

대분류 / 17
화학

중분류 / 02
석유·기초화학물 제조

소분류 / 03
기초무기화학물 제조

세분류 / 01
무기질비료제조

학습모듈 / 05

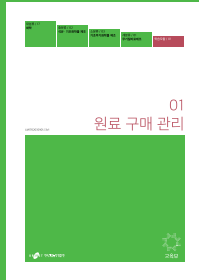
05

복합 비료 생산

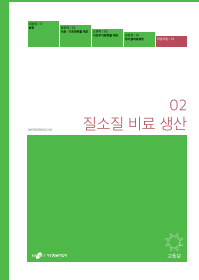
LM1702030105_13v1

무기질비료제조 학습모듈

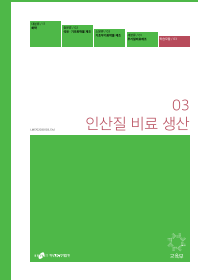
01. 원료 구매 관리



02. 질소질 비료 생산



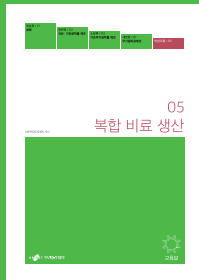
03. 인산질 비료 생산



04. 칼리질 비료 생산



05. 복합 비료 생산



06. 토양 개량제와 미량 요소 비료 생산



07. 생산 계획과 공정 관리



08. 생산 설비 관리



09. 비료 품질 관리



10. 환경·안전 관리

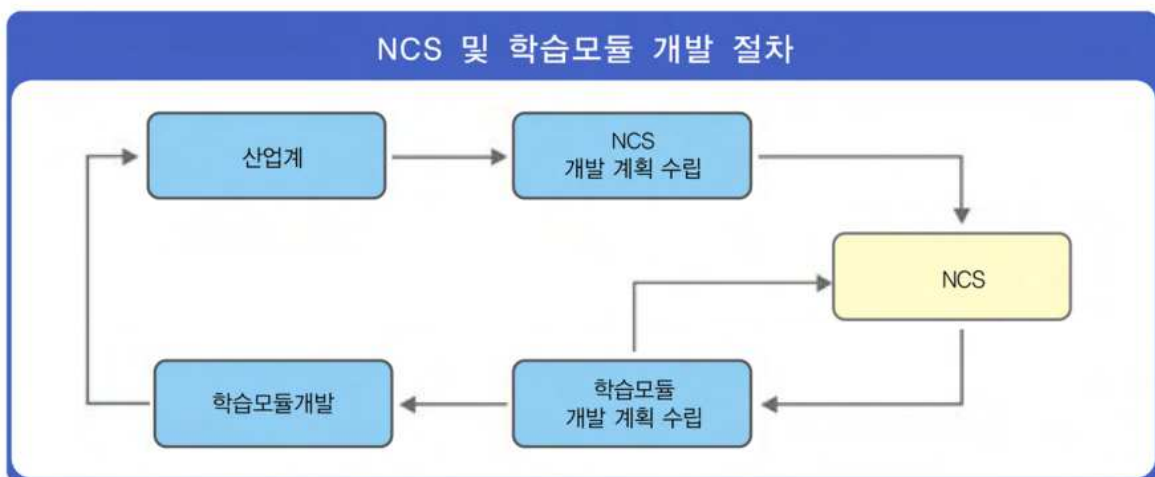


NCS학습모듈의 이해

※ 본 학습모듈은 「NCS 국가직무능력표준」 사이트(<http://www.ncs.go.kr>) 에서 확인 및 다운로드 할 수 있습니다.

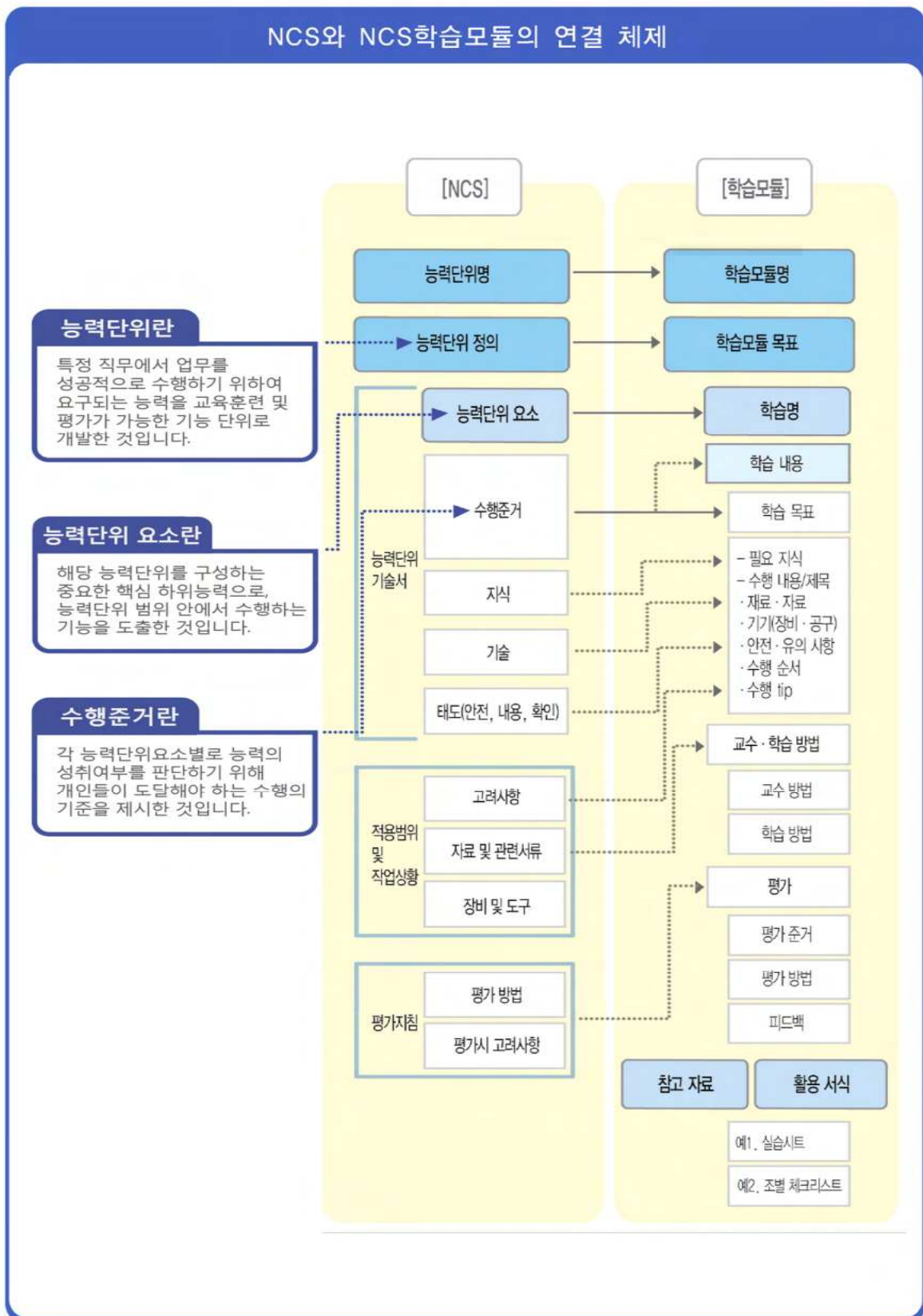
(1) NCS학습모듈이란?

- 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)이란 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것으로 산업현장의 직무를 성공적으로 수행하기 위해 필요한 능력(지식, 기술, 태도)을 국가적 차원에서 표준화한 것을 의미합니다.
- 국가직무능력표준(이하 NCS)이 현장의 ‘직무 요구서’라고 한다면, NCS학습모듈은 NCS의 능력단위를 교육훈련에서 학습할 수 있도록 구성한 ‘교수·학습 자료’입니다. NCS학습모듈은 구체적인 직무를 학습할 수 있도록 이론 및 실습과 관련된 내용을 상세하게 제시하고 있습니다.



- NCS학습모듈은 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.
- 첫째, NCS학습모듈은 산업계에서 요구하는 직무능력을 교육훈련 현장에 활용할 수 있도록 성취목표와 학습의 방향을 명확히 제시하는 가이드라인의 역할을 합니다.
- 둘째, NCS학습모듈은 특성화고, 마이스터고, 전문대학, 4년제 대학교의 교육기관 및 훈련기관, 직장교육기관 등에서 표준교재로 활용할 수 있으며 교육과정 개편 시에도 유용하게 참고할 수 있습니다.

- NCS와 NCS학습모듈 간의 연결 체제를 살펴보면 아래 그림과 같습니다.



(2) NCS학습모듈의 체계

- NCS학습모듈은 1.학습모듈의 위치, 2.학습모듈의 개요, 3.학습모듈의 내용 체계, 4.참고 자료, 5.활용 서식 으로 구성되어 있습니다.

1. NCS학습모듈의 위치

- NCS학습모듈의 위치는 NCS 분류 체계에서 해당 학습모듈이 어디에 위치하는지를 한 눈에 볼 수 있도록 그림으로 제시한 것입니다.

예시 : 디자인 분야 중 시각디자인 세분류

NCS-학습모듈의 위치

대분류	문화·예술·디자인·방송	
중분류	디자인	
소분류	디자인	
세분류		
시각디자인	능력단위	학습모듈명
제품디자인	시각디자인 프로젝트 기획	시각디자인 프로젝트 기획
환경디자인	시각디자인 리서치	시각디자인 리서치
디지털디자인	시각디자인 전략 수립	시각디자인 전략 수립
	비주얼 아이데이션	비주얼 아이데이션
	시안 디자인 개발	시안 디자인 개발
	프레젠테이션	시각디자인 프레젠테이션
	최종 디자인 개발	최종 디자인 개발
	디자인 제작 관리	시각디자인 제작 관리 및 자료화
	디자인 자료화	

tip

학습모듈은 NCS 능력단위 1개당 1개의 학습모듈 개발을 원칙으로 합니다. 그러나 필요에 따라 고용 단위 및 교과단위를 고려하여 능력 단위 몇 개를 묶어서 1개의 학습모듈로 개발할 수 있으며, 또 NCS 능력단위 1개를 여러 개의 학습모듈로 나누어 개발할 수도 있습니다.

2. NCS학습מוד의 개요

구 성

- NCS학습מוד 개요는 학습מוד이 포함하고 있는 내용을 개략적으로 설명한 것으로써 **학습מוד의 목표**, **선수 학습**, **학습מוד의 내용 체계**, **핵심 용어** 로 구성되어 있습니다.

학습מוד의 목표	해당 NCS 능력단위의 정의를 토대로 학습목표를 작성한 것입니다.
선수 학습	해당 학습מוד의 목표를 달성하기 위해 선수되어야 할 학습מוד, 학습 내용, 관련 교과목 등을 기술한 것입니다.
학습מוד의 내용 체계	NCS에서 개발·제시한 교육훈련 수준을 능력단위요소별로 제시한 것입니다.
핵심 용어	해당 학습מוד 내용의 지식 또는 기술 등 핵심적 용어 등을 제시한 것입니다.

활 용 안 내

예시 : 시각디자인 세분류의 ‘시각디자인 프로젝트 기획’ 학습מוד

시각디자인 프로젝트 기획 학습מוד의 개요

학습מוד의 목표

프로젝트의 디자인 콘셉트에 대한 효과적인 생각들을 시각적으로 표현하고 계획할 수 있다.

선수 학습

상식 일반

학습מוד의 내용 체계

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소		
		코드번호	요소 명칭	수준
1. 프로젝트 파악하기	1-1. 시각디자인 업무의 종류와 이해	0802010101_13v1.1	프로젝트 파악하기	5
	1-2. 회의와 브리핑			
2. 프로젝트 제안하기	2-1. 세부 계획과 설계	0802010101_13v1.2	프로젝트 제안하기	7
	2-2. 프로젝트 개발 일정 수립			
	2-3. 사실의 정리와 요령			
3. 프로젝트 계약하기	3-1. 계약 내용의 구성과 작성	0802010101_13v1.3	프로젝트 계약하기	6
	3-2. 계약의 확인과 교환			

핵심 용어

의뢰인, 기획, 추진, 배경, 목적, 내용, 요구 사항, 정보 수집, 프로세스, 커뮤니케이션, 보고서, 일정, 예산, 인력, 리더십, 제안, 권리, 책임, 계약

학습מוד의 목표는

학습자가 해당 학습מוד을 통해 성취해야 할 목표를 제시한 것으로 교수자는 학습자가 학습מוד의 전체적인 내용흐름을 파악할 수 있도록 지도함이 필요합니다.

선수 학습은

교수자나 학습자가 해당 모듈을 교수 또는 학습하기 이전에 이수해야 할 학습내용, 교과목, 핵심 단어 등을 표기한 것입니다. 따라서 교수자는 학습자가 개별 학습, 자기 주도 학습, 방과 후 활동 등 다양한 방법을 통해 이수할 수 있도록 지도함이 필요합니다.

핵심 용어는

학습מוד을 통해 학습되고 평가되어야 할 주요 용어입니다. 또한 당해 모듈 또는 타 모듈에서도 핵심 용어를 사용하여 학습내용을 구성할 수 있으며, 「NCS 국가 직무능력표준」 사이트(www.ncs.go.kr)에서 색인(찾아보기) 중 하나로 이용할 수 있습니다.

3. NCS학습모듈의 내용 체계

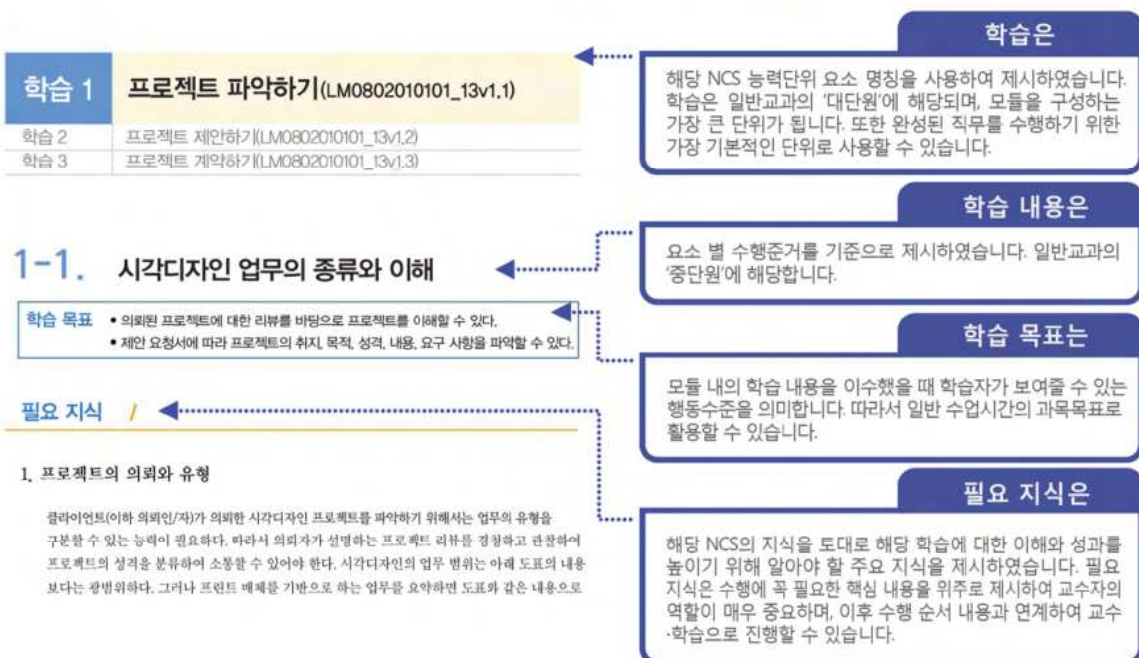
구 성

- NCS학습모듈의 내용은 크게 **학습**, **학습 내용**, **교수·학습 방법**, **평가** 로 구성되어 있습니다.

학습	해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시한 것입니다. 학습은 크게 학습 내용, 교수·학습 방법, 평가로 구성되며 해당 NCS 능력단위의 능력단위 요소별 지식, 기술, 태도 등을 토대로 학습 내용을 제시한 것입니다.
학습 내용	학습 내용은 학습 목표, 필요 지식, 수행 내용으로 구성하였으며, 수행 내용은 재료·자료, 기기(장비·공구), 안전·유의 사항, 수행 순서, 수행 tip으로 구성한 것입니다. 학습모듈의 학습 내용은 업무의 표준화된 프로세스에 기반을 두고 학습 내용을 구성하였으며, 실제 산업현장에서 이루어지는 업무활동을 다양한 방식으로 학습 내용에 반영한 것입니다.
교수·학습 방법	학습 목표를 성취하기 위한 교수자와 학습자 간, 학습자와 학습자 간의 상호 작용이 활발하게 일어날 수 있도록 교수자의 활동 및 교수 전략, 학습자의 활동을 제시한 것입니다.
평가	평가는 해당 학습모듈의 학습 정도를 확인할 수 있는 평가 준거, 평가 방법, 평가 결과의 피드백 방법을 제시한 것입니다.

활 용 안 내

예시 : 디자인 분야 중 시각디자인 세분류의 ‘시각디자인 프로젝트 기획’ 학습모듈의 내용



수행 내용 / 시각디자인 업무 유형 파악

재료·자료

- 관련 형식의 시각디자인 자료
- A4 용지, 필기도구, 포스트잇, 칼, 자, 테이프 등

기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 프린터, 스캐너, 카메라, 복사기, 녹음기, 빔 프로젝터, 스크린 등
- 소프트웨어 : 문서 작성, 프리젠테이션, 그래픽 소프트웨어 등

안전·유의 사항

- 조사된 자료의 출처를 확인하도록 한다.
- 팀별 구성으로 인한 분위기를 소란하지 않게 유도한다.
- 사용하는 전자 기기와 전기 안전 적합성을 확인한다.

수행 순서

- ① 시각디자인의 유형을 조사하고 분류한다
1. 5명 정도의 인원으로 팀 단위를 구성한다.



[그림 1-20] 디자인 업무 조사의 팀 단위 구성 예시

2. 필요 지식을 기준으로 시각디자인의 업무 유형 중에서 그룹별로 하나씩 선택한다.

수행 tip

- 발행된 신문을 주변에서 미리 수집하여 자료로 준비한다.
- 국내의 신문 판형 종류를 확인하고 크기를 관찰한다.

수행 내용은

모듈에 제시한 것 중 기술(Skill)을 습득하기 위한 실습 과제로 활용할 수 있습니다.

재료·자료는

수행 내용을 수행하는데 필요한 재료 및 준비물로 실습 시 필요 준비물로 활용할 수 있습니다.

기기(장비·공구)는

수행 내용을 수행하는데 필요한 기본적인 장비 및 도구를 제시하였습니다. 제시된 기기 외에도 수행에 필요한 다양한 도구나 장비를 활용할 수 있습니다.

안전·유의 사항은

수행 내용을 수행하는데 안전상 주의해야 할 점 및 유의 사항을 제시하였습니다. 수행 시 꼭 유념하여 주시고, NCS의 고려사항도 추가적으로 활용할 수 있습니다.

수행 순서는

실습과제의 진행 순서로 활용할 수 있습니다.

수행 tip은

수행 내용에서 수행의 수월성을 높일 수 있는 아이디어를 제시하였습니다. 따라서 수행 tip은 지도상의 안전 및 유의 사항 외에 전반적으로 적용되는 주안점 및 수행과제 목적에 대한 보충설명, 추가사항 등으로 활용할 수 있습니다.

학습 1 교수·학습 방법

교수 방법

- 시각디자인의 표현 매체별 유형을 사진 데이터 등이 포함된 화면 자료와 함께 설명한다.
- 사전에 개인별 학습 자료를 과제로 준비하여 모든 학습자들이 그룹별로 할 수 있는 문제 해결식 수업이 가능하도록 한다.

학습 방법

- 시각디자인의 표현 매체별 유형을 학습한다.
- 사전에 개인별 학습 자료를 준비하여 그룹별로 토의한다.

교수·학습 방법은

학습 목표를 성취하는데 필요한 교수 방법과 학습 방법을 제시하였습니다.

교수 방법은

해당 학습활동에 필요한 학습 내용, 학습 내용과 관련된 학습 자료명, 자료 형태, 수행 내용의 진행 방식 등에 대하여 제시하였습니다. 또한 학습자의 수업참여도를 제고하기 위한 방법 및 수업진행상 유의 사항 등도 제시하였습니다. 선수 학습이 필요한 학습을 학습자가 숙지하였는지 교수자가 확인하는 과정으로 활용할 수도 있습니다.

학습 방법은

교수자의 교수 방법에 대응하는 자기주도적 학습 방법을 제시하였습니다. 또한 학습자가 숙달해야 할 실기능력과 학습과정에서 주의해야 할 사항 등으로 제시하였습니다. 학습자가 학습을 이수하기 전에 반드시 숙지해야 할 기본 지식을 학습하였는지 스스로 확인하는 과정으로 활용할 수 있습니다.

학습 1 평가

평가 기준

- 평가자는 학습자가 수행 준거 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행 하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		심	중	하
시각디자인 업무의 종류와 이해	- 의뢰된 프로젝트에 대한 리뷰를 바탕으로 프로젝트를 이해할 수 있다. - 제안 요청서에 따라 프로젝트의 취지, 목적, 성격, 내용, 요구 사항을 파악할 수 있다.			

평가 방법

- 문제 해결 시나리오

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		심	중	하
시각디자인 업무의 종류와 이해	- 의뢰된 프로젝트에 대한 리뷰를 바탕으로 프로젝트를 이해할 수 있다. - 제안 요청서에 따라 프로젝트의 취지, 목적, 성격, 내용, 요구 사항을 파악할 수 있다.			

피드백

- 문제 해결 시나리오
- 문제 해결 진행 과정 중 필요시마다 피드백을 제공하여 문제 해결을 용이하게 한다.

평가는

해당 NCS 능력단위 평가 방법과 평가 시 고려 사항을 준용하여 작성하였습니다. 교수자 및 학습자가 평가 항목 별 성취수준을 확인하는데 활용할 수 있습니다.

평가 준거는

학습자가 해당 학습을 어느 정도 성취하였는지를 평가하기 위한 기준을 제시하고 있습니다. 학습 목표와 연계하여 단위수업 시간에 평가 항목 별 성취수준을 평가하는데 활용할 수 있습니다.

평가 방법은

NCS 능력단위의 평가 방법을 준용하였으며, 평가 준거에 따른 평가 방법을 3개 내외로 제시하였습니다. 평가 방법으로는 서술형/논술형 검사, 체크리스트를 통한 관찰, 작업장 평가, 구술 시험, 토론법 등이 있으며, NCS의 능력단위 요소별 수행 수준을 평가하는데 가장 적절한 방법을 선정하여 활용할 수 있습니다.

피드백은

평가 후에 학습자들에게 평가 결과를 피드백하여 부족한 부분을 알려주고, 학습 결과가 미진한 경우, 해당 부분을 다시 학습하여 학습 목표를 달성하는 데 활용할 수 있습니다.

4. 참고 자료

참고자료

- 봉상균·김용머(2002), 『기초디자인』, 조형사.
- 원유홍·서승연(2011), 『타이포그래피 친일야화』, 안그라픽스.
- 이호준(2013), 『브랜드디자인』, 지구문화사.
- W.칸딘스키저, 차봉희 역(2011), 『점선면 회화적인 요소의 분석을 위하여』, 열화당.

참고 자료는

해당 학습מוד의 필요 지식에 대한 출처와 인용한 참고 자료 및 사이트를 제시하였습니다.

5. 활용 서식

활용서식

관찰 리스트 A : 시각디자인 유형	
	특징과 기준 메모
(1) 브랜드 디자인	-
(2) 편집 디자인	-
(3) 포스터 디자인	-

활용 서식은

작업 포트폴리오, 작업장 평가 서식, 자기 체크리스트, 학습 자교수자 공동 평가 등으로 구성하였습니다. 교수학습 시 활용 가능한 양식을 학습מוד 특성에 따라 다양하게 작성할 수 있습니다. 학습 시 과제 진행에서 평가에 이르기까지 필요한 서식을 개발하거나 기존의 양식을 활용할 수 있습니다.

[NCS-학습מוד의 위치]

대분류	화학
중분류	석유·기초화학물 제조
소분류	기초무기화학물 제조

세분류		
무기질 비료 제조	능력단위	학습מוד명
산·알칼리 제조	원료 구매 관리	원료 구매 관리
	질소질 비료 생산	질소질 비료 생산
	인산질 비료 생산	인산질 비료 생산
	칼리질 비료 생산	칼리질 비료 생산
	복합 비료 생산	복합 비료 생산
	토양 개량제와 미량 요소 비료 생산	토양 개량제와 미량 요소 비료 생산
	생산 계획과 공정 관리	생산 계획과 공정 관리
	생산 설비 관리	생산 설비 관리
	비료 품질 관리	비료 품질 관리
	환경·안전 관리	환경·안전 관리

차 례

학습모듈의 개요	1
----------	---

학습 1. 제1종 및 제2종 복합 비료 생산하기

1-1. 제1종 및 제2종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	3
1-2. 제1종 복합 비료 생산	20
1-3. 제2종 복합 비료 생산	25
• 교수·학습 방법	31
• 평가	32

학습 2. 제3종 및 제4종 복합 비료 생산하기

2-1. 제3종 및 제4종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	35
2-2. 제3종 복합 비료 생산	44
2-3. 제4종 복합 비료 생산	51
• 교수·학습 방법	58
• 평가	59

학습 3. 완효성 복합 비료 생산하기

3-1. 완효성 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	62
3-2. 완효성 복합 비료 생산	69
• 교수·학습 방법	76
• 평가	77

참고 자료	79
-------	----

활용 서식	80
-------	----

복합 비료 생산 학습모듈의 개요

학습모듈의 목표

복합 비료 및 원료의 특성을 파악하고 각 비료 제법을 구분하여 제1종, 제2종, 제3종, 제4종 복합 비료, 완효성 복합 비료 생산을 위한 계획 수립과 생산을 수행할 수 있다.

선수 학습

질소질 비료 생산, 인산질 비료 생산, 칼리질 비료 생산, 일반 화학 이론(화학의 기초, 화학식과 화학량론, 화학 반응식과 반응 화학량론, 화학 결합), 비료관리법령, 비료 공정규격 등

학습모듈의 내용 체계

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소		
		코드 번호	요소 명칭	수준
1. 제1종 및 제2종 복합 비료 생산하기	1-1. 제1종 및 제2종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	1702030105_13v1.1	제1종 복합 비료 생산하기	5
	1-2. 제1종 복합 비료 생산			
	1-3. 제2종 복합 비료 생산	1702030105_13v1.2	제2종 복합 비료 생산하기	4
2. 제3종 및 제4종 복합 비료 생산하기	2-1. 제3종 및 제4종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	1702030105_13v1.3	제3종 복합 비료 생산하기	4
	2-2. 제3종 복합 비료 생산	1702030105_13v1.4	제4종 복합 비료 생산하기	4
	2-3. 제4종 복합 비료 생산			
3. 완효성 복합 비료 생산하기	3-1. 완효성 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	1702030105_13v1.5	완효성 복합 비료 생산하기	5
	3-2. 완효성 복합 비료 생산			

핵심 용어

복합 비료, 비료 생산, 생산 계획, 비료 특성, 제1종 복합 비료, 제2종 복합 비료, 제3종 복합 비료, 제4종 복합 비료, 완효성 복합 비료

학습 1

제1종 및 제2종 복합 비료 생산하기 (LM1702030105_13v1.1)

학습 2

제3종 및 제4종 복합 비료 생산하기(LM1702030105_13v1.2)

학습 3

완효성 복합 비료 생산하기(LM1702030105_13v1.3)

1-1. 제1종 및 제2종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립

학습 목표

- 제1종 복합 비료의 제품 특성을 파악하여 생산 계획을 수립할 수 있다.
- 제2종 복합 비료의 제품 특성을 파악하여 생산 계획을 수립할 수 있다.

필요 지식 /

① 제1종 및 제2종 복합 비료 정의

복합 비료는 농작물의 발아, 성장 및 결실에 필요한 3요소인 질소, 인산, 칼리 중 2종 이상의 성분이 함유된 비료를 말하며, 그 밖의 원소를 함유할 수도 있다. 비료를 만들 때 화학적 변화에 의해서 두 가지 이상의 성분이 섞이도록 한 것을 화성 비료라고 하고, 완제된 비료를 단순히 양적 비율로 섞은 것을 배합 비료라고 한다. 이러한 비료는 작물에 영양을 골고루 공급할 수 있고 시비 노력을 줄일 수 있는 등의 이점이 있어 생산과 소비가 늘고 있다. 복합 비료는 작물의 종류와 토양의 성질 등에 따라 3요소의 비율을 다르게 하고, 또 속효성과 완효성의 것을 알맞게 섞어 작물의 생장기에 맞추어 줄 수 있다.

<표 1-1> 제조 방식에 따른 복합 비료의 구분

구분	화학 합성 비료	배합 비료
성분	화학적 반응의 결과 두 가지 성분 이상을 함유하는 새로운 물질을 합성하는 비료	두 가지 또는 그 이상의 단일 성분 비료를 섞은 비료

② 제1종 및 제2종 복합 비료 제품 종류

우리나라 비료 관리법상 복합 비료는 제1종~제4종 복합 비료 및 완효성 복합 비료로 구분하고 있다.

<표 1-2> 복합 비료의 종류

구분	내용
제1종 복합 비료	질소질, 인산질, 칼리질 등 무기질 3요소 성분 중 2종 이상의 성분 합계 20% 이상이 함유된 것으로 화학적 과정에 의하여 제조된 비료
제2종 복합 비료	질소질 비료, 인산질 비료, 칼리질 비료, 제1종 복합 비료 중 2종 이상의 성분 합계 20% 이상이 함유된 배합 비료
제3종 복합 비료	제2종 복합 비료와 유기물을 배합한 비료
제4종 복합 비료	엽면 시비용, 양액 관주용, 화초용 등
완효성 복합 비료	엠유, 피복, 씨디유, 이비디유, 폼 요소 복합 비료 등

③ 제1종 및 제2종 복합 비료 제품 규격 및 성분 표시

제1종 복합 비료의 규격은 질소 전량, 가용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 비료 성분 함량이 20% 이상인 비료이며, 수용성 고토 또는 구용성 고토 1.0%, 수용성 붕소 또는 구용성 붕소 0.05%, 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가니즈 0.1%를 보증할 수 있다.

제2종 복합 비료의 규격은 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 또는 구용성 칼리 중 2종 이상의 비료 성분 함량이 20% 이상인 비료이며, 수용성 고토 또는 구용성 고토 1.0%, 수용성 붕소 또는 구용성 붕소 0.05%, 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가니즈 0.1%, 가용성 석회 10%, 가용성 규산 5%를 보증할 수 있다.

복합 비료의 성분 표시는 질소(N), 인산(P_2O_5), 칼리(K_2O)의 % 함량을 순서대로 표시한다. 복합 비료의 명칭은 3요소의 함량을 숫자로 표시한 것을 사용한다. 예를 들면 질소 21%, 인산 17%, 칼리 17%의 것은 ‘21-17-17’ 이라 하며, 비료의 포장지에 표시하도록 되어 있으며, 이것을 복합 비료의 명칭으로 한다.



[그림 1-1] 복합 비료



[그림 1-2] 콩 비료

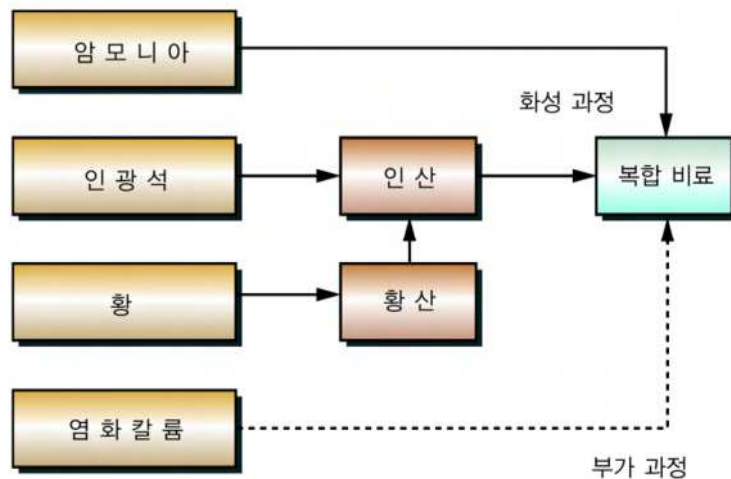
질소가 많이 필요한 작물을 재배할 때에는 질소의 성분비가 높은 복합 비료를 선택하고, 인산의 시용이 불필요한 곳에서는 저인산 복합 비료를 선택할 수 있도록 다양한 성분비의 복합 비료가 시중에 나와 있으며, 이는 벼를 포함한 각종 작물의 기비용으로 널리 쓰이고 있다. 용도가 특이한 것은 이를 따로 표시하는데, 예를 들면 콩 전용 복합 비료 등이 그것이다.

<표 1-3> 여러 가지 복합 비료의 성분비

비종	질소	인산	칼리	보증 성분
인산 암모늄(MAP)	12.2	61.7	0	10-50-0
인산 이암모늄(DAP)	21.2	53.8	0	18-46-0
21-17-17	21	17	17	21-17-17
11-24-24	11	24	24	11-24-24
맞춤(13-0-10)	13	0	10	13-0-10
12-12-17(수출용 복합 비료)	12	12	17	12-12-17

④ 제1종 및 제2종 복합 비료 제품 제법

복합 비료의 생산은 원료 황을 이용하여 황산을 제조하고, 황산과 인광석을 반응시켜 인산을 제조하는 과정을 거쳐 암모니아 화학 합성 과정과 염화 칼륨을 추가하는 과정을 거친다. 비료 공정 간의 비료 원료 흐름도는 다음과 같다.



[그림 1-3] 복합 비료 제조 과정

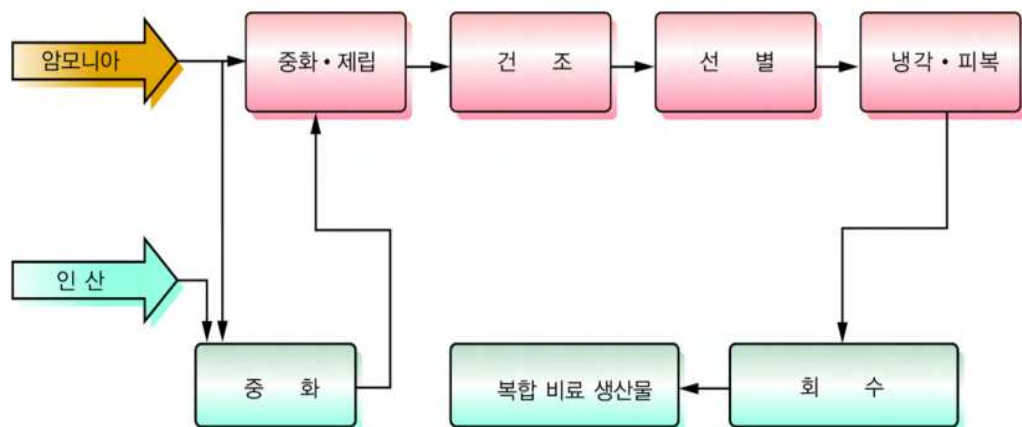
복합 비료의 제조 공정은 암모니아와 인산의 반응에 의해 인산 암모늄을 생산하는 방법과 여러 비료 원료를 배합하여 조립하는 과립화 공정 단계의 두 형태가 있다.

1. 제1종 복합 비료 제조 공정

우리나라에서 제1종 복합 비료는 나프타나 LPG를 원료로 암모니아를 만들고, 황을 이용하여 제조한 황산을 인광석에 반응시켜 인산액을 만드는 과정을 거친다. 제조된 암모니아에 인산을 반응시켜 만든 인산 암모늄(MAP) 또는 인산 이암모늄(DAP)에 염화 칼륨과 질소 비료(요소, 황산 암모늄)를 정해진 비율로 부가하면 질소, 인산, 칼리 3요소 비료 성분 중 2가지 이상의 유효 성분이 일정 비율로 조성된 제1종 복합 비료가 제조된다.

(1) 인산 암모늄 슬러리 공정

복합 비료는 비료의 3요소인 질소, 인산, 칼리 등을 포함한 비료로 암모니아, 요소, 칼리, 충전물(석고) 등과 기타 미량 영양 원소를 사용하여 입상 비료를 제조하며, 생산은 중화 및 제립 과정, 건조 과정, 선별 과정, 냉각 및 피복 과정, 회수 과정의 다섯 단계 단위 공정으로 이루어진 인산 암모늄 슬러리 공정으로 이루어진다.



[그림 1-4] 인산 암모늄 슬러리 공정

(가) 중화 및 제립

기체 암모니아와 인산을 중화 반응조에서 반응시켜 인산 암모늄과 인산 이암모늄의 혼합물 슬러리를 만든다. 이 과정의 반응물은 반응이 완전히 끝나지 않은 부분 중화된 슬러리로, 15~20%의 수분이 함유되어 있다. 이 슬러리를 제립기로 보내 염화 칼륨 및 순환물과 혼합하면서 암모니아와 재반응시켜 비료 입자를 만든다.

(나) 건조

제립기에서 나온 비료 입자는 3~4% 정도의 수분을 함유하고 있으므로, 열풍 건조기에서 뜨거운 공기로 건조시켜 수분 함량을 1% 이하로 제조한다.

(다) 선별

건조기를 거쳐 나온 복합 비료는 입자의 크기가 다양하므로 선별기로 보내 규격 입자, 큰 입자, 작은 입자로 선별한다. 규격 입자는 제품화하기 위하여 다음 공정인 냉각기로 보낸다. 큰 입자는 분쇄기로 분쇄한 후 작은 입자와 함께 순환시켜 다시 제립기로 보낸다.

(라) 냉각 및 피복

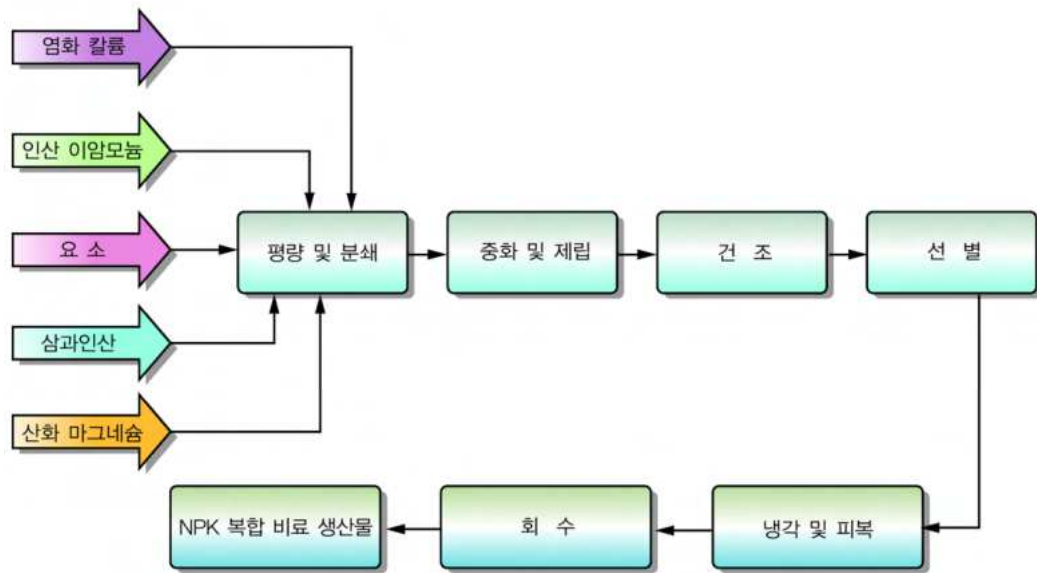
선별 공정에서 분리된 규격 입자 제품은 피복기로 보내기 전에 냉각기에서 공기로 냉각시킨 다음, 최종 선별기를 거쳐 작은 입자를 제거한 후 복비 저장 창고로 보낸다. 제품 피복은 비료의 종류에 따라 고결 경향이 큰 일부 비종에만 사용하고 있으며, 이는 비료의 저장 기간 중 대기 중의 수분 흡수 및 기타 미반응물의 반응 진향으로 비료 입자가 서로 달라붙는 고결 현상을 방지하기 위하여 냉각기를 통과한 비료를 저장 창고로 이송하기 전 고결 방지제로 피복하는 것을 말한다.

(마) 회수

복합 비료 생산 과정은 고체 물질을 많이 취급하기 때문에 분진이 많이 생긴다. 이 분진은 1차로 집진기에서 90% 이상 제거된다. 2차로 잔여 분진과 각 공정에서 배출되는 가스 상태의 암모니아 및 기타 오염 물질 등은 습식 세척탑에서 인산 용액에 흡수시켜 회수한다. 충전물로 채워진 세척탑에서 물로 오염 물질을 최종적으로 제거한다.

2. 제2종 복합 비료 제조 공정

인산 암모늄 슬러리 공정이 암모니아와 인산의 중화 반응에 의해 슬러리를 생산하여 제립화하는 것에 비해, 수증기 제립화 공정은 비료 및 비료 원료를 일정 비율로 투입하여 분쇄한 다음, 수증기를 이용하여 제립화하는 형태의 공정으로, 반응 부분이 없는 것 외에는 기타 모든 공정이 인산 암모늄 슬러리 공정과 동일하다.



[그림 1-5] 수증기 과립화 공정

다음은 A사와 B사의 복합 비료 공장의 모습이다.



[그림 1-6] A사의 복합 비료 공장 전경



[그림 1-7] B사의 복합 비료 공장 전경

⑤ 제1종 및 제2종 복합 비료 시장 여건 및 수요 현황

제1종 및 제2종 복합 비료의 연간 생산 계획을 수립하기 위해서는 국내 및 해외 판매 시장의 여건 등을 파악하여야 한다. 특히, 제1종 및 제2종 복합 비료 생산을 위한 계획을 수

립하기 위해서 과거 시장 자료(국내 농업용 판매, 원료용 판매, 수출 현황 등)를 관련 협회 연감이나 회사 내부 통계 자료, 농협의 통계 자료, 국제 비료 정보지 등을 통해 파악하고, 정량적 방법을 통해서 판매량을 결정하고 이를 통해 연간 생산량을 계획하는 것이다.

1. 시장 여건

복합 비료는 2000년대 이전에는 약 150만 톤의 소비 실적을 보였다. 그러나 비료 원자재 가격의 급등과 친환경 농업의 추진, 2008년 세계적인 원자재 폭등으로 인해서 무기질 비료를 절감하려는 방안들이 제시되면서 복합 비료 합계 소비량은 2000년에 비해 2013년에 약 33% 이상 감소하였다. 국내 복합 비료 시장을 살펴보면, 2000년까지는 21복비와 같은 고농도의 복합 비료 소비가 많았다. 그러나 토양 환경 문제, 산성화, 염류 집적 등을 이유로 무기질 비료의 사용을 감소하려는 정책 추진과 친환경 농산물을 선호하는 최근 추세에 의해 기존에 사용되던 고농도 복합 비료 대신 토양 검정을 통하여 적정 시비를 추진할 수 있는 BB 비료를 시작으로 맞춤형 비료, 전문 원예용 복합 비료 등의 사용이 증가하고 있다.

2. 수요 현황

복합 비료는 우리나라 비료 생산업체 총생산량의 72%(2013년 기준)를 차지하고 있고, 국내 농업용 비료 공급을 위한 생산과 함께 수출용 복합 비료가 생산되고 있는데, 국내 농업용 소비량은 연간 100만 톤 이내이고 수출은 65만~90만 톤 정도를 보이고 있다. 아래의 표에서 국내 농업용 복합 비료 소비 실적을 살펴보면 2000년에는 140만 톤을 기록하였으며, 2005년 160만 톤을 최대로 하여 매년 지속적으로 감소하여 2010년(91만 톤)에는 2005년(160만 톤)에 대비 43%로 급격히 감소하였고, 그 이후부터는 감소 폭이 크게 줄어들게 되었다.

특히, 21 복합 비료의 경우 2000년에 52만 9,000톤에서 2013년에는 13만 1,000톤으로 75%가 감소하였고, 토양 검정을 통한 시비 처방서에 근거하여 생산하기 시작한 BB 비료는 맞춤형 비료로 대체되기 전까지 급격히 감소하였다. 또 맞춤형 비료 제품이 2010년부터 본격적으로 농가에 공급됨으로 인해 기존 일반 복합 비료(21 복합 비료 포함)의 수요는 급격히 감소하여 2008년 19만 8,000톤에서 2013년 23만 8,000톤으로 약 70%의 감소율을 보였다.

<표 1-4> 연도별 국내 농업용 복합 비료 소비 실적

(단위: 천 톤)

구 분	2000년	2005년	2008년	2010년	2011년	2012년	2013년
복합 비료 합계	1,402	1,595	1,208	910	893	961	938
일반 복비	1,064	1,010	798	220	187	212	238

구 분	2000년	2005년	2008년	2010년	2011년	2012년	2013년
- 21복비	529	310	221	73	99	103	131
- 기타 복비	535	700	577	147	88	109	107
BB 비료	170	347	156	16	6	2	5
원예용 복비	168	238	254	176	167	240	308
맞춤 비료	-	-	-	498	533	507	387

⑥ 생산 계획 수립을 위한 판매 동향을 통한 시장 수요 예측

수요 예측이란 어느 제품의 생산 계획을 위해, 어느 기간 동안 시장에서 요구하는 제품의 수량 또는 매출액 규모가 얼마나 되는지를 추정하는 것을 말한다. 수요 예측은 산업 활동에 있어서 새로운 제품을 개발하거나 도입하려는 시기를 결정하고, 제품을 설계하고, 생산 계획과 가격을 결정하고, 판로를 확보하는 등 주요 산업 전략을 수립하는 데 필요한 기초 자료를 제공한다는 점에서 매우 중요하다. 특히, 대규모의 R&D 및 초기 투자 비용이 필요한 산업 기술 분야에서 정확한 수요 예측은 새로운 제품의 상업성 성공 여부를 결정하는 핵심적인 요소이다.

수요 예측 방법은 크게 정성적(qualitative) 방법과 정량적(quantitative) 방법으로 구분할 수 있는데, 이들 방법에서 무엇보다 불가피한 수요 예측 오차를 줄이기 위한 방법도 검토하여야 한다. 어느 특정 제품에 대한 미래의 수요 예측은 불확실한 미래 시장의 반응을 대상으로 삼기 때문에 대단히 어려운 작업이며, 따라서 미래의 수요 예측에는 불가피한 오차가 발생하게 된다. 지금까지 사용되어 온 대부분의 수요 예측 방법들이 기본적으로 과거 시장에 존재했던 상황이 미래에도 지속될 것으로 가정하고 예측을 수행하므로, 미래의 수요 예측에는 항상 오차가 발생하게 된다. 현재의 고도로 발달한 컴퓨터 수요 예측 시뮬레이션에서도 가장 중요한 과제는 입력 정보의 정확성과 이를 효과적으로 활용하여 수요 예측의 오차를 최소로 줄일 수 있도록 하는 것이다. 구체적인 내용은 학습모듈 02. 질소질 비료 생산을 참조한다.

수행 내용 / 제1종 및 제2종 복합 비료 생산 계획 수립

재료·자료

- 과거 국내 판매 동향 자료, 과거 수출입 동향 자료, 국제 가격 동향 자료, 주요 경쟁국의 생산 동향 자료 등

기기(장비·공구)

- 사무용 컴퓨터, 문서 작성 소프트웨어

안전·유의 사항

- 국내 판매 및 수출입 동향을 분석할 때 적용 시점과 당시 수급상 물량 증감의 원인이 되는 세계적 경기 동향, 국내 동향 등을 고려한다.

수행 순서

① 제1종 및 제2종 복합 비료 생산 계획 수립 과정을 파악한다.

복합 비료 생산을 위해서 먼저 다음 해 농민에게 공급할 물량을 결정하는 입찰에서 각 회사가 입찰 물량을 확보하여야 하며, 이를 기초로 하여 대농민 공급 물량과 수출 여건을 고려한 수출 물량을 포함한 생산 계획을 수립한다. 암모니아 가격 동향과 수급 상황, 요소 가격 동향과 수급 상황, 인광석 가격 동향과 수급 상황, 염화 칼륨 가격 동향과 수급 상황, 황의 국내 공급 여건 및 수급 상황, 인산 가격 동향과 수급 상황, 황산 가격 동향과 수급 상황, 기타 복합 비료 부재료로 사용되는 원료의 가격 동향과 수급 상황 등을 확인한 후 복합 비료를 월별 어느 정도 생산할 것인지를 결정한다. 또 복합 비료 수출을 위해서 수출 국가의 농업 환경, 기후, 농산물 가격, 농업 정책 변화 등 수출 여건을 종합적으로 검토하고 연간 생산 계획을 수립한다.

② 국내 농업용 판매를 위해 농협 입찰 물량 확보를 확인한 후 연간 생산량을 계획한다.

실제 복합 비료의 경우 매년 다음 해 농협을 통한 입찰 물량 확보에 따라 생산량이 좌우되는데, 농협의 연간 구매 물량을 각 생산업체가 입찰을 통해 물량을 확보하여야 다음 해 농협을 통해서 농민에게 비료를 공급할 수 있다. 다음 표는 농협의 다음 연도 수급 계획 자료이다. 이 수급 계획에 따라 제품별로 생산 업체와 입찰을 통해서 물량을 확보하여 농민에게 공급하고 있다.

<표 1-5> 농협의 연간 수급 계획

(단위: 톤, %)

구분	비종	성분	확보		공급			재고	공급율 추정
			아월 재고	신규 인수	계(A)	14년(B)	13년	(A-B)	
단비	그레놀요소	46-0-0	17,754	130,130	147,884	132,948	128,975	14,936	90%
	프릴요소	46-0-0	7,759	45,685	53,444	47,023	47,609	6,421	88%
	유안	21-0-0	4,873	8,845	13,718	9,528	10,100	4,190	69%
	용성인비	0-17-0	3,146	8,956	12,102	9,163	8,824	2,939	76%
	용과인	0-20-0	951	1,340	2,291	1,579	1,925	712	69%
	황산카리고토	0-0-22	698	1,542	2,240	1,375	1,020	865	61%
	염화加里	0-0-60	2,944	3,888	6,832	4,332	4,685	2,500	63%
	소계		38,125	200,385	238,510	205,948	203,138	32,562	86%
일반 복비	21-17-17	21-17-17	16,287	108,578	124,865	113,571	131,172	11,294	91%
	18-0-16	18-0-16	6,755	54,147	60,902	55,598	56,325	5,304	91%
	BB비료	-	636	4,500	5,136	4,617	4,622	519	90%
	기타비료	-	1,970		1,970	950	1,695	1,020	48%
	소계		25,648	167,225	192,873	174,737	193,814	18,136	91%
복 비 맞춤형	맞춤1호	20-18-15	2,386	24,647	27,033	24,391	17,877	2,643	90%
	맞춤2호	17-19-15	943	7,376	8,319	7,011	4,378	1,308	84%
	맞춤3호	25-19-8	547	5,887	6,434	5,780	3,951	654	90%
	맞춤4호	20-21-9	199	1,402	1,601	1,466	1,716	134	92%
	맞춤5호	19-17-9	209	997	1,206	945	675	261	78%
	맞춤6호	16-20-8	443	3,560	4,003	3,363	2,019	640	84%
	맞춤7호	24-10-15	440	5,032	5,472	5,025	3,887	447	92%
	맞춤8호	21-12-22	349	4,164	4,513	4,197	3,535	315	93%
	맞춤9호	20-11-19	498	5,793	6,291	5,814	4,697	477	92%
	맞춤10호	20-12-14	889	12,717	13,606	12,937	11,973	668	95%
	맞춤11호	17-11-15	287	4,286	4,573	4,305	3,363	268	94%
	맞춤12호	17-15-13	2	-	2	2	31	-	96%
	맞춤13호	14-12-13	43	-	43	22	43	21	52%
	맞춤14호	26-12-8	501	7,105	7,606	7,156	5,830	450	94%
	맞춤15호	23-13-9	558	10,016	10,574	10,059	7,559	515	95%
	맞춤16호	22-10-8	5,522	93,517	99,039	95,290	89,922	3,749	96%
	맞춤17호	21-16-10	790	24,992	25,782	25,467	23,737	315	99%
	맞춤18호	21-13-9	1,821	33,306	35,157	33,875	30,940	1,281	96%
	맞춤19호	20-10-11	1,765	29,637	31,402	30,212	28,725	1,190	96%
	맞춤20호	19-10-8	2,504	43,432	45,936	44,181	40,512	1,755	96%
	맞춤21호	17-14-8	216	3,268	3,484	3,460	1,696	324	91%
	맞춤22호	16-10-11	314	2,691	3,005	2,729	2,492	276	91%
	맞춤23호	16-10-8	1,454	20,157	21,611	20,306	16,630	1,305	94%
	맞춤24호	13-10-8	1,266	11,689	12,955	11,530	8,474	1,425	89%
	맞춤25호	10-10-7	872	10,210	11,082	10,220	8,046	862	92%
	맞춤26호	24-0-8	2		2	2	7	-	80%
	맞춤27호	20-0-9	536	7,601	8,137	7,642	6,094	495	94%
	맞춤28호	17-0-10	1,625	23,350	24,975	23,405	17,987	1,570	94%

구분	비종	성분	확보		공급			재고	공급율 추정
			이월 재고	신규 인수	계(A)	14년(B)	13년	(A-B)	
	맞춤29호	13-0-10	1,265	9,161	10,426	8,728	5,655	1,697	84%
	맞춤30호	17-0-14	4,474	42,367	46,841	42,221	33,241	4,620	90%
	맞춤31호	12-0-13	12		12	11	-	1	92%
	맞춤32호	31-16-4	1	97	98	90	-	8	92%
	맞춤33호	13-0-7	2	193	195	173	6	16	92%
	맞춤34호	10-16-7	103	3,129	3,232	2,973	1,043	259	92%
	소계		32,868	451,778	484,646	454,696	386,741	299,950	94%
완호성	단한번	18-7-9	3,321	33,658	36,979	32,221	22,488	4,758	87%
	UF복비	13-6-7	217		217	63	88	154	29%
	오래가	18-8-5	2,101	11,815	13,916	11,679	10,970	2,237	84%
	하나로	18-7-8	267	885	1,152	883	878	269	77%
	통스타	18-8-9	1,829	13,240	15,069	11,795	6,588	3,275	78%
	한번에	18-6-11	65	737	802	540	134	262	67%
	일회만	24-5-10	840	12,704	13,544	11,576	4,943	1,967	85%
	기타비료	-	108	-	108	38	58	70	35%
	소계		8,748	73,093	81,787	68,795	46,147	12,992	84%
	복비총계		67,264	692,042	759,306	698,228	626,702	61,078	92%
	총계		105,389	892,427	997,816	904,176	829,840	93,640	91%

다음은 각 비료의 비종별 계약 현황 자료이다.

<표 1-6> 비종별 계약 현황 자료

(단위: 톤, 원)

구분	비종명	업체명	구매가	물량(톤)	금액(백 만원)
단비	그레놀요소	남해화학	529,000	85,399	46,176
		(주) 동부팜한농	531,000	33,684	17,886
		(주) 풍농	533,000	11,993	6,392
		소계	529,880	131,076	69,455
	프릴요소	남해화학	529,000	21,155	11,191
		(주) 풍농	529,000	14,987	7,928
		(주) 동부팜한농	531,000	10,068	5,346
		소계	529,436	46,210	24,465
	유안	(주) 카프로	276,000	8,947	2,469
	용과인	KG케미칼 (주)	440,000	1,346	592
	용성인비	(주) 조비	410,000	4,999	2,049
		(주) 풍농	419,000	3,998	1,675
		소계	413,999	8,996	3,724
	염화가리	남해화학	480,000	3,922	1,882
	황산가리고토	남해화학	868,500	1,557	1,352
	단비 계		514,420	202,054	103,940

구분	비종명	업체명	구매가	물량(톤)	금액(백 만원)
일반 복비	21-17-17	남해화학	610,000	74,946	45,717
		(주) 동부팜한농	642,500	31,533	19,408
		(주) 풍농	621,000	3,355	2,083
		소계	611,915	109,833	67,209
	18-0-16	(주) 협화	469,500	18,123	8,509
		KG케미칼 (주)	470,500	18,434	8,673
		(주) 풍농	471,500	16,771	7,907
		(주) 동부팜한농	473,000	1,424	673
		소계	470,540	54,751	25,763
	일반복비 계		564,885	164,585	92,971
맞춤형	인산 칼리 맞춤1호	남해화학	619,500	11,085	6,867
		(주) 동부팜한농	621,000	13,748	8,538
		소계	620,330	24,833	15,405
	인산 칼리 맞춤2호	남해화학	600,000	7,452	4,471
	인산 맞춤3호	(주) 동부팜한농	600,500	5,798	3,482
	인산 맞춤4호	남해화학	563,500	1,402	790
	인산 맞춤5호	(주) 풍농	535,000	997	534
	인산 맞춤6호	남해화학	524,000	3,560	1,866
	칼리 맞춤 7호	(주) 세기	587,000	2,660	1,561
		(주) 풍농	587,000	2,372	1,392
		소계	587,000	5,032	2,954

또 앞에서 설명하였듯이 복합 비료 소비량이 급격히 줄고 있어 각 생산업체들은 생산 시설 유지 및 시장에서 생존하기 위해서 제품 개발과 영업 활동을 지속적으로 추진하면서 농협을 통한 입찰 물량 확보에 노력하고 있으나, 매년 비료 제조를 위한 원자재 가격의 상승과 환율 등 제조를 위한 여건은 악화되고 있어 어려움이 커지고 있다. 물량 확보가 국내 판매량을 좌우하므로 농협을 통한 다음 해 물량 확보를 위해서 원가 절감 등 다양한 방안을 찾기 위해 물량 확보를 위해 노력하고 있다.

③ 해외 비료 수출을 예측하기 위해 과거 국가별 수출 실적 자료 등을 확인하고 이를 근거로 연간 생산 계획을 분석한다.

1. 국가별 수출 실적을 분석한다.

복합 비료는 주로 동남아 지역을 중심으로 수출되고 있으며, 2005년 이후부터 호주, 인도, 브라질 등으로 수출 지역을 다변화하고 있다. 2013년부터 중국, 러시아 등이 인도에 공급하지 못하는 물량을 동남아 시장에 저가로 수출함으로 인해 우리나라의 동남아 지역 복합 비료 수출은 고전을 면치 못하고 있다. 이는 우리나라가 중국과 러시아와 같은 원료 대량 생산 국가가 아니므로 가격 경쟁력 측면에서 불리하기 때문이다. 따라서 수출의 문제점인 가격 경쟁력을 확보하기 위해 저렴한 가격에 원료를 공급받고, 가동률을 높여 지속적인 수출을 할 수 있는 여건 해결 방안 모색이 절실한 상황이다. 연도별 복합 비료 수출 현황을 살펴본 사례는 다음과 같다.

사례: 연도별 복합 비료 수출 현황

1995년 이후의 복합 비료 수출 현황을 살펴보면 1995년 105만 4천 톤이었던 복합 비료 수출량은 점차 감소하여 2013년에는 64만 3천 톤만을 수출하였다. 주요 수출국은 태국으로 2013년에만 40만 8천 톤을 수출하여, 전체 수출량의 절반 이상을 차지하였다.

<표 1-7> 각 연도별 복합 비료 수출 현황(국가별 물량)

(단위: 천 톤)

연도 국가명	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
합 계	1,054	844	853	809	877	703	643
태국	808	278	201	367	410	380	408
베트남	77	90	41	50	18	19	44
필리핀	-	171	135	66	60	39	24
일본	45	18	45	54	94	100	77
말레이시아	-	44	63	79	56	34	22
인도네시아	-	40	49	18	20	6	-
호주	-	-	15	44	122	92	30
인도	-	-	-	80	97	33	-
브라질 등	124	203	304	51	-	-	40

주: 2000년, 2005년도 대북 지원 물량 포함

우리나라의 제1종 및 제2종 복합 비료 생산업체 현황을 살펴보면 남해화학, 동부팜한농, 풍농, 조비, 협화, KG케미칼 등 6개 업체가 주로 생산을 담당하고 있고, 남해화학, 동부팜한농, 풍농의 3개 업체에서 해외 수출을 하고 있다.

각 국가별 수출 증감을 분석하여 복합 비료 생산을 위한 계획에 참고하고 연간 계획을 수립하는 데 활용하며, 수출을 위해서 기존 수입 대상국의 바이어와 해당 국가의 농산물 생산량, 농산물 가격, 비료 소비량 등을 파악한 후 해당 국가의 연간 수입 물량을 확인하고 생산 계획에 반영한다.

2. 복합 비료 수출 단가와 요소 및 암모니아의 국제 가격을 비교 분석한다.

복합 비료 수출 단가를 요소 및 암모니아의 국제 가격과 비교 분석하는 것은 복합 비료의 질소질 공급원이 암모니아와 요소이므로 이들의 연관 관계를 파악하고 수출 물량을 분석하는 데 참고하기 위함이다.

사례: 복합 비료 수출 단가 변동 추이와 국제 요소 가격

1990년부터 2013년까지의 복합비료 수출단가와 국제 요소, 암모니아 가격의 변동 추이를 살펴보면 세 가격의 변화가 연동되어 있음을 파악할 수 있다. 2000년 이후 증가해 오던 가격은 모두 2013년에 약간 하락하였다.

<표 1-8> 복합 비료 수출 단가 변동 추이와 국제 요소, 암모니아 가격

(단위: \$/톤)

구분 \ 연도	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
복합 비료	184	203	160	234	374	482	519	478
요소	135	231	114	269	339	447	458	411
암모니아	154	242	186	309	394	559	609	597

수행 tip

- 국제 질소질 비료의 가격을 확인하고 복합 비료의 가격 경쟁력을 검토하여야 한다.

또 복합 비료의 주원료인 인산 이암모늄(DAP) 세계 주요 생산국 및 수출국의 동향을 파악해야 한다.

사례: 세계 주요국의 DAP 생산 및 수출 현황

연도별 세계 주요국의 인산 이암모늄(DAP) 수출 현황을 살펴보면, 2009년부터는 중국의 생산량이 전 세계에서 가장 많으며 2012년에는 674만 4천 톤을 생산하였다.

<표 1-9> 세계 주요국의 DAP 생산 현황(국가별 물량)

(단위: 천 톤)

국가명 \ 연도	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012
중국	350	691	2,325	4,802	5,387	6,194	6,744
러시아	980	598	670	962	925	639	585
인도	1,287	2,179	1,990	1,863	1,598	1,648	1,745
미국	1,281	5,195	4,604	3,396	3,250	3,051	2,846
모로코	588	570	432	750	964	1,142	1,067
사우디아라비아	5	147	115	69	118	297	825
호주	-	152	337	329	275	324	299
한국	52	134	46	25	24	7	6
계	4,222	11,684	12,487	14,268	15,086	15,323	16,078

자료: 한국비료협회(1995-2012).

다음은 세계 주요국의 인산 이암모늄 수출 현황이다. 생산량이 가장 많았던 중국의 수출량이 가장 많으며, 2012년에는 181만 톤을 수출하였다.

<표 1-10> 세계 주요국의 DAP 수출 현황(국가별 물량)

(단위: 천 톤)

국가명 \ 연도	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012
중국	37	126	330	954	1,834	1,848	1,810
러시아	-	-	658	926	899	572	558
미국	4,414	3,223	2,932	2,393	1,937	1,694	1,411
모로코	12	584	374	596	856	915	941
사우디아라비아	-	-	-	-	-	199	623
호주	-	-	155	236	163	208	199
한국	15	97	155	24	22	-	-
계	6,738	5,865	5,707	6,708	7,421	6,605	6,657

자료: 한국비료협회(1995-2012).

④ 생산량 실적을 근거로 생산 추세를 분석한다.

전체 복합 비료 생산량을 파악하고 각 업체별 생산 능력과 농협 납품 물량을 비교하여 생산 계획을 분석해야 한다. 다음 사례는 복합 비료 생산 현황과 각 업체별 복합 비료 생산 능력을 살펴본 것이다.

사례: 복합 비료 생산 현황 및 각 업체별 복합 비료 생산 능력

연도별 복합 비료의 생산 현황을 살펴보면 1990년 이후 지속적으로 생산량이 감소하고 있는 추세이다. 그러나 2013년에는 전년에 비해 생산량이 약간 증가하였으며, 총 186만 톤이 생산되었다.

<표 1-11> 연도별 복합 비료 생산 현황

(단위: 천 톤)

연도 구분	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013
합계	2,271	2,681	2,365	2,752	1,808	1,805	1,741	1,860
21복비	789	858	624	595	59	100	122	135
기타	252	302	664	893	116	159	116	167
수출 복비	889	1,103	723	633	838	873	742	850
원예 복비	341	418	172	282	163	177	262	301
BB 비료	-	-	182	349	30	10	7	7
맞춤 비료	-	-	-	-	602	486	492	400

각 업체별 복합 비료 생산량을 살펴보면 남해화학이 2013년 기준 136만 톤을 생산하여 가장 높은 생산 능력을 보유하고 있으며 동부팜한농이 58만 톤으로 그 다음으로 많다.

<표 1-12> 각 업체별 복합 비료 생산 능력(2013년 기준)

(단위: 천 톤)

업체명	생산 능력
남해화학	1,360
동부팜한농	580
풍농	350
조비	192
협화	200
KG케미칼	170
계	2,852

⑤ 조사된 자료를 종합·분석하여 연간 생산 계획을 수립한 후 월간 생산 계획을 수립한다.

1. 연간 계획을 수립한다.

국내 판매량 분석 자료, 해외 수출 실적 분석 자료, 가격 동향 분석 등을 종합적으로 고려하여 연간 생산 계획을 수립한다. 다음 사례는 이를 수립해 본 것이다.

사례: 복합 비료의 연간 생산 계획

다음은 복합 비료의 연간 생산 계획을 수립해본 것으로, 2014년에는 전년과 동일한 110만 톤의 복합 비료를 생산할 예정이다.

<표 1-13> 복합 비료의 연간 생산 계획(예시)

(단위: 천 톤)

2000년	2005년	2008년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
1,650	1,300	1,200	1,000	1,000	900	1,100	1,100

수행 tip

- 복합 비료의 수출의 경우 동남아 시장에서 러시아, 중국의 수출 추세를 고려한다.

2. 월간 계획을 구체적으로 수립한다.

연간 생산량 계획이 수립되면 월간 해외 수출량 및 농업용 공급량 등을 종합적으로 고려하여 월간 생산 계획을 수립한다. 생산 계획량과 실제 생산된 실적을 비교하여

월별 어떤 요인으로 인해 계획 생산량을 달성하지 못했는지 원인을 파악하고 월간 계획 수립에 반영하는 자세가 필요하다.

사례: 복합 비료의 월간 생산 계획

복합 비료의 월간 계획을 수립한 결과, 1~3월에 가장 많은 생산량을 계획하였으며 10월에 생산 계획량이 가장 적다.

<표 1-14> 복합 비료 월간 생산 계획(예시)

(단위: 천 톤)

구분	0000년도			
	전년도 생산량	전년도 농업용 출하량	전년도 수출량	해당 연도 생산 계획량
1월	113	71	38	120
2월	121	70	51	125
3월	134	70	40	135
4월	106	60	37	110
5월	110	65	56	110
6월	117	41	72	120
7월	73	30	28	80
8월	63	26	26	70
9월	69	26	39	75
10월	37	22	1	40
11월	55	9	49	60
12월	76	1	59	70
계	1,074	491	496	1,115

수행 tip

- 복합 비료 수출 단가 변동을 고려한 월간 계획 수립을 고려한다.
- 공장 가동에 문제점이 발생할 경우 공장별 최대 생산량 범위 내에서 대체 가능 여부를 확인하고 생산 계획을 수립한다.

1-2. 제1종 복합 비료 생산

학습 목표

- 암모니아, 인산, 황산으로부터 반응 슬러리를 제조할 수 있다.
- 반응 슬러리를 필요에 따라 염화 칼륨을 배합하여 입자화할 수 있다.
- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산할 수 있다.

필요 지식 /

① 제1종 복합 비료 개요

제1종 복합 비료는 우리나라에서 가장 많이 사용되는 복합 비료이며, 비료 수출 품목의 주종을 이루고 있다. 제1종 복합비료의 제조를 위해서는 질소질 원료인 암모니아와 인산을 반응시켜 조제된 인산 암모늄이 주원료로 사용된다. 현재 암모니아는 전량 수입하여 질소질 원료로 사용하고 있다. 인산은 황으로부터 제조된 황산을 인광석에 반응시켜 만든 인산액을 원료로 사용하고 있다. 즉, 암모니아에 인산을 반응시켜 만들어진 인산 암모늄(MAP, DAP)에 염화 칼륨과 요소 및 황산 암모늄 등을 부가하여 3요소 중 두 가지 이상의 성분을 가진 제1종 복합 비료를 제조한다.

제1종 복합 비료는 질소 전량, 가용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상을 보증하며 그 합계량이 20% 이상으로 화학적 과정에 의하여 제조된 비료이며, 수용성 또는 구용성 고토, 수용성 또는 구용성 붕소, 수용성 또는 구용성 망가니즈를 보증할 수 있다. 또 보증 성분 표시에 있어서는 질소는 암모니아태 질소, 질산태 질소, 질소 전량으로 구분하여야 한다. 제1종 복합 비료의 생산 제품으로는 인산 이암모늄(18-46-0) 16-20-0, 15-15-15 등이 있다.

② 제1종 복합 비료 제법

제1종 복합 비료는 화학 합성 비료로서 성분의 함량이 높은 고농도 상태의 비료이므로 그만큼 부피가 줄어 수송, 저장 및 시비 작업에서 작업량이 줄어든다. 이 비료는 대개 1~4mm 정도의 입자로 흡습과 고결을 방지하도록 되어 있다. 화학 합성 비료는 원료의 종류에 따라 인산 암모늄을 원료로 한 것, 중과인산 석회를 원료로 한 것, 질산계 화학 합성 비료 등으로 구분된다.

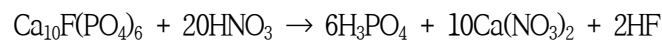
1. 인산 암모늄을 원료로 한 것

인산 암모늄은 그 자체가 질소와 인산을 많이 함유한 고도 화성 비료이며, 또한 이를 원료로 하여 다른 많은 고도 화성 복비를 제조한다. 인산 암모늄은 인산을 암모니아로

중화하여 만들지만 중화의 정도, 즉 인산(H_3PO_4)의 수소가 암모니아로 치환되는 정도가 커지면 불안정하여 비료로 사용하지 않는다. 그 제조에서 인산과 황산을 혼합한 것을 사용하면 황산 인산 암모늄이 얻어진다. 이들 인산 암모늄에 칼륨으로 염화 칼륨(KCl)을 첨가하면 복합 비료가 되는 것이다.

2. 질산계 화학 합성 비료

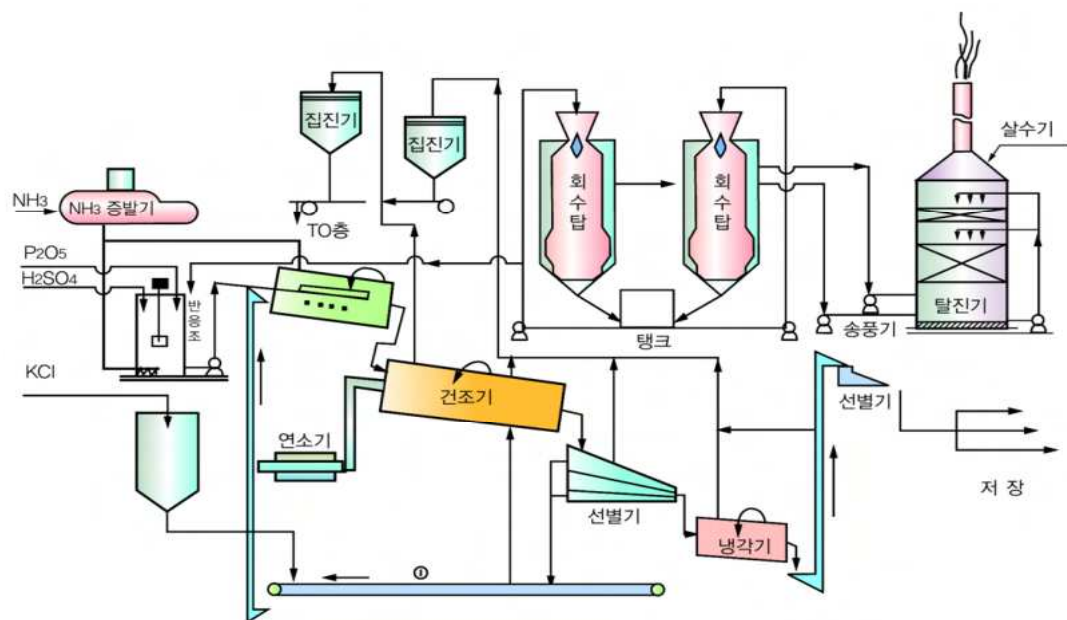
질산계 화학 합성 비료는 인산 원료인 인광석을 질산으로 분해하여 질산태 질소가 함유된 고도 화성 비료이다. 제조 과정에서 일어나는 화학 반응은 다음과 같다.



생성된 질산 칼슘은 용해성이 커서 용액에 머물게 되나, 이를 암모니아화하면 질산 칼슘의 일부가 제품에 남아 흡습성이 높아지므로 여러 가지 방법으로 질산 칼슘을 분리·제거한다. 이 비료는 제조 공정에 따라 조성(질소, 인산)에 차이가 있으며, 인산의 형태가 수용성, 구용성 및 인회석(불용성) 등 다양하고 질소도 $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 두 가지가 함유되어 있다.

③ 복합 비료 생산 공정도

현재 생산되고 있는 제1종 복합 비료 제조 공정은 다음 그림과 같다.



[그림 1-8] 제1종 복합 비료 제조 공정

수행 내용 / 제1종 복합 비료 생산

재료·자료

- 암모니아, 요소, 황산 암모늄, 인산, 염화 칼륨, 필러(제올라이트, 벤토나이트)
- 비료관리법령, 비료 공정규격 설정 및 지정 고시 내용, 복합 비료 공정 흐름도(PFD), 공정 배관·계장도(P&ID)

기기(장비·공구)

- 중화 반응조, 관형 반응조, 제립기, 건조기, 분쇄기, 유동형 냉각기, 드럼 냉각기, 건식 집진기, 습식 세척탑

안전·유의 사항

- 비산 먼지 등이 발생할 수 있으므로 마스크를 착용한다.

수행 순서

① 생산을 위한 법적 규정을 확인한다.

1. 국가 법령정보센터에 접속을 한다.

제1종 복합 비료 생산을 위해서는 우선 「비료관리법령」, 농촌진흥청 고시·훈령에 따른 「비료 공정규격 설정 및 지정」 등의 내용을 파악하여 생산을 위한 사전 지식을 숙지해야 한다. 이를 위해서는 우선 국가법령정보센터 홈페이지(<http://www.law.go.kr>)에 접속한다.

2. 상단 검색창에 ‘비료 공정규격 설정 및 지정’ 을 입력하고 검색한다.

상단의 검색창에 ‘비료 공정규격 설정 및 지정’ 을 입력하면 비료 공정 규격에 대한 법적 규정을 확인할 수 있다.

3. 특히 제1종 복합 비료의 공정규격 사항을 명확하게 파악한다.

다음 표는 복합 비료의 공정규격을 살펴본 것이며, 제1종 복합 비료가 함유하여야 할 주성분의 최소량, 함유할 수 있는 유해 성분의 최대량 등에 대해 살펴보고 있다.

<표 1-15> 복합 비료의 공정규격

종류	함유하여야 할 주성분의 최소량(%)	함유할 수 있는 유해 성분의 최대량(%)	비고
제1종 복합 비료	1. 질소 전량, 가용성인 산, 수용성 칼리 중 2종 이상 합계량: 20	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여	보증 성분 표시에 있어
	2. 다음 각 성분을 보증하고자 할 경우	- 황청 산화물 : 0.025	질소는
	수용성 고토 또는	- 비소: 0.005	암모니아태
	구용성 고토: 1.0	- 아질산: 0.02	질소, 질산태
	수용성 붕소 또는	- 뷰렛태 질소: 0.01	질소 또는
	구용성 붕소: 0.05	- 설파민산: 0.005	질소 전량으로
	수용성 망가니즈 또는	2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여	구분하여야 한다.
	구용성 망가니즈: 0.1	- 카드뮴: 0.00018	

② 암모니아와 인산을 반응시켜 슬러리 상태의 반응 혼합물을 만든다.

1. 중화 반응조 및 관형 반응조에서 기체 암모니아와 인산을 반응시킨다.

기체 암모니아와 인산을 중화 반응조 및 관형 반응조에서 반응시켜 슬러리 상태의 반응 혼합물을 만든다. 이 반응 혼합물은 부분 중화되어 15 ~ 20%의 수분을 함유하고 있다.

2. 수분을 함유한 슬러리를 염화 칼륨 및 순환물, 액체 암모니아와 반응시킨다.

수분을 함유한 슬러리를 제립기로 보내 염화 칼륨 및 순환물과 혼합하고 액체 암모니아와 재반응시키면 비료 입자가 만들어진다. 이 과정을 거치면 제품이 요구하는 성분 함량(N, P₂O₅, K₂O)을 갖게 된다.

수행 tip

- 슬러리 사용 비율은 중화 반응조가 70~80%, 관형 반응조가 20~30%이다.

③ 비료 입자가 함유하고 있는 수분을 건조시킨다.

제립기에서 나온 비료 입자가 함유하고 있는 1.5~3% 정도의 수분을 건조기에서 뜨거운 공기로 건조시켜 0.5~1.5% 이하로 낮춘다.

수행 tip

- 건조기에서 사용되고 있는 뜨거운 공기는 벙커-C유를 태워서 얻은 것이다.

④ 건조된 비료 입자를 제품화하기 위해 규격 입자를 선별한다.

건조기를 거쳐 나온 복합 비료 입자는 선별기에서 규격 입자, 큰 입자, 작은 입자로 나뉘는데, 규격 입자는 제품화하기 위해 다음 공정인 냉각기로 보내지고, 큰 입자는 분쇄기에 의해 분쇄된 후 작은 입자와 함께 다시 제립기로 보내진다.

⑤ 선별된 규격 입자를 2단계 냉각 공정을 거쳐 선별하고 최종 선별기를 통해 작은 입자를 제거한 후 저장 창고로 보낸다.

선별 공정에서 분리된 규격 입자 제품은 유동형 냉각기(fluidized bed cooler) 및 드럼 냉각기(rotary cooler)의 2단계 냉각 공정을 거쳐 냉각시킨 다음, 최종 선별기에서 다시 한번 작은 입자를 제거한다. 이 과정을 거치고 나면 대기 중의 수분과 미반응물의 반응에 의한 고결 현상을 방지하기 위해 비중에 알맞은 고화 방지제로 피복한 후 복합 비료 저장 창고로 보낸다.



[그림 1-9] 냉각기

⑥ 저장 창고로 보내진 비료는 내수 제품과 수출 제품으로 구분 저장한다.

저장 창고 내부는 종류가 서로 다른 비료를 구분하여 저장할 수 있도록 되어 있고, 각 칸에는 리클레임 호퍼 및 피드 컨베이어가 각각 2개씩 설치되어 있으며 내수 제품과 수출 제품을 포함하여 저장 수요에 대비할 수 있도록 되어 있다.



[그림 1-10] 제품 저장 창고

1-3. 제2종 복합 비료 생산

학습 목표

- 제1종 복합 비료와 질소질, 인산질, 칼리질 비료를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합할 수 있다.
- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화할 수 있다.
- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산 할 수 있다.

필요 지식 /

① 제2종 복합 비료 개요

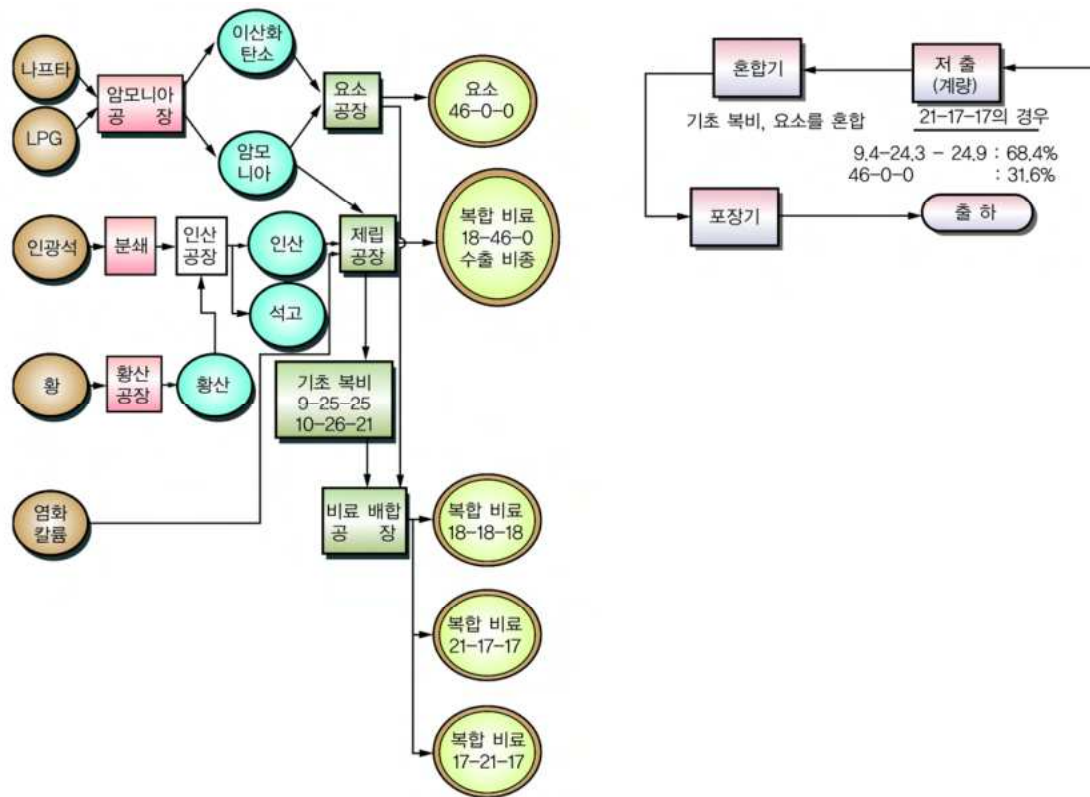
제2종 복합 비료는 제1종 복합 비료와 단비(요소, 황산 암모늄, 인산 단비, 염화 칼륨, 황산 칼륨)를 배합하여 만든다. 제2종 복합 비료는 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 또는 구용성 칼리 중 2종 이상을 보증하며 그 합계량이 20% 이상으로 기계적 과정에 의하여 제조된 비료이다. 수용성 또는 구용성 고토, 수용성 또는 구용성 붕소, 수용성 또는 구용성 망가니즈, 가용성 석회, 가용성 규산을 보증할 수 있다. 또 보증 성분 표시에 있어서는 질소는 암모니아태 질소, 질산태 질소, 질소 전량으로 구분하여야 한다. 현재 우리나라에서 사용되고 있는 일반적 비료(21-17-17, 18-0-16, 맞춤형 비료, 원예용 복합 비료 등)가 제2종 복합 비료의 생산 제품에 해당한다.

② 제2종 복합 비료 제법

제1종 복합 비료 제조 과정에서 만들어진 원료용 복합 비료(기초 복비: 9-25-25, 10-26-21) 또는 수출용 복합 비료(18-46-0, DAP)를 기초로 하여 요소나 황산 암모늄을 질소원으로 추가하여 국내 내수용의 비중을 제조한다. 즉, 21-17-17은 기초 복비(9-25-25)에 요소를 추가 배합하여 만들어진 제2종 복합 비료이다.

③ 복합 비료 생산 공정도

현재 생산되고 있는 제2종 복합 비료 제조 공정은 다음 그림과 같다.



[그림 1-11] 제2종 복합 비료 제조 공정

수행 내용 / 제2종 복합 비료 생산

재료 · 자료

- 제1종 복합 비료(DAP, 9-25-25 등), 요소, 황산 암모늄, 용성 인비, 과인산 석회, 염화 칼륨, 황산 칼륨, 증량제
- 비료관리법령, 비료 공정규격 설정 및 지정 고시 내용

기기(장비·공구)

- 반응기, 조립기, 혼합기, 건조기, 열풍기, 선별기, 냉각기

안전·유의 사항

- 비산 먼지가 발생할 수 있으므로 마스크를 착용한다.

수행 순서

① 생산을 위한 규정을 법제처의 국가법령정보센터를 통해 확인한다.

제2종 복합 비료 생산을 위해 「비료관리법령」, 농촌진흥청 고시·훈령에 따른 「비료 공정규격 설정 및 지정」 등의 내용을 파악하여 생산을 위한 사전 지식을 숙지한다. 구체적인 규정 검색 방법은 앞의 제1종 복합비료 생산 수행 부분을 참조한다. 제2종 복합비료의 공정규격 사항은 다음 표와 같다.

<표 1-16> 제2종 복합 비료의 비료공정규격 설정 및 지정

함유하여야 할 주성분의 최소량(%)	함유할 수 있는 유해성분 의 최대량(%)	그 밖의 규격	비고
1. 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 또는 구용성 칼리 중 2종 이상 합계량: 20	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 - 황청 산화물: 0.025 - 비소: 0.005 - 아질산: 0.02 - 뷰렛태 질소: 0.01 - 설파민산: 0.005	1. 석회 질소를 원료로 사용한 것에 있어서는 다이사이안다이 아미드태 질소: 1% 이하 2. 디엠피피 (DMPP) 를 원료로 사용할 경우 가. 암모니아태 질소 함유율 1%에 대하여 디엠피피: 0.008% 이상 나. 암모니아태 질소 전량 중 55% 이상	보증 성분 표시에 있어 질소는 암모니아태 질소, 질산태 질소 또는 질소 전량으로 구분하여야 함.
2. 다음 각 성분을 보증하고자 할 경우 - 수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0 - 수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05 - 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가니즈: 0.1 - 가용성 석회: 10 - 가용성 규산: 5	2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 - 카드뮴: 0.00018		

② 제1종 복합 비료인 DAP 또는 기초 복비(9-25-25 등), 요소(황산 암모늄), 인산질 비료(용성 인비, 과인산 석회), 칼리질 비료(염화 칼륨, 황산 칼륨), 증량제 등 원재료를 계량하여 혼합기에 넣는다.



[그림 1-12] 원료 계량

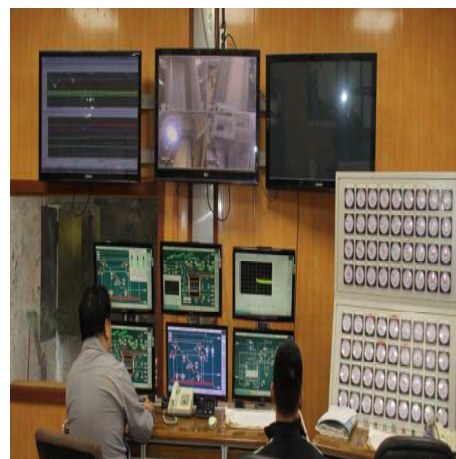
③ 혼합된 원재료를 분쇄하여 조립기로 이송, 조립을 한다.



[그림 1-13] 조립기



[그림 1-14] 조립기 내부



[그림 1-15] 중앙 통제실의 모니터링 장면

- ④ 조립된 제품을 건조기로 이송하여 건조한다.

조립기에서 나온 복합물의 입자는 3~7%의 수분을 함유하고 있어 건조기에서 벙커-C 유 연소열로 수분 1%까지 건조한다.



[그림 1-16] 건조기

- ⑤ 건조된 제품은 선별기에서 선별, 냉각기에서 냉각을 하고 냉각이 완료된 제품은 저장 창고로 보내 저장한다.



[그림 1-17] 저장 창고로 이송되는 컨베이어 시설



[그림 1-18] 저장 창고로 저장

⑥ 완제품 저장창고에서 계량기를 통해 20kg 단위의 완제품으로 포장한다.



[그림 1-19] 제품 포장 라인

학습 1 교수 · 학습 방법

교수 방법

- 제1종 및 제2종 복합비료 생산에 필요한 학생의 사전 지식 정도를 파악한다.
- 제품에 대한 생산 계획을 수립하기 위한 수요 예측 방법이 무엇인지와, 수요 예측을 하기 위해서 사전에 관련 제품에 대한 자료를 이해하고 있는지 확인한 후 수업을 지도한다.
- 제1종 및 제2종 복합 비료 제품 생산 계획 수립과 관련한 수요 파악 방법에 대한 자료를 분석하고 그 결과를 발표하도록 한다.
- 제1종 및 제2종 복합 비료 생산을 설명하기 위해서 제품 개요와 제법을 다양한 방법(동영상, 프레젠테이션 소프트웨어를 활용한 발표)으로 설명하고 공정도를 활용하여 설명한다.
- 제1종 및 제2종 복합 비료 생산과 관련한 지식을 파악하기 위해서 관련 통계 자료의 조사를 준비하도록 지시한다.

학습 방법

- 제1종 및 제2종 복합비료 생산에 필요한 사전 지식을 얼마나 알고 있는지 스스로 점검해 본다.
- 제품에 대한 생산 계획을 수립하기 위한 수요 예측 방법을 알아보고, 수요 예측을 하기 위해서 사전에 관련 제품에 대한 수급 현황 등의 관련 자료를 준비한다.
- 제1종 및 제2종 복합 비료 제품 생산 계획 수립과 관련한 수요 파악 방법에 대한 자료를 분석하고 그 결과를 발표한다.
- 제1종 및 제2종 복합 비료 생산을 위해서 제품 개요와 제법을 숙지한다.
- 제1종 및 제2종 복합 비료 생산과 관련한 지식을 파악하기 위해서 관련 통계 자료의 조사를 준비한다.

학습 1 평 가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행 준거 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
제1종 및 제2종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 제1종 및 제2종 복합 비료의 특성 파악 및 시장 여건, 수요 현황 파악			
	- 제품 생산을 위한 종합적 판단을 근거로 연간 및 월간 계획 수립 제시			
제1종 복합 비료 생산	- 암모니아, 인산, 황산으로부터 반응 슬러리를 제조			
	- 반응 슬러리를 필요에 따라 염화 칼륨을 배합하여 입자화			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산			
제2종 복합 비료 생산	- 제1종 복합 비료와 질소질, 인산질, 칼리질 비료를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합			
	- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 통해 입자화하는 공정 파악			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산하는 과정 파악			

평가 방법

• 서술형 시험

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
제1종 복합 비료 생산	- 암모니아, 인산, 황산으로부터 반응 슬러리를 제조			
	- 반응 슬러리를 필요에 따라 염화 칼륨을 배합하여 입자화			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산			
제2종 복합 비료 생산	- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 통해 입자화하는 공정 파악 여부			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산하는 과정 파악 여부			

• 평가자 체크리스트

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
제1종 및 제2종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 제품 생산 계획 수립을 위한 시장 여건 파악 여부			
	- 제품 생산 계획 수립을 위한 수요 현황 파악 여부			
	- 종합적 판단을 근거로 한 연간, 월간 계획 수립 여부			
제1종 복합 비료 생산	- 제품에 대한 개요 및 제법 파악 여부 확인			
	- 제품 제조 시설의 공정 내용 파악			
제2종 복합 비료 생산	- 제1종 복합 비료와 질소질, 인산질, 칼리질 비료를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합			
	- 제품에 대한 개요 및 제법 파악 여부 확인			
	- 제품 제조 시설의 공정 내용 파악			

피드백

1. 서술형 시험

- 학습 내용별로 타학생 및 기준치와 비교하여 부족한 개념, 지식을 확인시켜준다. 아울러 해당내용을 추가적으로 학습하도록 안내하고, 필요에 따라 추가 과제를 부여한다.
- 추가 학습 내용에 대한 점검은 다음 차시 학습 때 이루어질 수 있도록 한다.
- 평가 결과 일정 점수 이하의 학생들을 대상으로 필요에 따라 재평가를 실시한다.

2. 평가자 체크리스트

- 평가 항목별 체크 결과 성취수준이 부족(중, 하)하다고 판단된 항목에 대해서는 추가적인 안내 자료 및 설명을 제공한다.
- 학습자의 수준을 고려하여 수준별 심화 보충 학습 내용을 제시한다.

학습 1	제1종 및 제2종 복합 비료 생산하기(LM1702030105_13v1.1)
학습 2	제3종 및 제4종 복합 비료 생산하기 (LM1702030105_13v1.2)
학습 3	완효성 복합 비료 생산하기(LM1702030105_13v1.3)

2-1. 제3종 및 제4종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립

학습 목표

- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품의 특성을 파악하고 복합 비료 생산을 위하여 시장 여건과 수요를 파악하고 생산 계획을 수립할 수 있다.

필요 지식 /

① 제3종 및 제4종 복합 비료의 필요성

복합 비료는 농작물의 발아, 성장 및 결실에 필요한 3요소인 질소, 인산, 칼리 중 2종 이상의 성분이 함유된 비료를 말하며, 그 밖의 원소를 함유할 수도 있다. 농업의 형태가 다양해짐에 따라 무기 합성을 근간으로 하는 제1, 2종 복합 비료 외에 다양한 기능을 갖춘 비료가 필요하게 되었다. 그 한 예가 유기물을 첨가한 비료이며, 다른 하나가 수용성 액비이다. 이들은 특히 미량 영양 원소를 함유하도록 만들기 쉬워 이들을 포함하는 비료로 활용된다. 유기물, 특히 부식을 포함한 활성 표면이 있는 고분자 유기 화합물은 건성 복합 비료 제조에 활용된다. 유기물로만 제조된 퇴비만으로 작물에 필요한 성분을 충분히 공급하기 어려우므로, 무기질 비료와 시설 재배가 늘어나면서 제4종 복비를 쓰는 농가도 해마다 늘고 있다.

대부분의 비료는 토양에 주는 것이 일반적이지만, 제4종 복합 비료는 물에 잘 녹는 가루 또는 액비로서, 물에 타거나 그대로 잎에 뿌려 준다. 잎에서 유효 성분이 흡수되어 작물이 이용하므로 시용 효과가 빠르다. 엽면 시비용으로 가장 많이 사용되며, 수경 또는 양액 재배 및 관주용으로도 사용된다. 엽면 시비용의 경우 질소 전량, 수용성 인산과 칼리 등 비료 3요소 성분 중 2종 이상의 합계량이 10% 이상이고, 미량 원소 성분이 2종 이상 들어 있다. 화초용은 3요소와 2종 이상의 미량 원소 성분이 들어 있다. 이들은 대부분 물에 희석하지 않고 화초의 잎에 분무해 준다. 엽면 시비법에 대한 구체적인 설명은 아래 참고 자료를 통해 확인할 수 있다.

엽면 시비법

엽면 시비(foliar application)는 비료 성분을 식물체의 지상부, 특히 광합성이 활발히 일어나고 있는 잎과 줄기에 액체 상태로 살포하여 흡수시키는 시비 방법이다. 이는 포장에서 작물의 영양 상태가 나쁠 때 부족한 원소를 공급해 주는 응급 대책 기술로 사용되어 왔지만, 지금은 원예 등 특수 작물에 미량 원소뿐 아니라 주 영양소의 공급, 병해충과 수분 부족 등의 생리 장애를 치유하고, 품질을 높이기 위한 작물의 생장 조절 물질의 살포 등을 위하여 널리 사용하는 시비 방법으로 정착되었다.

영양 원소의 흡수 측면에서 볼 때, 토양 시용에 비해 8~20배까지 흡수 효과가 빠르지만, 실제에서의 작물에 대한 효과는 매우 다양하게 나타난다(Kueppar, 2003). 이는 엽면 시비에 대한 작물의 흡수 양상이 작물의 종류와 영양 생리 상태에 따라 다르고, 각종 원료 물질의 혼합 상태에 따라 다르기 때문이다. 이러한 엽면 시비의 현장 효과의 다양성 때문에, 그 이용성은 농업 형태에 따라 다르게 평가된다. 엽면 시비에 사용되는 제4종 복합비료에는 대부분 3요소와 미량 요소 같은 영양 성분 외에도 생장 촉진 효과가 있는 부성분이 들어 있는 경우가 있다. 그러므로 용도에 따라 사용법을 정확히 알고 사용해야 한다.

양액 재배용 또는 관주용도 3요소 성분은 10% 이상이며, NPK 이외의 영양 원소가 5종 이상 들어 있는 복합 비료이다. 양액 재배법에 대한 구체적인 내용은 아래를 통해 확인할 수 있다.

양액 재배법

양액 재배(nutrient culture)는 처음에는 수경 재배라고 하였다. 하지만 비료 공정규격상에도 제4종 복합 비료 양액·관주용으로 분류하고 있다. 수경이란 영양소를 물에 녹여 식물을 성장시키는 방법이다. 최근에는 양액 재배로 포괄하여 의미를 갖게 되므로서 여기서는 양액 재배를 설명하고자 한다. 양액 재배는 일정한 배지를 토양 대신 이용하여 배지, 즉 왕겨, 톱밥, 스킨, 암면, 피트, 펄라이트 등을 이용하여 일정 영양분을 물에 녹여서 농작물을 기르는 것을 말한다. 그래도 아직 순수 양액 재배만을 고집하여 물에 영양분을 녹여서 농작물을 기르는 순수 양액 재배도 유지되고 있다. 양액 재배는 토양을 이용하지 않고 배지나 물을 이용하여 작물을 기르는 것을 말한다.

② 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 특성 파악과 법적인 개요

우선 제3종 및 제4종 복합 비료의 비종별 제법, 특성을 파악한다. 또 법적인 개요를 파악해야 하며, 「비료관리법」 제2조 4항, 제4조, 제11조와 농촌진흥청 고시, 훈령에 공정규격 설정 및 지정 제2조 2에 의거하면 제반 개요는 다음과 같다.

1. 제3종 복합 비료 제품

(1) 제법

제3종 복합 비료는 복합 비료(제1종, 제2종), 요소, 황산 암모늄, 과인산 석회, 용성 인 비, 염화 칼륨 등에 유기물을 10% 이상 첨가·배합하여 만든다.

(2) 특성

질소, 인산, 칼리 중 3요소 중 두 가지 이상 성분의 합계량이 12% 이상이 되어야 한다. 석회 질소를 원료로 사용한 경우에는 다이사이안다이하마이드태 질소가 1% 이하여야 한다.

(3) 비료 공정 규격

제3종 복합 비료는 질소, 인산, 칼리 3요소 중 두 가지 이상 성분의 총량이 12% 이상이며, 유기물이 10% 이상이어야 할 것으로 규정하고 있다. 또 다음 각 성분을 보증하고자 할 경우에는 고토 1.0%, 붕소 0.05%, 망가니즈 0.1% 이상으로 수용성 또는 구용성 성분으로 보증해야 한다.

2. 제4종 복합 비료 제품

(1) 제법

수용제와 액제가 있다. 수용제는 3요소와 마그네슘, 망가니즈, 붕소, 철, 몰리브데넘, 아연, 구리, 석회 등 필요한 미량 원소 2종 이상을 혼합하여 제조한다. 액제는 각 원료 별로 혼합 및 반응성 실험을 통하여 조성을 맞추어 제조한다.

(2) 특성

식물이 뿌리로부터 양분을 흡수하기 어려운 경우나 과수, 채소류 등의 맛, 색깔 및 상품성 등을 높이고자 할 때 사용하는 비료이다. 또 토양 시비 시 흡수가 어려운 망가니즈, 아연, 구리 등의 성분을 보충하는 경우에 필요하다. 토양에 주는 비료와 달리, 복잡한 화학적 변화 과정 없이 물에 쉽게 녹아서 작물이 바로 이용할 수 있는 수용성으로 되어 있다.

(3) 비료 공정규격

제4종 복합 비료는 질소, 인산, 칼리 3요소 중 2종 이상의 합계량이 10% 이상이며 미량 요소를 엽면 시비용, 화초용은 2종 이상을, 양액 재배용은 5종 이상을 수용성으로 보증하고 있다. 액비는 엽면 시비용, 양액·관주 재배용, 화초용으로 비중을 구분하여 규정하고 있다.

③ 제3종 및 제4종 복합 비료의 시장 여건 및 상황 파악

국가 농업 정책의 하나로 최근 무기질 비료 사용량을 줄이도록 한 결과 화학 비료의 사용량이 2012년 236kg/ha에서 2014년 220kg/ha로 감축되었고, 2018년에는 200kg/ha까지 줄이도록 하고 있다. 이는 농업 생산비를 줄이는 효과뿐 아니라, 화학 비료의 과다한 사용으로 인한 온실 가스 발생 감축 정책, 비점 오염원 관리 정책 등을 중점 실천 과제로 선정·추진하고 있다. 이에 따라 맞춤형 비료 공급으로 무기질 비료 사용량의 감축을 유도하고, 친환경 유기질 비료 공급 지원을 2011년 1,250억 원, 2012년 1,350억 원, 2013년 1,450억 원, 그리고 2014년에 1,603억 원으로 지속적으로 늘림으로써, 정부 보조 대상 비중인 유기질 비료와 퇴비 시장이 매년 확대되고 있다. 또 논의 면적도 감소하는 추세인데 이는 아래 표를 통해 확인할 수 있으며, 2005년부터 2011년까지 연평균 2.3%씩 지속적으로 감소하고 있다.

<표 2-1> 국내 벼(수도) 면적 변화

[단위: 천 톤(%)]

연도 지역	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
경기	124.8	118.6	116.2	114.3	112.5	108.8	104.3(12.2)
강원	44.0	42.3	41.9	40.9	40.5	38.9	36.0(4.2)
충북	53.5	51.7	50.7	49.0	48.3	46.8	44.5(5.2)
충남	168.9	165.4	164.6	164.4	163.0	158.2	154.4(18.1)
전북	144.1	142.5	143.2	141.5	138.6	134.4	130.7(15.3)
전남	207.0	202.1	199.7	195.7	194.1	190.0	180.9(21.2)
경북	132.6	129.3	129.9	127.8	126.1	119.8	113.4(13.3)
경남	103.8	102.4	103.0	101.2	99.9	94.0	89.1(10.4)
제주	1.2	0.9	1.1	0.9	1.3	1.1	0.4(0.1)
총계	979.7	955.2	950.3	935.8	924.5	892.1	853.8(100)

자료: 농림축산식품부 통계간행물

농촌 노동력에도 변화가 발생하고 있는데, 1997년에서 2009년 사이에 65세 이상의 고령 농촌 인구가 연간 1.5% 증가한 반면, 45세 미만의 농업 인구는 15.3%씩 감소하여 농촌 노동력의 고령화가 지속화되고 있는 실정이다.

<표 2-2> 벼 생산 농가 경영주의 연령 분포

[단위: 가구(%)]

연도		2000년	2005년	2007년	2009년
구분					
	45세 미만	95,756	48,217	34,685	25,432
65세 미만	45~54세 미만	146,409	113,013	103,193	90,232
농가 수	54~65세 미만	268,198	180,110	160,235	142,917
	65세 미만 계	510,363	341,337	298,113	258,581
	65세 이상 농가 수(비율)	277,088(35.2)	306,962(47.3)	312,145(51.1)	312,906(54.8)
	계	787,451	648,299	610,258	571,487

자료: 농림축산식품부 통계간행물

제3종 복합 비료의 유기질 원료와 제4종 복합 비료 원료는 98% 이상 수입을 하고 있어 두 비료 모두 외국 의존도가 높은 제품군이다. 제4종 복합 비료의 생산량은 유기질 비료, 생물 농약과 중복되어 정확한 시장 규모를 파악하는 것은 어렵지만 수입량을 포함한 생산량 추이를 보면 2009년에 5만 4천 톤, 2010년에 10만 7천 톤, 2011년에 11만 2천 톤, 2012년에는 12만 톤으로 매년 3~5% 정도씩 늘어나고 있다. 판매량은 대략 2012년 말 기준 5만 3천 톤이다. 제품 500g 한 봉의 가격을 평균 1만 원인 경우, 전체 시장 규모는 약 1,100억 원 정도이다. 유통 경로를 살펴보면, 주로 농협 또는 일선 비료 판매점, 농약 판매점에서 농약과 혼용하는 영양제로 권장 판매되어 유통된다.

우리나라에서 제4종 복합 비료 생산이 등록된 회사의 수가 500개 이상에 이르지만, 대부분이 종업원 15인 이하이며, 연매출이 5억 원 정도에 불과한 영세 규모이다. 더욱이, 주요 40여개 업체의 시장 점유율이 전체 판매량의 95%를 차지하고 있는 실정이다. 제4종 복합 비료 등 영양제 시장은 한정되어 있는데, 1970년대에는 대유화학공업과 유일 등 2개 업체에 불과하였으나, 90년대에는 40개 업체로, 2013년 말에는 580여 개 업체로 그 수는 급증하여 치열한 판매 경쟁을 벌이고 있다.

현재는 하우스나 관수재배가 증가 하면서 제2종 복합 비료, 제4종 복합 비료를 고순도로 배합하여 양액, 관주용으로 판매하고 있으며, 농가 사용량이 계속해서 늘어나고 있는 실정이다. 관주용으로 2종 복합 비료를 판매하는 회사는 대기업으로 판매량도 연간 5~6천 톤 정도 판매되고 있어, 농업에 종사하는 인구가 감소할수록 관주용 비료는 늘어날 것으로 보인다.

수행 내용 / 제3종 및 제4종 복합 비료 생산 계획 수립

재료·자료

- 「비료관리법」, 「비료관리법 시행령」, 「비료관리법 시행규칙」, 「비료관리법 및 관련 규정집」, 「농촌진흥청 고시·훈령의 공정규격」, 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 필요한 관련 자료
- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 생산 계획 자료, 유기질 원료 확보, 조립기, 분쇄기, 건조기, 제조 공정별 운전 매뉴얼, 물질 안전 보건 자료

기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 원료 이송 기계 장치, 배합 장치, 공정도, 생산 설비

안전·유의 사항

- 생산 설비로 인한 안전사고에 주의한다.
- 유기질 원료별 성상 및 특성(식물성, 동물성, 함수율 등)에 맞게 취급한다.

수행 순서

① 제3종 및 제4종 복합 비료 관련 법정 규정을 검토한다.

제3, 4종 복합 비료 생산을 위해서는 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>)에 우선 접속을 하여 「비료관리법」, 「비료관리법 시행령」, 「비료관리법 시행규칙」, 「비료관리법 및 관련 규정집」, 「농촌진흥청 고시·훈령의 공정규격」 등 관련 법률을 검토한다. 이의 구체적인 방법은 앞의 제1종 복합 비료 생산 수행 부분을 참조한다.

다음은 제3종, 제4종 복합 비료의 공정규격 관련 사항이다.

<표 2-3> 제3종, 제4종 복합 비료 공정규격

구분	내용
제3종 복합 비료	1. 질소 전량, 인산 전량, 칼리 전량 중 2종 이상의 합계량: 12
-제2종 복합	2. 유기물: 10
비료와 유기물을	3. 다음 각 성분을 보증하고자 할 경우
배합한 것	수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0

구분		내용
		수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가니즈: 0.1
		1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.025 뷰렛태 질소: 0.01 비소: 0.005 설파민산: 0.005 아질산: 0.02
		2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 카드뮴: 0.00018 석회 질소를 원료로 사용한 것에 있어서는 다이사이안다디아미드태 질소 : 1% 이하
엽면 시비용		1. 질소 전량, 수용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 10% 이상이고 각 성분별 보증 성분 함량은 1.0%이상 이어야 함.
		2. 다음 각 성분별 함량을 2종 이상 보증하여야 함. 수용성 고토: 1.0 수용성 몰리브데넘: 0.0005 수용성 망가니즈: 0.1 수용성 아연: 0.05 수용성 붕소: 0.05 수용성 구리: 0.05 수용성 철: 0.1 수용성 석회: 1.0
		1. 질소 전량, 수용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 10% 이상이고 각 성분별 보증 성분 함량은 1.0% 이상이어야 함.
		2. 고토, 망가니즈, 붕소, 철, 몰리브데넘, 아연, 구리, 석회 중 5종 이상을 수용성으로 보증
제4종 복합 비료	양액· 관주용	질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청산화물 : 0.005 뷰렛태질소 : 0.01 비소 : 0.004 설파민산 : 0.005 아질산 : 0.02
		1. 성분 함유량을 각각 보증 2. 보증 표시가 있는 동일 포장 내에서 성분별로 구분 포장할 수 있음. 3. 사용 방법 표시
화초용		1. 질소 전량, 수용성 인산, 수용성 칼리 중 2종이 상의 합계량이 0.2% 이하이고 각 성분별 보증 성분 함량은 0.1% 이하이어야 함.
		2. 다음 성분별 함량을 2종 이상 보증하여야 함. 수용성 고토: 0.01 수용성 철: 0.01 수용성 망가니즈: 0.001 수용성 아연: 0.001 수용성 붕소: 0.001 수용성 구리: 0.001 질소, 인산, 칼리 성분 합계량 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.005 뷰렛태 질소: 0.01 비소: 0.002 설파민산: 0.005 아질산: 0.02 액제 비료에 한함.

비료 생산업의 등록 관련 법령

제11조(비료생산업의 등록)

① 법 제11조제1항에 따라 비료 생산업의 등록을 하려는 자는 비료의 종류별로 다음 각 호의 사항을 적은 등록 신청서에 농림축산식품부령으로 정하는 서류를 첨부하여 시장(특별자치도지사를 포함한다. 이하 같다)·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 제출(전자문서에 의한 제출을 포함한다)하여야 한다.

1. 신청인의 주소 및 성명(법인인 경우에는 그 명칭 및 대표자의 성명)
2. 비료의 종류 및 명칭
3. 보증 성분, 유해 성분, 그 밖의 규격
4. 제조장 및 보관 창고의 소재지
5. 제조 원료명 및 그 투입 비율

② 삭제

③ 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 신청 내용을 검토한 결과 생산하려는 비료가 공정 규격에 적합하고 해당 비료의 등록 신청 사항이 법 제23조제1항에 따른 등록 제한 사유에 해당하지 아니할 경우에는 비료 생산업의 등록을 거부해서는 아니 된다.

④ 시장·군수·구청장은 제3항에 따라 비료 생산업의 등록을 한 경우에는 그 등록 대장에 등록 번호, 등록 연월일 및 제1항 각 호의 사항을 기록하고 신청인에게 등록증을 발급하여야 한다.

⑤ 제4항의 등록대장은 전자적 처리가 불가능한 특별한 사유가 없으면 전자적 처리가 가능한 방법으로 작성·관리하여야 한다.

② 생산 계획을 수립한다.

제3종, 제4종 복합 비료의 영업 시장 상황을 분석하여 판매 계획에 따라 연간, 월간 생산 계획을 수립한다.

1. 제3종 및 제4종 복합 비료의 연간·월간 판매 계획을 수립한다.

제3종 복합 비료는 유기물을 함유하는 비료이므로 주로 밭작물에 사용하고 있다. 성수기인 3~5월 중에 판매량이 많으므로 미리 재고를 확보해야 한다. 제4종 복합 비료는 분상 수용제나 액상 수용제를 농작물에 살포하는 비료이다. 판매 성수기인 3~8월 중에 판매량이 많으므로 미리 재고를 확보해야 한다. 다음은 제3종 및 제4종 복합비료의 판매 계획을 수립한 사례이다.

사례: 복합 비료 판매 계획 수립

제3종 복합비료는 연간 1,090톤의 생산을 계획하고 있으며, 제4종 복합비료는 연간 290톤의 생산을 계획하고 있다. 연간 생산량을 각 월별로 나누어 살펴본 표는 아래와 같다. 제3종 복합비료는 4월과 5월에 가장 많은 생산량을 계획하고 있으며, 각각 250톤, 200톤을 생산할 예정이다. 제4종 복합비료의 경우에는 7월에는 생산 계획이 없으며, 6월에 가장 많은 생산량을 계획하고 있다.

<표 2-4> 제3종 및 제4종 복합 비료 판매 계획 수립

(단위: 톤)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
제3종	10	90	100	250	200	150	10	10	30	80	60	100	1,090
제4종	10	20	30	50	30	60	-	10	30	30	15	5	290

2. 제3종, 제4종 복합 비료의 연간·월간 생산 계획을 수립한다.

복합 비료 판매 계획을 수립한 것을 토대로 생산 계획을 수립한 것은 다음 사례와 같다.

사례: 복합비료 연간, 월간 생산 계획 수립

제3종 복합비료는 연간 1,030톤의 생산을 계획하고 있으며, 제4종 복합비료는 연간 215톤의 생산을 계획하고 있다. 이는 위에서 살펴본 판매 계획량보다 약간 적은 수치이다. 연간 생산량을 각 월별로 나누어 살펴본 표는 아래와 같으며, 판매 계획이 가장 많았던 달의 전달에 생산 계획이 가장 많은 것을 살펴볼 수 있다.

<표 2-5> 제3종 및 제4종 복합 비료 연간, 월간 생산 계획 수립

(단위: 톤)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
제3종	100	100	200	150	100	50	-	-	30	100	100	100	1,030
제4종	10	20	30	20	30	20	-	10	30	30	10	5	215

2-2. 제3종 복합 비료 생산

학습 목표

- 제1종 복합 비료, 질소질·인산질·칼리질 비료와 유기질 비료를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합할 수 있다.
- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화할 수 있다.
- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별 시설을 통해 완제품으로 검량·포장 생산할 수 있다.

필요 지식 /

① 제3종 복합 비료 개요

제3종 복합 비료는 제2종 복합 비료의 원료에 유기물을 배합하여 만든 비료이다. 유기물 중의 성분을 포함한 비료 성분 함량으로, 질소 전량, 인산 전량, 칼리 전량 중 2종 이상의 합계량이 12% 이상이어야 한다. 또 석회 질소를 원료로 사용한 것에 있어서는 다이사이안 다이아마이드태 질소가 1% 이하이어야 한다. 유기물 중 수용성 유기물은 제외한다.

제3종 복합 비료는 속효성 무기질과 지효성 유기질이 함유된 비료이며 보통 밀거름으로 사용된다. 유기질 원료는 종류에 따라 분해 과정이 다르며, 그 분해 미생물의 종류와 양에 따라 미생물 분해 반응에 차이가 있다. 특히, 요소나 황산 암모늄 등의 질소 비료나, 가축 분뇨 등 암모니아성 질소 함량이 높은 유기물에 석회와 같은 알칼리성 비료가 섞여 pH가 높아지면 암모니아 휘산이 발생한다. 탄수화물 또는 지방이 많은 유기물은 분해의 결과 유기산이 생성되므로 산성을 나타내며, 단백질과 같은 질소 화합물이 풍부한 유기질은 분해의 결과 탄산 암모늄이 생성되므로 염기성을 나타낸다. 양질의 유기질 원료는 함유된 유기물과 무기 영양분(질소, 인산, 칼리, 미량 요소 등)의 종류와 양이 많으며, 중금속이나 염산에 녹지 않는 물질(모래, 흙 등)의 양이 적을수록 고급 유기질이다. 부숙 과정을 거치지 않은 유기질 원료를 사용할 때, 유기물이 토양 중에서 분해되는 과정에서 유기산 등 유해 가스가 발생하게 되면 작물의 발아에 나쁜 영향을 주거나 어린 식물에 직접적인 해를 주게 된다. 밀폐된 하우스에서 사용하거나 일시에 다량의 비료를 사용할 경우에는 유해 가스 발생에 의한 피해를 주의해야 한다.

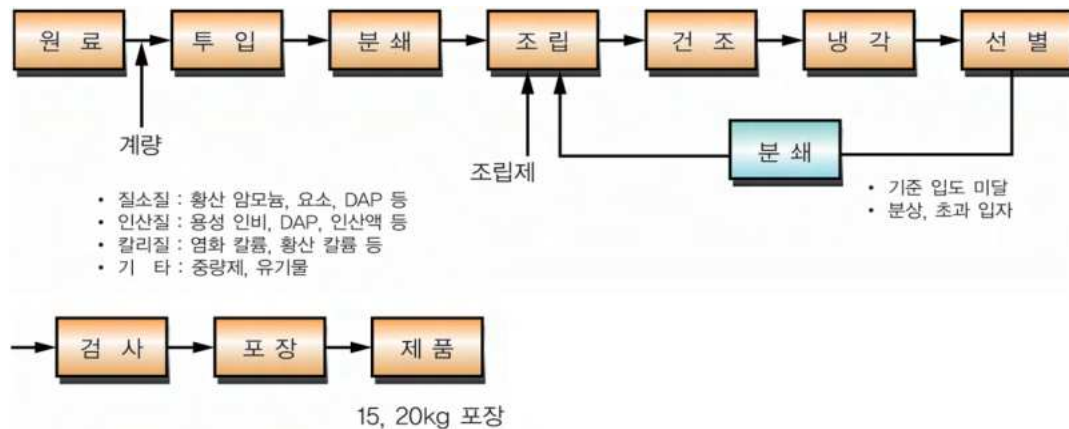
② 제3종 복합 비료 제법

요소, 황산 암모늄, 과인산 석회, 용성 인비, 제1종 및 2종 복합 비료의 원료인 인산 이암모늄, 인산 암모늄, 염화 칼륨 등에 유기물을 10% 이상 첨가 배합하고 조립하여 제3종 복합 비료를 제조한다.

③ 제3종 복합 비료 생산 공정

제3종 복합 비료는 다음 그림과 같은 공정을 거쳐 제품으로 생산된다.

이를 보다 자세히 살펴보면 우선 요소, 황산 암모늄, 용성 인비, 과인산 석회, 염화칼리와 2종 복합 비료 원료 및 동식물성 유기질비료 원료의 외관상 상태 및 이물질을 점검한 후 혼합 장치로 이송한다. 다음으로 각각의 원료를 혼합하여 분쇄장치로 이송한다. 분쇄혼합된 양질의 원료를 분쇄기를 통해서 분쇄 공정에서 분쇄하여 조립기로 이송한다. 조립 분쇄된 원료를 조립기 내에서 점결력을 지닌 조립 점결제를 액체로 투입하여 회전 방식을 통해 비료를 조립한다. 조립된 반제품을 건조하여 건조로를 통해서 적정 입도로 통과된 반제품을 선별, 냉각장치로 이송한다. 건조되어 선별을 통과한 반제품은 자체의 온도를 가지고 있으므로 고결 방지를 위해 냉각시킨다. 선별된 규격품 이내 검사를 통과한 제품을 자동 계량기에서 계량한다. 포장 단위별로 포장하여 완제품을 생산한다.



[그림 2-1] 제3종 복합 비료 제조 공정

수행 내용 / 제3종 복합 비료 생산

재료·자료

- 제2종 복합 비료, 질소질, 인산질, 칼리질 원료 및 유기질 원료
- 비료관리법령, 비료 공정규격 설정 및 지정 고시 내용

기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 원료 이송 기계 장치, 배합 장치, 분쇄기, 조립기, 건조기, 냉각기, 선별기, 공정도, 생산 설비

안전·유의 사항

- 생산 설비로 인한 안전사고에 주의한다.
- 유기질 원료별 성상 및 특성(식물성, 동물성, 함수율 등)에 맞게 취급한다.

수행 순서

① 제3종 복합 비료 원료를 검사한다.

제3종 복합 비료의 원료인 질소질, 인산질, 칼리질, 유기질 원료는 자체 분석하여 적정한 원료인지를 검사하고 검사에 합격한 원료를 사용한다.

② 제3종 복합 비료 생산 원료 배합비를 계산한다.

제3종 복합 비료를 생산하기 위해서 각 원료인 질소질, 인산질, 칼리질, 유기질 원료를 질소질 20%, 인산질 30%, 칼리질 10%, 유기질 15%, 증량제 25%로 배합비를 계산, 결정하여 생산에 투입할 준비를 한다.



[그림 2-2] 원료 계량 조정실

③ 제3종 복합 비료 생산 과정을 수행한다.

1. 원료를 계량하여 혼합 장치에 투입한다.

제3종 복합 비료의 원료인 질소질, 인산질, 칼리질, 유기질 원료를 계산된 배합비에 따라 계량하여 혼합 장치에 넣는다.



[그림 2-3] 계산된 원료를 계량을 통해 혼합기로 이송

2. 혼합된 원료를 분쇄기에 투입한다.

제3종 복합 비료 원료인 질소질, 인산질, 칼리질, 유기질 원료의 계량, 혼합한 다음 분쇄기에 넣는다.



[그림 2-4] 혼합된 원료를 분쇄기로 분쇄하여 조립기로 이송

3. 분쇄된 원료를 조립기에 투입한다.

혼합하여 분쇄된 원료를 조립액과 함께 조립기로 이송하여 조립기 내에서 일정한 입자로 조립된다.



[그림 2-5] 분쇄된 조립기로 이송되어 입자화

4. 입자로 조립된 비료를 건조기에서 건조한다.

조립기에서 입자로 조립된 비료는 건조기로 이송되어 건조된다.



[그림 2-6] 입자로 조립된 비료를 건조기에서 건조

5. 건조가 완료되면 냉각한다.

건조가 완료되면 냉각 장치에서 반제품을 냉각한다. 비료는 그 자체의 온도와 수분을 가지고 있으므로 제품의 고결 방지와 포장대의 수축을 예방하기 위해 차가운 공기로 수분이 0.5% 미만이 되도록 냉각시킨다.



[그림 2-7] 건조된 비료 냉각

6. 제품을 선별하고 저장한다.

반제품 입도가 적정 크기로 통과된 정상품만을 선별한다. 이때 정방형 또는 직방형의 격자 모양의 유동식 체를 이용하여 적정 입도 직경 2~5mm를 선별해 내며, 이 크기 이외의 불합격 입자들은 분쇄 후 재투입 공정으로 이송한다.



[그림 2-8] 선별된 반제품 산물 저장조

7. 포장한다.

냉각·선별이 완료되면 포장기를 통해 20kg 단위로 포장하여 제품화한다.



[그림 2-9] 선별된 비료의 포장

유기물의 분해와 부식화 작용

유기물이 토양에 가해지면 분해가 쉬운 물질이든, 분해가 어려운 물질이든 모두 미생물에 의하여 최종 생성물(CO_2 , H_2O , NH_3 등)로 분해되고 다시 합성되어 부식(腐植)아 된다. 부식은 그 자체에 질소, 인산, 칼륨을 함유하고 있으므로 점차 분해되어 직접적인 효과를 나타낼 뿐만 아니라, 지력유지 및 증진상의 간접적인 효과도 크다. 유기물 시용의 직·간접적인 효과를 살펴보면 다음과 같다.

- 토양 중의 양분 및 수분을 흡수 저장하여 이것을 천천히 작물에 공급하므로 양분, 수분의 손실을 적게 한다.
- 양분을 오랫동안 작물이 이용할 수 있도록 유지하여 그 이용을 증진시킨다.
- 토양을 부드럽게 하여 뿌리의 신장과 덩굴 확장을 돕는다.
- 토양의 구조(조직)를 개량하여 입단구조를 지속하게 하는 매우 중요한 수단이 된다.
- 분해에 의해서 생성되는 탄산과 유기산으로 토양 중의 양분을 작물이 이용할 수 있게 한다. 탄산은 분해 최종생성물의 이산화 탄소가 물과 작용하여 생성되고 유기산은 유기물이 분해할 때 생성되는 중간 생성물이다.
- 유용한 토양 미생물의 에너지원이 되어 미생물의 번식 활동을 돕는다. 분산물 비료의 시용으로 질소의 고정, 암모니아 화성 작용 등 유리한 작용을 증진시킨다.
- 토양을 착색시킴으로써 온열의 흡수를 도와 토양의 온도를 높인다.
- 토양의 완충작용을 높여준다.

수행 tip

- 제3종 복합 비료를 생산할 때에는 유기질 원료별 국제 가격을 파악하여 생산에 반영하여야 한다.

2-3. 제4종 복합 비료 생산

학습 목표

- 수용성의 질소질, 인산질, 칼리질 비료, 제1종 복합 비료와 미량 요소를 주원료로 투입 비율에 따라 분쇄·배합할 수 있다.
- 혼합 분쇄된 원료를 제형에 따라 수용제와 액제로 제조할 수 있다.
- 수용제의 경우에는 건조기를 통해 수분을 제거하고, 액제의 경우에는 여과 시설을 통해 불순물을 제거하여 검량·포장 생산할 수 있다.

필요 지식 /

① 제4종 복합 비료 개요

제4종 복합 비료는 식물이 뿌리로부터 양분을 흡수하기 어려워 양분의 결핍이 생기거나 과수나 채소류의 상품성을 높이기 위해 수용성 비료를 식물의 잎에 살포하기 위한 엽면 시비용과, 수경 재배를 할 때 사용하는 양액 재배용으로 나뉜다. 또 비료를 물에 타서 토양에 관주하는 관주용과 희석하지 않고 직접 화분이나 식물의 잎이 분무하는 화초용 비료가 있다. 제4종 복합 비료는 질소, 인산, 칼리 3요소 중 2종 이상의 합계량이 10% 이상이며 미량 요소를 2종 이상 함유한 엽면 시비용, 화초용과 미량 요소를 5종 이상 수용성으로 보증한 양액 관주용 등이 있다.

1. 양액 재배의 필요성 대두

비료의 발달과 더불어 현재는 상공업의 발전과 도농 간의 소득 격차가 심화되면서 도시집중화가 가속화되어 농촌 노동력이 급속하게 감소하는 추세에 있다. 관개수, 토양 오염 및 토양 환경 오염은 고품질 농산품을 요구하기에 이르렀다. 농촌 노동력 감소, 경지 면적 축소, 인구 증가, 거대한 도시화가 협소한 농지에 대량 생산을 하기에는 역부족이다. 이런 현재 상황이 양액 재배를 발전시키는 계기가 되어 양액 재배가 필요하다는 것을 설명하고자 한다.

(1) 생산자 측면

우선 생산자 측면에서의 필요성 요건을 살펴보면 우선 인구 증가 및 산업화로 인해 경지 면적이 감소되면서 생산성 향상이 요구되었다. 또한 노동력 부족이 인건비 상승으로 이어져 자동화, 생력 재배가 대두되었다. 또한 양액 재배는 재배가 불가능한 지역에서도 생산이 가능하며, 생산 환경이 개선된다는 점도 주요한 이점으로 꼽힌다. 연간 지속적인 생산을 가능하게 할 수 있어 농가 소득이 증대된다는 점과 여가 시간을 이용할 수 있다는 점도 양액 재배의 필요성을 부각시키고 있다.

(2) 소비자 측면

소비자 측면에서도 양액 재배는 필요한데 우선 친환경 농산물을 구입할 수 있기 때문이다. 또한 최근 들어 무공해, 고품질 농산물에 대한 소비자의 욕구가 증대되고 있으며, 소비자의 수요는 일 년 연중 필요하기에 양액 재배가 더욱 요구되는 실정이다.

2. 양액 재배와 토양 재배 비교

토양 재배와 비교함에는 양액 재배 시 필요한 각종 배지 산업이 발달할 수가 있다. 일반적으로 양액 재배의 식물 영양학적으로 장단점을 비교함으로써 양액 재배의 좋은 점을 아래 표를 통해 확인한다.

<표 2-6> 양액 재배와 토양 재배 비교

항목분류	양액 재배		토양 재배	
재배면적	시비 방법	시비량이 소량이고, 균등 시비가 가능하며 효율이 좋음.	시비량이 많고 균등 시비가 어려우며 이용효율이 나쁨.	
	정식	정식과 이식이 간편함.	정식과 이식에 시간이 많이 걸림.	
	배지 소독	단시간에 해결되며 간단함.	노동력과 시간이 많이 걸림.	
	재식 밀도	제한 요인이 햇빛량이라 밀식이 가능함.	영양분과 햇빛량 때문에 제한됨.	
	병충해	배지 내에 병충해가 없으나 외부에서 침입하면 만연하게 됨.	토양 전염성 병원균, 선충, 해충 때문에 윤작함.	
	잡초 방제	불필요	제초 작업이 필요	
재배환경	편리성	편리	불편	
	자동화	어느 정도 가능	어느 정도 가능	
	재배 지역	한정적이지 않은 편임.	한정적이지 않은 편임..	
	위생성	위생적	비위생적	
식물생육	토양 수분	수분에 대한 스트레스가 거의 없음.	물의 이용 효율이 적어서 수분에 대한 스트레스를 받기 쉬움.	
	작물 영양	균일하게 적당량을 조절 가능하며 pH나 양분조절이 쉬움.	균일하게 적당량 조절하는 것이 어려우며 국부적으로 부족이 일어남.	
	과실 품질	수송성, 고품질, 저장성도 좋게 함.	환경이 부적절하여 품질이 떨어질 수밖에 없음.	
	작물 생육	빠름	느림	
	수확량	많음	보통	
	무공해	쉬움	어려움	
	시설비	고가	저렴	
	지식 수준	높음	낮음	

3. 양액 재배의 종류

현재 우리나라에서 이루어지고 있는 양액 재배 방법은 담액 수경, NFT(nutrient film technique), 분무경, 모세관 수경, 고품 배지경, 암면 배지, 필라이트 재배, 피트 재배, 역경 재배, 사경 재배, 유기 재배경, 기타 식물 공장 등이 있다.

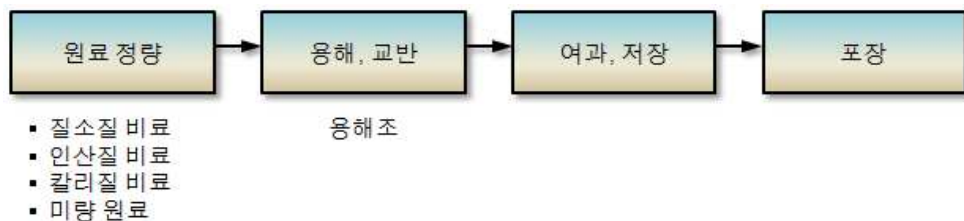
② 제4종 복합 비료 제법

제4종 복합 비료는 액상과 수용제인 분상 형태로 구분하여 생산된다. 우선 액상 제조는 질소, 인산, 칼리질 및 미량 요소 원료를 배합, 교반기에서 용해시켜 반응을 거쳐 제조한다. 분상 제조는 질소, 인산, 칼리질 및 미량 요소 원료를 배합, 분쇄하여 검사, 선별한 후 수용제 분상으로 제조한다.

③ 제4종 복합 비료 생산 공정

1. 제4종 복합 비료 액상 제조 공정

제4종 복합비료의 액상 제조 공정은 정량, 용해(교반), 여과 및 저장, 포장의 네 단계로 이루어진다. 우선 질소, 인산, 칼리질 및 미량 요소 원료를 그 투입 비율에 맞게 무게를 정량한다. 정량된 각각의 원료를 교반기 또는 반응조에 투입하여 완전히 반응이 되도록 교반한다. 반응조에 반응을 시킨 다음, 불순물을 제거하는 여과조를 거쳐 반제품을 저장한다. 저장된 반제품을 검량한 후 포장 단위별로 포장하여 완제품을 생산한다. 제4종 복합 비료 생산 공정의 액상 제조 공정을 그림으로 나타내면 다음과 같다.

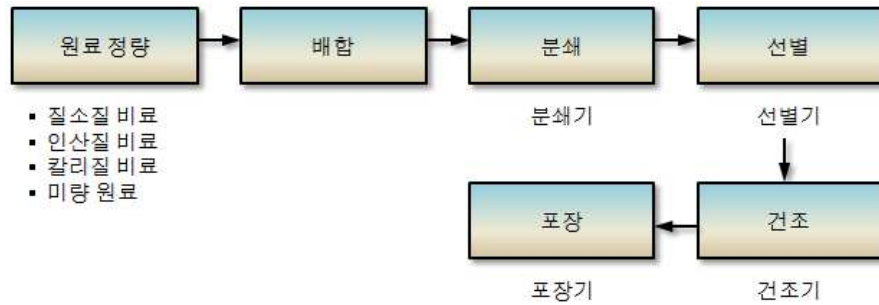


[그림 2-10] 제4종 복합 비료 액상 제조 공정

2. 제4종 복합 비료 분상 제조 공정

제4종 복합비료 분상 제조 공정은 정량, 배합, 분쇄, 선별, 건조, 포장의 여섯 단계를 포함한다. 이를 자세히 살펴보면 우선 첫 번째 단계는 원료를 정량하는 단계로 질소, 인산, 칼리질 및 미량 요소 원료를 제조 원료 및 그 투입 비율에 맞게 무게를 정량한다. 두 번째 단계는 배합으로 정량된 각각의 원료를 혼합기에서 골고루 배합한다. 혼합된 원료는 수용화율을 높이기 위해 밀(mill)을 이용하여 분쇄 공정을 거치며, 분쇄된 반제품은 이물질을 제거하기 위해 선별기를 작동하여 선별한다. 선별기를 통과한 반제품들은 수분이 높은 원

료의 특성상 건조 과정을 거친다. 선별(건조)기를 통과한 규격 이내 반제품은 검량 후 포장 단위별로 포장하여 완제품을 생산한다. 다음 그림은 제4종 복합 비료 생산 공정의 수용제 형태의 분상 제조 공정의 모식도이다.



[그림 2-11] 제4종 복합 비료 분상 제조 공정



[그림 2-12] 제4종 복합비료 분상 제조 연속공정

수행 내용 / 제4종 복합 비료 생산

재료·자료

- 질소질 비료, 인산질 비료, 칼리질 비료, 제1종 복합 비료, 미량 요소 비료 원료
- 복합 비료 제조 공정 흐름도

기기(장비·공구)

- 조정실의 컨트롤 장비, 포장기, 배합기, 분석 장비 등

안전·유의 사항

- 원료에 대한 물질 안전 보건 자료(MSDS)를 숙지한 후 원료를 취급한다.
- 용해, 반응 공정 시 가스 발생에 대비하여 환기 시설을 가동한다.

수행 순서

① 제4종 복합 비료 원료의 특성을 파악하고 선택한다.

1. 비료 원료의 특성을 파악한다.

제4종 복합 비료는 물에 용해가 잘 되는 원료를 선택해야 하고 염면 시비를 해도 장해가 없는 원료를 선택해야 한다. 잘 정제된 원료를 파악하고 선택하는 것이 중요하다.

2. 비료 원료를 선택한다.

다음으로 제4종 복합 비료의 원료를 선택해야 하며 요소, 황산 암모늄, 인산 암모늄, 염화 칼륨, 질산 칼륨, 황산 칼륨, 질산 마그네슘, 질산 칼슘, 미량 요소 등을 수용성으로 선택하는 것이 중요하다.

② 제4종 복합 비료(수용성 분상제)를 생산한다.

1. 비료 원료를 계량하여 배합한다.

제4종 복합 비료의 각 원료를 계량기에서 계량하여 배합한다. 요소 15%, 인산 암모늄 22%, 황산 칼륨 15%, 질산 칼륨 20%, 질산 마그네슘 12%, 질산 칼슘 10%, 기타 미량 요소 6%를 배합한다.

2. 배합된 원료의 성분을 검사한다.

비료의 각 원료를 배합해서 생산하고자 하는 성분을 검사하여 기준에 합격해야 한다. 질소 전량 26%, 수용성 인산 12%, 수용성 칼리 12%, 수용성 고토 2%, 수용성 칼슘 2%, 6종류 미량 요소 함유량 이상이어야 한다.

3. 검사에 합격한 배합된 원료를 포장한다.

포장기로 검사에 합격한 배합 원료를 포장한다. 주로 500g, 1,000g 등의 소량으로 포장하며, 10kg, 20kg 단위 등의 대량으로 포장하기도 한다.



[그림 2-13] 제4종 복합 비료 원료 정량 분석 기기

③ 제4종 복합 비료(액상)를 생산한다.

1. 비료 원료를 계량하여 배합한다.

제4종 복합 비료의 각 원료를 계량기에서 계량하여 배합한다. 요소 15%, 인산 암모늄 12%, 황산 칼륨 18%, 질산 칼륨 16%, 질산 마그네슘 16%, 질산 칼슘 12%, 기타 미량 요소 11%로 계량하여 배합하면 된다.

2. 배합된 원료의 성분을 검사한다.

비료의 각 원료를 배합해서 생산하고자 하는 성분이 합격되어야 한다. 질소 전량 21%, 수용성 인산 9%, 수용성 칼리 18%, 수용성 고토 2%, 수용성 칼슘 2%, 6종류 미량 요소 함유량 이상이어야 한다.

3. 정량된 원료를 용해조에 투입하여 교반한다.

원료의 용해는 투입 순서에 따라 용해도와 반응 형태가 달라짐을 유의하여 진행한다. 용해도를 높이기 위한 방법으로 교반기를 활용하며, 가열과 함께 증기를 붙어 넣어 용해(반응) 시간을 줄인다.

4. 반응된 원료를 여과조에 통과시킨 후 저장한다.

여과조(filter)를 통과시켜 반응·용해된 용액 중의 불순물을 선별한 후 용액을 저장 탱크에 저장한다.

5. 포장한다.

용해가 완료된 제품을 저장조에 저장하였다가 병이나 플라스틱 용기에 적당량을 담아 포장한다. 포장 단위는 500mL, 1000mL, 5L, 10L 등이 있다.



[그림 2-14] 액상 저장 탱크



[그림 2-15] 액비 용기 포장

학습 2 교수 · 학습 방법

교수 방법

- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 생산에 필요한 학생의 사전 지식 정도를 파악한다.
- 제품에 대한 생산 계획을 수립하기 위한 수요 예측 방법이 무엇인지와, 수요 예측을 하기 위해서 사전에 관련 제품에 대한 자료를 이해하고 있는지 확인한다.
- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 생산 계획 수립과 관련한 수요 파악 방법에 대한 자료를 분석하고 그 결과를 발표하도록 한다.
- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산을 위해서 제품 개요와 제법을 영상 자료와 공정도를 활용하여 설명한다.
- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산과 관련한 지식을 파악하기 위해서 관련 통계 자료의 조사를 준비하도록 지시한다.
- 제품 보관 시설 운용을 위해서 원료 창고 관리, 보관 창고 관리 등에 대한 자료를 조사하여 발표하도록 한다.

학습 방법

- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 생산에 필요한 사전 지식을 얼마나 알고 있는지 스스로 점검해 본다.
- 제품에 대한 생산 계획을 수립하기 위한 수요 예측 방법을 사전에 파악하고, 수요 예측을 하기 위해서 사전에 관련 제품에 대한 수급 사항 등 자료를 준비한다.
- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 생산 계획 수립과 관련한 수요 파악 방법에 대한 자료를 분석하고 그 결과를 발표한다.
- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산을 위해서 제품 개요와 제법을 이해할 수 있도록 자료를 검색하여 본다.
- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산과 관련한 지식을 파악하기 위해서 관련 통계 자료를 조사한다.
- 제품 보관 시설 운용을 위해서 원료 창고 관리, 보관 창고 관리 등에 대한 자료를 조사한다.

학습 2 평 가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행 준거 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
제3종 및 제4종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 특성을 파악하여 생산 계획 수립			
	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산 계획을 위해 시장 여건 파악 숙지			
	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 대한 법규 숙지			
제3종 복합 비료 생산	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 대한 원재료 특성 파악 숙지			
	- 제2종 복합 비료와 유기질의 분쇄·배합 시설 가동을 통해 제3종 복합 비료 생산			
	- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별시설을 통해서 완제품으로 검량·포장 생산			
제4종 복합 비료 생산	- 제4종 복합 비료 제품 생산에 대한 원재료 특성 파악 숙지			
	- 혼합 분쇄된 원료를 제형에 따라 수용제와 액제로 제조			
	- 수용제의 경우에는 건조기를 통해 수분을 제거하고 액제의 경우에는 여과 시설을 통해 불순물을 제거하여 검량·포장 생산			
	- 반응조(교반기) 가동 공정 운영으로 제4종 복합 비료 생산			

평가 방법

- 서술형 시험

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
제3종 및 제4종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 특성을 파악하여 생산 계획 수립 여부			
	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산 계획을 위해 시장 여건 파악 숙지 여부			
	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 대한 법규 숙지 여부			
제3종 복합 비료 생산	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 대한 원재료 특성 파악 숙지 여부			
	- 제2종 복합 비료와 유기질의 분쇄·배합 시설 가동을 통해 제3종 복합 비료 생산 여부			
	- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화 여부			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별시설을 통해서 완제품으로 검량·포장 생산 여부			
제4종 복합 비료 생산	- 제4종 복합 비료 제품 생산에 대한 원재료 특성 파악 숙지 여부			
	- 혼합 분쇄된 원료를 제형에 따라 수용제와 액제로 제조 여부			
	- 수용제의 경우에는 건조기를 통해 수분을 제거하고 액제의 경우에는 여과 시설을 통해 불순물을 제거하여 검량·포장 생산 여부			
	- 반응조(교반기) 가동 공정 운영으로 제4종 복합 비료 생산 여부			

• 평가자 체크리스트

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
제3종 및 제4종 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 제3종 및 제4종 복합 비료 제품 특성을 파악하여 생 산 계획 수립 여부			
	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산 계획을 위해 시장 여건 파악 숙지 여부			
	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 대한 법규 숙지 여부			
제3종 복합 비료 생산	- 제3종 및 제4종 복합 비료 생산에 대한 원재료 특성 파악 숙지 여부			
	- 제2종 복합 비료와 유기질의 분쇄·배합 시설 가동 을 통해 제3종 복합 비료 생산 여부			
	- 배합된 원료를 조립기와 건조기를 이용하여 입자화 여부			
	- 입자화된 반제품을 건조, 냉각, 선별시설을 통해서 완제품으로 검량·포장 생산 여부			
제4종 복합 비료 생산	- 제4종 복합 비료 제품 생산에 대한 원재료 특성 파 악 숙지 여부			
	- 혼합 분쇄된 원료를 제형에 따라 수용제와 액제로 제조 여부			
	- 수용제의 경우에는 건조기를 통해 수분을 제거하고 액제의 경우에는 여과 시설을 통해 불순물을 제거하 여 검량·포장 생산 여부			
	- 반응조(교반기) 가동 공정 운영으로 제4종 복합 비료 생산 여부			

피드백

1. 서술형 시험

- 학습 내용별로 타학생 및 기준치와 비교하여 부족한 개념, 지식을 확인시켜준다. 아울러 해
당내용을 추가적으로 학습하도록 안내하고, 필요에 따라 추가 과제를 부여한다.
- 평가 결과 일정 점수 이하의 학생들을 대상으로 필요에 따라 재평가를 실시한다.

2. 평가자 체크리스트

- 평가 항목별 체크 결과 성취수준이 부족(중, 하)하다고 판단된 항목에 대해서는 추가적인
안내 자료 및 설명을 제공한다.
- 학습자의 수준을 고려하여 수준별 심화 보충 학습 내용을 제시한다.

학습 1	제1종 및 제2종 복합 비료 생산하기(LM1702030105_14v1.1)
학습 2	제3종 및 제4종 복합 비료 생산하기(LM1702030105_14v1.2)
학습 3	완효성 복합 비료 생산하기 (LM1702030105_14v1.3)

3-1. 완효성 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립

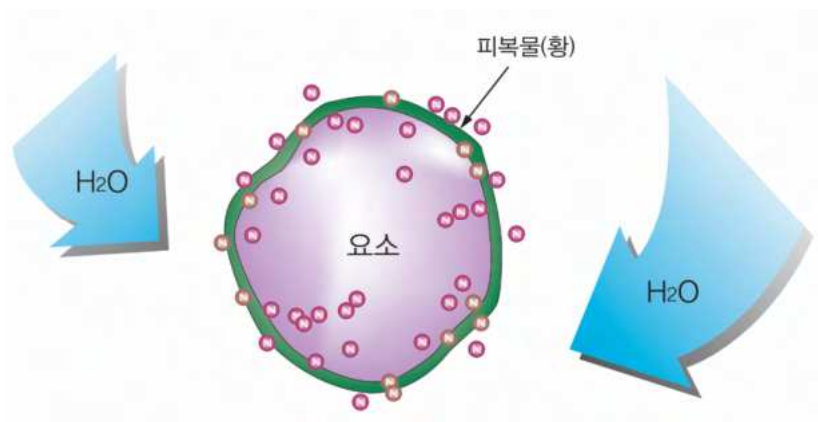
학습 목표 • 완효성 복합 비료 제품 특성을 파악하여 제품 생산 계획을 수립할 수 있다.

필요 지식 /

① 완효성 비료의 필요성

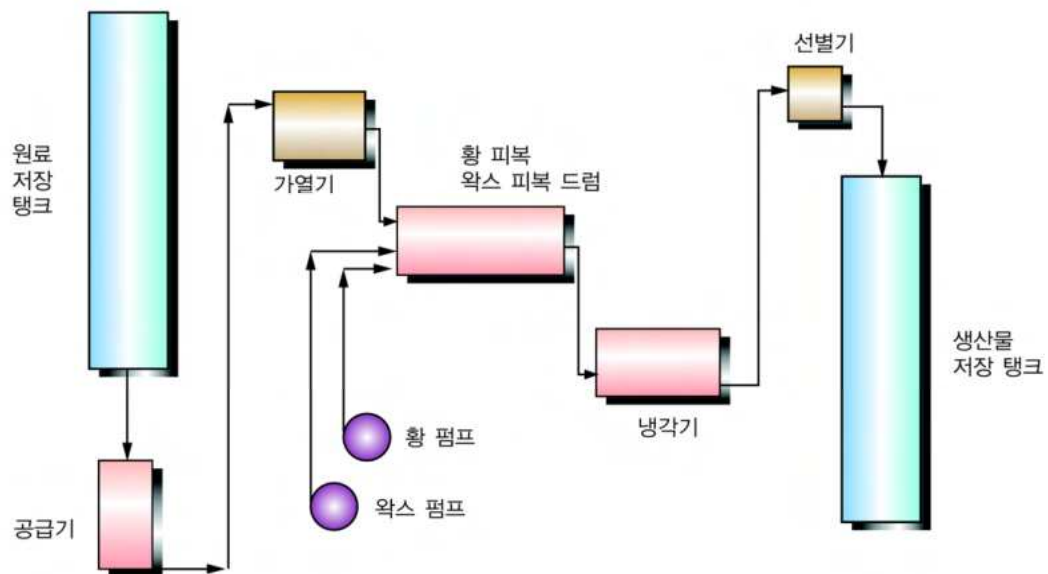
일반 비료는 시용할 때 손실이 많고, 추비를 해야 하는 등 노동력이 많이 소요된다. 완효성 비료는 이러한 단점을 보완하기 위해 개발되어 사용되기 시작하였다. 완효성 비료의 장점은 유효한 양분이 시간을 두고 안정적으로 천천히 녹아 나온다는 점이다. 이는 비료 사용자가 비료를 자주 줄 필요가 없으며, 손실이 적어 덜 쓰면서도 식물에 알맞은 양의 양분을 지속적으로 공급할 수 있음을 의미한다.

완효성 비료로는 황 입힌 요소(SCU: sulphur coated urea)가 있으며 이는 다음 그림과 같다.



[그림 3-1] 황 입힌 요소(SCU: sulphur coated urea)

황 입힌 요소가 TVA에서 처음 개발된 것은 1968년이며, 우리나라에서도 1971년부터 황 입힌 요소에 대한 연구가 이루어졌다. 당시의 SCU는 입상 요소에 용융된 황을 분무하여 피복한 다음 파라핀 왁스를 입히고, 영감을 방지하기 위하여 규조토와 철가루를 다시 입히는 TVA 방식으로 제조된 것이었으며, 주로 벼농사에서 많이 이용되는 요소의 비료 효율을 높이고, 추비로 인한 노동력을 줄이는 것이 주된 목적이었다. 이 당시 벼의 증수 효과가 일부 인정되고 노동력 절감의 효과가 있었으나, 가격이 비싸 널리 사용되지는 못하였다. 그 후 피복 물질들이 개발되어 다양한 완효성 비료가 나오게 되었고, 완효성 비료의 가격 대비 생산 효율이 높아지고, 노동력 절감 효과가 커짐에 따라 완효성 비료 사용이 많아지고, 특히 채소와 과수 재배를 위한 완효성 비료의 필요성이 커지고 있다.



[그림 3-2] 황 입힌 요소 TVA 공법

② 완효성 복합 비료 필요성과 시장 여건

농가의 노령화에 따른 노동력 절감 요구의 증가로 인해 완효성 복합 비료 국내 시장의 수요는 계속 증가하고 있다. 특히, 완효성 복합 비료는 벼 재배용으로 주로 사용되고 있는데, 관행의 경우에는 비료를 3회 정도 처리해야 하지만 완효성 복합 비료의 경우 1회만 처리하면 되므로 편리하고 노동력이 절감된다.

<표 3-1> 완효성 복합 비료 농협 판매 실적

(단위: 천 톤)					
연도	2009	2010	2011	2012	2013
공급량	29	26	38	45	50

주: 국내 완효성 복합 비료는 피복 요소 복합 비료 형태로 공급됨

또 농촌 인구의 감소 및 고령화, 영농 단위의 규모화 등으로 인해 1인당 경지 면적이 증가하는 추세에 있으므로 향후 완효성 복합 비료에 대한 수요는 증가할 것으로 보인다. 국내에서는 남해화학, 동부팜한농, 조비 등 3개 업체가 완효성 비료를 직접 제조하고 있으며 3개 회사 모두 피복 복합 및 피복 요소 복합 비료 생산 설비를 갖추고 있으며, 업체별 피복 물질과 피복 방법은 차이가 있는 것으로 알려져 있다.

1. 해외 여건 및 현황

세계 완효성 비료의 주요 소비국은 미국, 서유럽, 일본이며 주요 국가별 현황은 아래 표와 같다.

<표 3-2> 세계 주요 완효성 비료 시장

(단위: 천 톤)

구분 \ 국가(연도)	미국(2010)	서유럽(2009)	일본(2009)
농업용	182	14	48
가정용	133	41	0
특수 시장용	370	85	5
합계	685	140	53

자료: Sarah P. Landels, Enhanced-Efficiency Fertilizers World Market Update(2013). The 3rd International Conference on Slow and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers.

미국은 과거에는 합성 비료를 많이 사용하였으나 현재는 피복 복합 비료의 사용이 지속적으로 증가하는 추세이다. 이는 피복 복합 비료가 비료 효과 지속 기간 조절이 가능하여 소비자가 사용하기에 더욱 편리하기 때문이며, 이로 인해 앞으로도 피복 복합 비료의 사용이 증가할 것으로 예상된다. 서유럽도 과거에는 합성 비료의 사용 비율이 높았으나 현재는 피복 비료의 사용이 지속적으로 증가하는 추세이다.

일본의 경우에는 우리나라와 유사하게 주로 벼 재배용으로 완효성 비료를 사용하고 있으며 합성 비료의 사용은 지속적으로 감소하였으나, 피복 비료의 사용은 지속적으로 증가하는 추세이다. 다음 표는 각각 미국과 서유럽, 일본의 완효성 비료 소비 현황을 나타낸 것이다.

<표 3-3> 미국 완효성 비료 소비 현황

(단위: 천 톤)

구분 \ 연도	2001	2005	2010
합성 비료	212	213	217
피복 비료/피복 요소 복합	247	336	458
기타	9	11	11
합계	468	560	686

자료: Sarah P. Landels, Enhanced-Efficiency Fertilizers World Market Update(2013).

<표 3-4> 서유럽 완효성 비료 소비 현황

(단위: 천 톤)

구분 \ 연도	2001	2005	2009
합성 비료	81	80	86
피복 비료/피복 요소 복합	26	38	49
기타	5	5	5
합계	112	123	140

자료: Sarah P. Landels, Enhanced-Efficiency Fertilizers World Market Update(2013).

<표 3-5> 일본 완효성 비료 소비 현황

(단위: 천 톤)

구분 \ 연도	2001	2005	2008
합성 비료	29	22	11
피복 비료 /피복 요소 복합	68	88	91
합계	97	110	102

자료: Sarah P. Landels, Enhanced-Efficiency Fertilizers World Market Update(2013), The 3rd International Conference on Slow and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers.

③ 생산 계획 수립을 위한 판매 동향 파악을 통한 시장 수요 예측

수요 예측이란 기업의 입장에서 일정 기간 동안 소비자에게 판매되는 제품의 수량 또는 매출액 규모를 추정하는 것을 말한다. 수요 예측은 기업 활동에 있어서 새로운 제품의 도입 시기, 제품 설계, 가격 수준 결정, 생산 계획, 마케팅 등과 같은 주요 전략 변수의 의사 결정에 중요한 기초 자료를 제공한다는 점에서 상당히 중요하다. 특히, 대규모의 R&D 및 초기 투자 비용이 요구되는 첨단 기술 분야에서 신제품에 대한 정확한 수요 예측은 사업의 성공 여부에 크게 영향을 미치는 핵심적인 요소이다.

수요 예측 방법은 크게 정성적 방법과 정량적 방법으로 구분할 수 있고, 수요 예측과 관련하여 가장 중요한 과제는 기존의 제한된 정보를 효과적으로 활용하여 제품의 수요 예측 오차를 최소화할 수 있는 방법을 찾는 것이다. 수요 예측과 관련된 사항은 학습모듈 02. 질소질 비료 생산을 참고한다.

④ 생산 계획 수립

국내 판매 및 해외 수출 여건을 반영한 판매 계획이 수립되면 이를 바탕으로 연간 생산 계획을 수립하여 월별 판매 계획, 원료 수급 상황을 확인한 후 완효성 복합 비료의 생산량을 결정한다.

수행 내용 / 완료성 복합 비료 생산 계획 수립

재료·자료

- 암모니아, 인산, 황산, 피복 요소, 피복 물질, 합성 비료, 제조 공정별 운전 매뉴얼, 물질 안전 보건 자료

기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 문서 작성, 소프트웨어

안전·유의 사항

- 안전 수칙을 준수하고 원료, 제품 취급상 주의 사항에 유의한다.

수행 순서

① 완료성 복합 비료 생산 계획 수립 과정을 파악한다.

완료성 복합 비료 생산을 위해서는 우선 다음 연도에 농협을 통해 농민에게 공급할 물량을 결정하는 입찰을 통해 입찰 물량을 확보하여야 하며, 이를 기초로 하여 국내 판매 물량과 수출 여건을 고려한 수출 물량을 포함한 생산 계획을 수립한다.

② 연간 생산 계획 수립을 위해서 국내 판매 및 수출 계획을 확인한 후 이를 근거로 하여 연간 생산 계획을 수립한다.

우선 국내 판매량을 확인하여야 하는데, 이는 다음 표와 같이 농업용 공급량 및 농협 입찰을 통해 확보된 물량을 근거로 파악할 수 있으며 이를 생산 계획에 참고한다.

<표 3-6> 완료성 복합 비료 농협 판매 실적

(단위: 천 톤)

연도	2009	2010	2011	2012	2013
농업용 공급량	29,258	25,518	37,506	45,338	50,442

<표 3-7> 2015년 완효성 복합 비료 업체별 공급량

업체	제품명	성분	신청량(톤)	판매 가격(원/포)
동부팜한농	파워롱스타	19-10-10+1+0.1	8,819	19,200
조비	단한번	18-7-9+2	35,897	21,500
풍농	일회만	22-9-10	6,403	21,800
남해화학	오래가	18-8-8+4	11,819	19,250
KG 케미칼	하나로	18-7-8	682	19,000
협화	한번에 OK	15-5-10+3	547	19,850

다음으로는 해외 수출 계획을 수립하여야 하는데 이를 위해서는 우선 해외 수급 동향과 수출 가능 지역에 대한 해외 바이어와의 계약 여부를 확인하고 관련 계획을 수립한다.

사례: 완효성 복합 비료의 연간 생산 계획

아래 표는 완효성 복합 비료의 연간 생산 계획을 나타낸 것이다. 2000년에는 연간 2,000 톤을 생산할 계획이었지만 수요가 증가함에 따라 생산 계획도 지속적으로 증가하여 2014년에는 연간 8,000톤을 생산할 계획을 수립하였다.

<표 3-8> 완효성 복합 비료의 연간 생산 계획(예시)

(단위: 톤)

구분	2000	2005	2008	2010	2011	2012	2013	2014
완효성 복합 비료	2,000	3,000	3,500	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000

③ 월별 생산 계획을 수립한다.

연간 생산량 계획이 수립되면 월간 해외 수출량 및 국내 농업용 공급량 등을 종합적으로 고려하여 월간 생산 계획을 수립한다. 우선은 전년도의 생산량과 판매량을 참고로 하며, 월별 국내 내수 판매 및 수출 판매 경향을 파악한 후, 원료의 수급 동향을 파악하여 원료의 입고 시점을 결정하고, 판매 경향 및 원료 수급 동향을 종합하여 월별 생산 계획을 수립한다.

사례: 완효성 복합 비료의 월간 생산 계획

완효성 복합 비료의 월간 생산 계획을 나타낸 표이다. 월간 생산 계획 수립 시에는 전년도 생산량과 전년도 판매량을 세부 항목별로 구분하여 참조한 후 해당 연도 생산 계획량을 수립해야 한다.

<표 3-9> 완효성 복합 비료 월간 생산 계획(예시)

(단위: 톤)

구분	0000년도			
	전년도 생산량	전년도 내수 판매량	전년도 수출량	해당 연도 생산 계획량
1월	100	60	40	120
2월	150	120	30	180
3월	200	150	50	250
4월	200	170	30	250
5월	200	160	40	300
6월	100	80	20	150
7월	50	10	40	100
8월	30	0	30	50
9월	30	0	30	50
10월	30	0	30	50
11월	50	0	50	100
12월	100	20	80	200
계	1,240	770	470	1,800

수행 tip

- 완효성 복합 비료는 피복 비료와 합성 비료의 두 가지 형태가 있으며, 국내에서는 주로 피복 비료 형태가 많이 사용된다.

3-2. 완효성 복합 비료 생산

학습 목표

- 완효성 복합 비료의 종류별 특성과 제법을 파악한다.
- 생산 업체별 특성을 고려하여 피복 물질을 선정할 수 있다.
- 피복 공장에서 입상 요소나 복합 비료에 피복 물질을 피복할 수 있다.
- 용출 설계에 따라 피복한 비료와 제2종 복합 비료 원료를 일정한 비율로 배합한 후 검량·포장 생산할 수 있다.

필요 지식 /

① 제품 개요

완효성 복합 비료는 서서히 효과를 보게 하는 성질을 가진 비료라고 할 수 있다. 우리나라의 완효성 복합 비료 비료 공정규격에는 엠유(MU) 복합, 피복 복합, 씨디유(CDU) 복합, 피복 요소 복합, 아이비디유(IBDU) 복합, 품요소 복합이 있다. 완효성 비료는 토양에 시 용한 후 양분이 천천히 지속적으로 공급되어 비료의 이용률을 높이며, 유실이나 용탈에 의한 손실과 토양 내 고정과 분해 및 휘산에 의한 손실을 줄일 수 있다. 또 염류의 고농도 집적에 의한 작물의 생리 장애를 방지하고, 비료 사용 횟수 감소에 의한 시비 노력 및 비용을 줄일 수 있다. 아울러 비료의 저장성 및 취급 특성을 개선하고, 수질 및 대기 오염을 경감하는 등의 효과가 있다.

1. 엠유 복합

엠유(MU: methylene urea) 복합 비료는 완효성 질소인 엠유를 함유한 복합 비료로서 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 20% 이상이어야 하며 질소의 초기 용출률이 75% 이하여야 한다.

2. 피복 복합

피복 복합 비료는 질소, 인산, 칼리 3요소 중 2성분 이상을 피복한 복합 비료로서 질소 전량, 수용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 10% 이상이어야 한다. 30℃ 24시간 수중에서 정치 용출하였을 때 질소 초기 용출률이 50% 이하여야 한다.

3. 씨디유 복합

씨디유(CDU: crotonylidene diurea) 복합 비료는 완효성 질소인 씨디유를 함유한 복합 비료로서 질소 전량, 수용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 15% 이상이어야 하며, 질소 성분 중 씨디유태 질소를 30% 이상 함유해야 한다.

4. 피복 요소 복합

피복 요소 복합 비료는 완효성 질소인 피복 요소와 제2종 복합 비료 또는 제2종 복합 비료 원료를 배합하여 제조한 복합 비료로서 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 또는 구용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 20% 이상이어야 하며, 30℃ 24시간 수중 정치하였을 때 질소의 초기 용출률이 50% 이하여야 한다.

5. 아이비디유 복합

아이비디유(IBDU: isobutylidene diurea) 복합 비료는 완효성 질소인 아이비디유를 함유한 복합 비료로서 질소 전량, 수용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 15% 이상이어야 하며, 질소 전량 중 아이비디유태 질소를 20% 이상 함유해야 한다.

6. 폼 요소 복합

폼 요소(UF: urea formaldehyde) 복합 비료는 폼 요소 수지를 점결제로 사용한 복합 비료로서 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 또는 구용성 칼리 중 2종 이상의 합계량이 15% 이상이어야 하며, 30℃ 24시간 수중 정치하였을 때 질소 초기 용출률이 75% 이하여야 한다.

② 제품 제법

완효성 비료의 제조 방법은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 피복 비료로서, 속효성 비료가 물과 접촉하여 녹는 것을 지연시키기 위해 비료 입자 표면에 난용성 물질을 물리적 방법으로 피복하여 제조된 비료이다. 둘째는 비료 성분을 함유한 물질을 화학적으로 반응시킨 합성 비료로, 물에 난용성인 염이나 분해되기 어려운 물질로 제조된 비료이다.

1. 피복 비료

(1) 피복 요소 복합

요소를 피복하여 완효화시킨 피복 요소와 제2종 복합 비료 또는 제2종 복합 비료의 원료를 배합하여 제조한 비료이다. 피복재로 사용되는 물질은 황과 플라스틱 물질로 구분이 되며, 플라스틱 물질은 주로 수지 형태이다. 피복재를 요소의 표면에 피복시킨 후 일반적으로는 건조 과정을 거쳐서 피복 요소를 제조한다.

(2) 피복 복합

피복 요소와 마찬가지로 질소, 인산, 칼리 중 2성분 이상의 복합 비료를 피복제로 피복시킨 후 건조 과정을 거쳐 제조한다. 다음 그림은 피복 복합 비료의 모습이다. 그림에서 보이는 노란색 입자가 피복 비료이다.



[그림 3-3] 피복 복합 비료



[그림 3-4] 피복 복합 비료의 작용 원리

2. 합성 비료

(1) 엠유 복합

엠유는 요소와 포르말린을 이용한 합성 제조 방법으로 제조하며 두 원료의 몰비, 온도, 투입 속도 및 투입량으로 조절한다. 반응 중 산, 알칼리를 촉매로 사용하여 합성 후 반응을 종료시켜 제품을 안정화시키는 방법으로 제조한다. 이러한 방법으로 제조된 엠유를 질소의 원료로 사용하여 제조된 복합 비료를 엠유 복합이라고 한다.

(2) 씨디유 복합

씨디유는 요소와 아세트알데하이드의 산성 반응에 의해 제조한다. 이러한 방법으로 제조한 씨디유를 질소의 원료로 사용하여 제조한 복합 비료를 씨디유 복합이라고 한다. 질소 성분 중 씨디유태 질소를 30% 이상 함유하여야 한다.

(3) 아이비디유 복합

요소 1당량에 대해 1/2당량의 아이소뷰틸 알데하이드를 황산으로 산성화하여 교반하면서 반응시키면 반응기 내에서 아이비디유가 합성된다. 이와 동시에 입자 성형 작용이 일어나 아이비디유 입자가 만들어진다. 이 과정에 의해 제조된 아이비디유를 질소의 원료로 사용하여 제조된 복합 비료를 아이비디유 복합 비료라고 한다. 질소 성분 중 아이비디유태 질소를 20% 이상 함유하여야 한다.

(4) 폼 요소 복합

폼 요소 복합은 질소, 인산, 칼리 원료와 증량제 및 기타 미량 요소 원료 등을 적정량 혼합 계량하고 여기에 폼 요소 수지액을 5~25% 첨가하여 조립한 다음, 건조기에서 건조하여 제조한다.

③ 완효성 비료 생산 공정

완효성 복합 비료의 생산 공정은 두 가지가 있다. 우선 첫 번째로 피복 요소 복합 생산 공정이 있는데, 이는 요소를 피복하여 완효화시킨 피복 요소와 제2종 복합 비료 또는 제2종 복합 비료 원료를 배합하여 제조하는 것이다. 피복재로 사용되는 물질은 황과 플라스틱 물질로 구분이 되며, 플라스틱 물질은 주로 수지 형태이다. 피복재를 요소의 표면에 피복을 시킨 후 일반적으로는 건조 과정을 거쳐서 피복 요소를 제조한다.

두 번째 피복 복합 생산 공정은 피복 요소와 마찬가지로 복합 비료의 질소, 인산, 칼리 중 2성분 이상을 피복재를 사용하여 피복시킨 후 건조 과정을 거쳐 피복 요소를 제조한다.

수행 내용 / 완료성 복합 비료 생산

재료·자료

- 완료성 복합 비료 운전 매뉴얼
- 완료성 복합 비료 공정 흐름도(PFD), 공정 배관·계장도(P&ID)

기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 제품별 성분 분석을 위한 분석 장비 일체

안전·유의 사항

- 안전 수칙을 준수하고 원료, 제품 취급상 주의 사항에 유의한다.

수행 순서

① 생산을 위한 법적 규정을 확인한다.

1. 법제처의 국가법령정보센터에 접속한다.

국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>)에서는 각종 법령 및 시행령, 시행규칙, 별표 등을 확인할 수 있다.

2. 국가법령정보센터의 상단 검색창에 법령을 입력하여 검색한다.

「비료관리법령」, 농촌진흥청 고시·훈령에 따른 「비료 공정규격 설정 및 지정」 등의 법령을 검색한다. 특히, 완료성 복합 비료의 공정 규격을 확인하여 생산을 위한 사전 지식을 숙지하며, 이의 구체적인 내용은 다음 표에 제시되어 있다.

<표 3-10> 완료성 복합 비료의 공정규격

종류	주성분 최소량(%)	유해 성분 최대량(%)	그 밖의 규격
엠유 (MU) 복합	1. 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상 합계량: 20 2. 다음 각 성분 보증 시 수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0 수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05 유기물: 10	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.025 비소: 0.005 아질산: 0.02 뷰렛태 질소: 0.01 설파민산: 0.005	질소의 초기 용출 률이 75% 이하일 것

종류	주성분 최소량(%)	유해 성분 최대량(%)	그 밖의 규격
	가용성 규산: 5 가용성 석화: 10	2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 카드뮴: 0.00018	
피복 복합	1. 질소 전량, 수용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종 이상 합계량: 15 2. 다음 각 성분을 보증 시 수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0 수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가 니즈: 0.1	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.025 비 소: 0.005 아질산: 0.02 뷰렛태 질소: 0.01 설파민산: 0.005 2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 카드뮴: 0.00018	질소의 초기 용출 률 (30℃ 24시간 수 중 정치용 출) 은 50% 이하 여야 함.
씨디유 (CDU) 복합	1. 질소 전량, 수용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리중 2종 이상 합계량: 15 2. 다음 각 성분을 보증 시 수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0 수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가 니즈: 0.1	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.025 비 소: 0.005 아질산: 0.02 뷰렛태 질소: 0.01 2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 카드뮴: 0.00018	질소 성분 중 씨디유 태 질소를 30% 이상 함유할 것
피복 요소 복합	1. 질소 전량, 가용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 또는 구용성 칼리 중 2종이상 합계량: 20 2. 다음 각 성분을 보증 시 수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0 수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05 수용성 망가니즈 또는 구용성 망가 니즈: 0.1	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.025 비소: 0.005 아 질 산: 0.02 뷰렛태 질소: 0.01 설파민산: 0.005 2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 카드뮴: 0.00018	질소의 초 기 용출률 (30℃ 24 시간 수중 정치 용 출)은 50% 이하여야 함.
아이 비디유 (IBDU) 복합	1. 질소 전량, 수용성 인산 또는 구용성 인산, 수용성 칼리 중 2종이상 합계량: 15 2. 다음 각 성분을 보증 시 수용성 고토 또는 구용성 고토: 1.0 수용성 붕소 또는 구용성 붕소: 0.05	1. 질소, 인산, 칼리 성분 합계량의 함유율 1%에 대하여 황청 산화물: 0.025 비 소: 0.005 아 질 산: 0.02 뷰렛태 질소: 0.01 설파민산: 0.005 2. 가용성 인산 함유율 1%에 대하여 카드뮴: 0.00018	질소 전량 중 아이비 디유타 질 소를 20% 이상 함유 할 것

② 비료 원료의 규격을 확인한다.

비료 원료는 완효성 복합 비료의 제조 과정에서 품질적 특성을 결정짓는 가장 중요한 요인이다. 따라서 사전에 품질이 우수한 원료를 선별해서 준비해야 한다. 특히, 비료 원료의 입자 강도, 입형, 입자 크기 균일도를 확인하여 규격을 통과한 원료만을 생산에 사용한다.

③ 피복 원료의 규격을 확인하고 원료를 계량한다.

완효성 복합 비료 제조에 앞서 피복액의 원료 재고량을 파악하고, 피복액 제조 처방서를 확인하여 피복액의 원료를 계량한다.

④ 피복액을 제조한다.

피복액 제조 처방서별로 계량된 원료를 일정 시간 동안 각 처방서별 최적 조건에서 혼합하여 제조한다. 피복액은 처방서 제조 조건이 각 제조업체별로 다르므로 제조업체별 제조 기준에 근거하여 제조한다.

⑤ 비료를 피복하여 완효성 비료를 제조한다.

우선 피복액을 비료에 분사시켜 비료 표면에 피복시킨다. 피복이 된 비료는 건조 및 냉각 과정을 거쳐 완효성 복합 비료로 제조된다. 피복 방법은 제조업체별로 다르므로 제조업체별 운전 조건에 근거하여 제조한다.

⑥ 제품의 품질을 확인한다.

피복이 완료된 완효성 복합 비료는 품질 관리 방법에 근거하여 제품의 성능 시험을 진행한다. 제품의 성능 시험은 수중 용출도 확인을 통하여 비료 공정규격상의 기준에 부합되는지 확인하여야 한다.

⑦ 제품을 배합하여 완효성 복합 비료를 제조한다.

품질 확인을 통하여 성능이 확인 된 제품에 한하여 제2종 복합 비료와 일정한 비율로 배합한 후 검량 포장하여 완효성 복합 비료를 생산한다.

학습 3 교수 · 학습 방법

교수 방법

- 완효성 복합 비료 생산에 필요한 학생의 사전 지식 정도를 파악한다.
- 완효성 복합 비료 생산 계획 수립을 위해 국내 · 외 시장 현황 및 수요 현황을 설명한다.
- 완효성 복합 비료의 제품별 개요를 설명한다.
- 완효성 복합 비료 중 특히 국내에서 제조되고 있는 종류인 피복 요소 복합 비료의 생산 과정을 설명한다.

학습 방법

- 완효성 복합 비료 생산에 필요한 사전 지식을 얼마나 알고 있는지 스스로 점검해 본다.
- 완효성 복합 비료 생산 계획 수립을 위해 국내 · 외 시장 현황 및 수요 현황을 사전 조사한다.
- 완효성 복합 비료의 제품별 개요를 파악한다.
- 완효성 복합 비료 중 특히 국내에서 제조되고 있는 종류인 피복 요소 복합 비료의 생산 과정을 조사한다.

학습 3 평가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행 준거 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가한다.

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
완효성 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 완효성 복합 비료의 시장 여건 및 수요를 파악한 후 제품 생산 계획 수립			
완효성 복합 비료 생산	- 완효성 복합 비료의 종류별 특성과 제법 파악			
	- 생산업체별 특성을 고려한 피복 물질 선정			
	- 피복 공장에서 입상 요소나 복합 비료에 피복 물질 피복			
	- 용출 설계에 따라 피복한 비료와 제2종 복합 비료 원료를 일정한 비율로 배합한 후 검량·포장 생산			

평가 방법

- 서술형 시험

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
완효성 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 완효성 복합 비료의 시장 여건 및 수요를 파악한 후 제품 생산 계획 수립 여부			
완효성 복합 비료 생산	- 완효성 복합 비료의 종류별 특성과 제법 파악여부			
	- 생산업체별 특성을 고려한 피복 물질 선정 여부			
	- 피복 공장에서 입상 요소나 복합 비료에 피복 물질 피복 여부			
	- 용출 설계에 따라 피복한 비료와 제2종 복합 비료 원료를 일정한 비율로 배합한 후 검량·포장 생산 여부			

• 평가자 체크리스트

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
완효성 복합 비료 특성 파악과 생산 계획 수립	- 완효성 복합 비료의 시장 여건 및 수요를 파악한 후 제품 생산 계획 수립 여부			
완효성 복합 비료 생산	- 완효성 복합 비료의 종류별 특성과 제법 파악 여부			
	- 생산업체별 특성을 고려한 피복 물질 선정 여부			
	- 피복 공장에서 입상 요소나 복합 비료에 피복 물질 피복 여부			
	- 용출 설계에 따라 피복한 비료와 제2종 복합 비료 원료를 일정한 비율로 배합 후 검량·포장 생산 여부			

피드백

1. 서술형 시험

- 학습 내용별로 타학생 및 기준치와 비교하여 부족한 개념, 지식을 확인시켜준다. 아울러 해당내용을 추가적으로 학습하도록 안내하고, 필요에 따라 추가 과제를 부여한다.
- 평가 결과 일정 점수 이하의 학생들을 대상으로 필요에 따라 재평가를 실시한다.

2. 평가자 체크리스트

- 평가 항목별 체크 결과 성취수준이 부족(중, 하)하다고 판단된 항목에 대해서는 추가적인 안내 자료 및 설명을 제공한다.
- 학습자의 수준을 고려하여 수준별 심화 보충 학습 내용을 제시한다.



- 고용노동부, 한국산업인력공단, 한국석유화학협회(2014). 『2013 국가직무능력표준 - 표준 및 활용패키지-』. 고용노동부, 한국산업인력공단, 한국석유화학협회.
- 김완진(2006). 『실용비료해설』. 경기도: 상록사.
- 농촌진흥청 농자재관리과(2009). 「비료관리법령 및 관련 규정집」. 수원: 농촌진흥청 농자재관리과.
- 농촌진흥청, 국립농업과학원, 한국토양비료학회(2012). 『토양비료용어사전』.
- 박권우 · 김영식(1998). 『양액 재배』. 아카데미서적.
- 안경구(2012). 「비료공정 소개」. 대우엔지니어링 기술보, 28(1), 154-173.
- 조성진(1995). 『비료학』. 향문사.
- 임선욱(2009). 『비료학』. 일신사.
- 한국비료협회(1996~2014). 『비료연감』. 한국비료협회.
- Beaton, J.(2014). History of Fertilizers in Efficient Fertilizer Use Manual. <http://academic.uprm.edu>
- Koepper, G.(2003). Foliar Fertilization. <http://attra.ncat.org/attrapub/PDF/foliar.pdf>
- Sarah P. Landels, Enhanced-Efficiency Fertilizers World Market Update(2013). The 3rd International Conference on Slow and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers.



복합 비료 생산하기

- 연도별 복합 비료 국내 농업용 소비/생산 실적 작성용

(단위: 천 톤)

연도 구분	년	년	년	년	년	년	년
합계							
일반 복비 - 21복비 - 기타 복비							
BB 비료							
원예용 복비							
맞춤 비료							

- 복합 비료 수출 단가 변동 추이와 국제 요소 가격

(단위: \$/톤)

연도 구분	년	년	년	년	년	년	년	년
복합 비료								
요소								
암모니아								

• 각 연도별 복합 비료 수출 현황(국가별 물량)

(단위: 천 톤)

연도 국가	년	년	년	년	년	년	년
합 계							
태 국							
베트남							
필리핀							
일 본							
말레이시아							
인도네시아							
호 주							
인 도							
브라질 등							

• 세계 주요국의 DAP 생산 현황(국가별 물량)

[단위: (×1,000)톤]

연도 국가명	년	년	년	년	년	년	년
중 국							
러시아							
인 도							
미 국							
모로코							
사우디아라비아							
호 주							
한 국							
계							

• 세계 주요국의 DAP 수출 현황(국가별 물량)

[단위: (×1,000)톤]

연도 국가명	년	년	년	년	년	년	년
중 국							
러시아							
인 도							
미 국							
모로코							
사우디아라비아							
호 주							
한 국							
계							

- 각 업체별 복합 비료 생산 능력

(단위: 천 톤)

[illegible]

- 복합 비료의 연간 생산 계획 수립

(단위: 천 톤)

연도	년	년	년	년	년	년	년	년
복합 비료 생산량								

- 복합 비료의 월간 생산 계획 수립

(단위: 천 톤)

구분	0000년도			
	전년도 생산량	전년도 농업용 출하량	전년도 수출량	해당 연도 생산 계획량
1월				
2월				
3월				
4월				
5월				
6월				
7월				
8월				
9월				
10월				
11월				
12월				
계				

NCS 학습모듈 개발진

(대표집필자)

조규용(한국비료협회)*

(집필진)

손주연(동부팜한농)*

이동렬(풍농)*

정영상(강원대학교)*

서상찬(남해화학)

정덕영(충남대학교)

하상건(국립농업과학원)*

(검토진)

강연복(동부팜한농)

김문갑(한국비료협회)

김완진(상토협회)

김호범(동부팜한농)

박영준(남해화학)

배형욱(동부팜한농)

손호일(부천공업고등학교)

이교석(충남대학교)

이진호(전북대학교)*

정증화(남해화학)

(연구기관)

장현진(한국직업능력개발원)

김선태(한국직업능력개발원)

박지영(한국직업능력개발원)

이도연(한국직업능력개발원)

신선아(한국직업능력개발원)

이진솔(한국직업능력개발원)

*표시는 NCS 개발진임.

※ 본 학습모듈은 개발과정에서 한국비료협회의 협조가 있었습니다.

※ 본 학습모듈은 자격기본법 시행령 제8조 국가직무능력표준의 활용에 의거하여 개발하였으며 저작권법 25조에 따라 관리됩니다.

※ 본 학습모듈은 <http://www.ncs.go.kr>에서 확인 및 다운로드할 수 있습니다.



www.ncs.go.kr