방문이 33%인 것으로 조사되었다.

결론

전국 시군 농업센터에 설치되어 있는 미생물 배양 센터를 농민들의 수요를 충족시키며 지속적으로 발전할 수 있도록 하기 위하여, 배양미생물에 대한 질적인 관리와 지원이 필요한 것으로 본 연구에서 조사되었다. 이를 위하여, 먼저 미생물 배양 센터에 채용되는 미생물 담당자들은 일반 행정직 보다 높은 빈도수의 정기적 교육 과정을 지정하여 농업 미생물에 대한 전반적인 지식을 의무적으로 습득하게 할 수 있도록 하여야 한다. 또한 전문직 공무원으로서 농업 미생물 전공자, 미생물 배양 기계 관리 기술자를 배치 할 수 있도록 지원을 통하여 업무적 관리 범위를 좁혀 배양 센터가 전문적, 능동적 대처가 가능하도록 해야 할 것이다. 더불어 농업미생물을 배양한 뒤 매회 오염 검사를 시행하고 기록하도록 규칙 및 법령을 제정하여 올바르게 안전한 농업미생물의 안정적 공급을 할 수 있도록 해야 하며 각 지역별로 국립 연구소, 지역대학 등 전문적으로 배양 센터를 지원할 센터를 지정 한 뒤 교류를 원활하게 할 수 있도록 정책적으로 지원하여 배양 센터 담당자와 근로자에 대한 주기적으로 농업 미생물 전문화 교육, 종균동정검사, 종균오염검사, 배양균오염검사를 시행 및 지원해야 할 것으로 사료된다.

적요

생물 농약은 효능의 지속성 및 인체와 생태계에 안전성이 우수하여 오늘날 화학농약을 대체할 수 있는 친환경 자원으로 주목받고 있다. 현재 약 130개소의 시군 농업기술센터에서 농업 미생물 배양 센터가 지자체의 지원으로 운영되고 있다. 하지만 미생물 배양 센터에 대한 운영현황 실태에 대한 조사 및 보고가 전무하다. 따라서 각 시군의 농업미생물배양 센터에서 운영현황 조사를 실시하였으며, 총 101개소의 센터에서 조사가 이루어 졌다. 그에 따른 조사 결과 미생물 배양 담당자의 전공이 대부분 미생물학과와는 무관한 것으로 조사되었으며, 농업 미생물 관련 학과 출신의 담당자는 극소수로 조사되었다. 이처럼 농업 미생물에 대한 이해도가 부족하여 업무담당과정에서 많은 문제점들이 노출되었다. 보관균주제작은 품질관리의 기초적 바탕 자료로 활용 될 수 있는 기본적인 실험조차 이루어 지지 않고 있었으며 뿐만 아니라, 대부분의 센터에서는 보관균주조차도 제대로 확보하고 있지 않았다. 미생물 배양 배지 가격은 대부분의 미생물 배양 센터에서 고가로 인식하고 있었으며, 다수의 배양 센터가 미생물 배양 시 pH 적합성, 배양 효율, 배지 품질을 판단하지 않는 등 체계가 갖추어 있지 않았다. 따라서 배양 담당자를 위한 교육이 시행되어야 하며 체계적인 관리 시스템 도입이 필요하다고 사료된다.

사사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ010904)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(References)

- Andersen, R. (2005) Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, Sand Diego. 578 pp.
- Farr, S. L., Cai, J., Savitz, D. A., Sandler, D. P., Hoppin, J. A., Cooper, G. S. (2006) Pesticide exposure and timing of menopause: The Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol* 163(8):731-742.
- Hong, S. J., Kim, Y. K., Shim, C. K., Kim, M. J., Park, J. H., Han, E. J., Jee, H. J., Kim, S. C. (2015) Suppressive

- effect of organic farming materials on the development of tomato gray mold. *Korean J Org Agric* 23(3):567-582.
- Hoppin, J. A., Umbach, D. M., London, S. J., Lynch, C. F., Alavanja, M. C., Sandler, D. P. (2006) Pesticides and adult respiratory outcomes in the agricultural health study. *Ann NY Acad Sci* 1076:343-354.
- Jeon, C. W., Lee, J. H., Min, G. Y., Kwak, Y. S. (2016) Biological control of large patch disease by *Streptomyces* spp. in turfgrass. *Weed Turf SCI* 5(1):29-34.
- Kwak, Y. K., Kim, I. S., Cho, M. C., Lee, S. C., Kim, S. (2012) Growth inhibition effect of environment-friendly agricultural materials in *Botrytis cinerea* in vitro. *J Bio-Environ Control* 21(2):134-139.
- Weichenthal, S., Moase, C., Chan, P. A. (2010) A review of pesticide exposure and cancer Incidence in the agricultural health study cohort. *Environ Health Perspect* 118(8):1117.