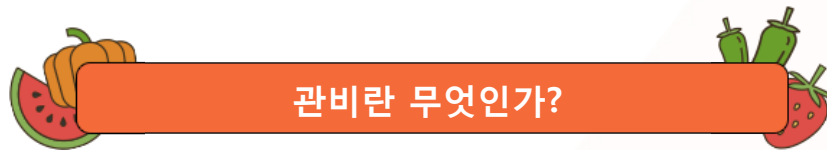


시설과채류 생육단계별 맞춤형 관비처방서 개발

국립농업과학원 토양비료과 성좌경(063-238-2445), 조희래(063-238-2434), 이슬비(063-238-2463)

시설작물 재배농가에 물과 비료를 동시에 공급하는 관비(fertigation)시설이 많이 보급되어 있다. 하지만 대부분의 시설재배 농가는 물과 양분(비료)의 공급을 경험에 의존하고 있어, 토양에서 물과 양분의 불균형을 초래하는 경우가 발생하고 있다. 작물의 목표수량, 재배작기 및 생육단계에 따른 물과 양분의 공급량에 대한 정보가 필요하다. 맞춤형 영농실현을 위한 첫걸음으로 새로이 개발된 시설작물 맞춤형 관비처방에 대해서 살펴보도록 하자.



- 관비(fertigation)란 시비(fertilization)와 관개(irrigation)의 합성어로 작물 생육에 필요한 양분을 관개수에 섞어 공급하는 방법이다.

관비재배와 양액재배의 차이점

구분	관비재배	양액재배
정의	작물의 생육에 필요한 양분을 관개수에 섞어 공급하는 방법	작물의 생육에 필요한 양분을 수용액으로 만들어 재배하는 방법
차이	배지 : 토양, 양분공급 : 다량원소	배지 : 인공배지 또는 수경재배, 양분공급 : 다량+미량원소
장점	토양 완충능력이 있어 양분 과부족을 완화시키고 미량원소 공급 기능 제공	양분공급 자동화·생력화 가능. 토양유래 전염병 없음
단점	토양의 기능을 유지하기 위한 관리 필요	초기 설치비용이 많이 듦. 배지를 교체하거나 정화해야 함. 모든 필요 양분을 양액으로 공급해야 함

*출처: 두산백과사전, 스마트 온실환경관리 가이드라인(농진청, 2016)

시설채소 온실의 관수시설 현황

구분	계	스프링클러	점적관수	다공튜브	살수(분무호스)	인력
면적(ha)	51,909	9,898	23,138	5,921	11,316	1,635
비율(%)	100	19.1	44.6	11.4	21.8	3.1

*출처: 2016 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적(농림축산식품부)

맞춤형 관비처방서 개발

- 기존에는 작물별 비료사용량(총량)의 밀거름과 웃거름 비율만을 제시하거나, 작물 생육상태를 고려하지 않고 농가의 경험에 의존하여 물과 양분을 공급해왔다.
- 관비처방서는 목표수량, 재배작형 및 생육단계별로 주(週)단위 물 공급량과 시판되고 있는 질소, 인산, 칼리 비료의 실제 사용량을 제시하여 농가에서 손쉽게 사용할 수 있도록 하였다.
- 관비를 이용하는 시설재배 농가의 비료사용 실태를 바탕으로 밀거름과 웃거름의 공급비율을 기존 50대50에서 30대70으로 조정하였다.

관비 처방 정보 보기

- 흙토람 (soil.rda.go.kr, 열린마당 > 정책·영농자료실)
- 농사로 (nongsaro.go.kr > 이달의 농업기술)

주요 작물별 관비처방서 활용방법

(물 및 양분 공급량, 농산물 1톤/10a 생산기준)

애호박

◦ 물 및 양분(밀거름·웃거름) 공급량

작기	물 (톤/10a)	양분(성분량, kg/10a)					
		밀거름			웃거름		
		질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
2월~7월	10~12	1.1	0.2	1.0	2.5	0.4	2.4
8월~12월	17~24	1.0	0.2	1.3	2.4	0.6	3.1

◦ 재배기간별 관비처방서

애호박		재배기간(2월~7월)			
생육단계 (week)		※ 재식주수 : 1,080주/10a			
		물(톤/10a)	웃거름 (g/10a)		
		점적관수	질소(요소)	인산(인산가리)	칼리(염화가리)
생육초기	1~2	-	-	-	-
	3~4	0.1-0.2	20	10	20
과비대기	5~6	0.1-0.2	20	10	20
	7~8	0.3-0.4	100	50	100

	9	0.5-0.6	100	50	100
과수확기	10~15	0.7-0.8	600	150	300
	16~17	0.7-0.8	400	100	300
	18~22	0.5-0.6	250	50	100
	계	10-12	6,030	1,540	3,280

애호박		재배기간(8월~12월)			
생육단계 (week)		※ 재식주수 : 1,080주/10a			
		물(톤/10a)	웃거름 (g/10a)		
		점적관수	질소(요소)	인산(인산가리)	칼리(염화加里)
생육초기	1~2	-	-	-	-
	3	0.4-0.8	240	60	200
	4	0.8-1.2	240	60	200
과비대기	5	1.2-1.6	240	60	200
	6	1.6-2.0	240	60	200
	7	1.6-2.0	650	210	450
	8~10	2.0-2.4	650	210	450
과수확기	11~12	1.2-1.6	440	160	320
	13~14	0.8-1.2	440	160	320
	15~18	0.4-0.8	150	100	60
계		17-24	5,920	2,120	4,120

*요소(질소 46% 함유), 인산가리(인산 52%, 칼리 34% 함유), 염화加里(칼리 60% 함유)

○ 관비처방서 활용 방법

1. 시군농업기술센터로부터 작물 재배 전에 토양검정 받아야 한다.
2. 토양의 질산태 질소함량을 확인하여 표에 따라 밑거름을 공급한다.

- 비료공급량 중 밑거름과 웃거름의 비율 : 30% : 70%
- 밑거름 공급 기준(토양 중 질산태질소 농도)

NO3-N(mg/kg, ppm)	100 미만	100~200	200 초과
밑거름	전량공급(30%)	반량공급(15%)	미공급

예) 혼합가축분퇴비(1.2-1.2-0.7%) 100kg(5포)당 질소(1.2kg), 인산(1.2), 칼리(0.7) 함유

3. 제공되는 관비처방서는 농산물 1톤을 생산할 때 필요한 물과 비료(웃거름)의 양이므로, 목표수량에 맞추어 물과 비료(웃거름)량을 결정한다.

예) 목표수량이 5톤이면 제공되는 관비처방서 공급량에 5를 곱한다. 단 애호박의 최대 목표수량은 봄작기(10톤/10a), 가을작기(3톤)이다.

- 작물을 심기 전에 고랑이 젖을 정도로 충분히 물을 준 경우에는 2~3주 동안 물을 공급하지 않아도 작물생육이 가능하다.
- 제공되는 물 공급량은 비닐로 피복하여 지하로의 물 손실이 없으며, 지하수 또는 지표수에 의해 물이 공급되지 않은 조건에서 산정한 것이다.
- 하우스가 평탄지에 위치하여 지하수 또는 주변 논(담수된 상태)에서 물이 유입될 경우, 제공되는 물 공급량의 2/3를 공급하고 작물생육상태에 맞추어 부족한 경우 보충한다.
- 제공되는 물 공급량은 점적관수시설이 설치된 경우에 한하며, 그 외의 경우 아래 관개효율을 감안하여 물을 공급한다.

관수방법	점적관수	살수관수	고랑관수
관수효율	90%	70%	60%

수박

◦ 물 및 양분(밀거름·웃거름) 공급량

작기	물 (톤/10a)	양분(성분량, kg/10a)					
		밀거름			웃거름		
		질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
1월~5월	16~19	0.9	0.2	1.6	2.1	0.4	3.7
5월~8월	12~13	1.0	0.1	1.6	2.4	0.3	3.7

◦ 재배기간별 관비처방서

수박		재배기간(1월~5월)			
생육단계 (week)		※ 재식주수 : 800주/10a			
		물(톤/10a)	웃거름 (g/10a)		
		점적관수	질소(요소)	인산(인산가리)	칼리(염화가리)
생육초기	1~2	-	-	-	-
	3	0.7-0.9	100	30	100
경엽신장기	4	0.7-0.9	100	30	100
	5	1.0-1.2	300	80	300
	6~7	1.3-1.6	400	80	400
과실비대기	8	1.3-1.6	400	80	800
	9	1.3-1.6	400	200	800
	10~11	1.8-2.1	700	200	800
성숙기	12	1.8-2.1	700	200	800
	13~14	1.7-1.9	500	150	600
	15~16	-	-	-	-
계		16-19	5,200	1,480	6,500

수박		재배기간(5월~8월)			
생육단계 (week)		※ 재식주수 : 800주/10a			
		물(톤/10a)	웃거름 (g/10a)		
		점적관수	질소(요소)	인산(인산가리)	칼리(염화가리)
생육초기	1~2	-	-	-	-
경엽신장기	3~4	2.3-2.5	500	100	400
과실비대기	5	2.3-2.5	1,000	150	800
	6	1.5-1.6	1,000	150	800
	7~8	1.3-1.5	2,000	400	2,200
성숙기	9	1.0-1.1	1,400	200	2,000
	10~11	-			
계		12-13	8,400	1,500	8,800

*요소(질소 46% 함유), 인산가리(인산 52%, 칼리 34% 함유), 염화가리(칼리 60% 함유)

○ 관비처방서 활용 방법

1. 시군농업기술센터로부터 작물 재배 전에 토양검정 받아야 한다.
2. 토양의 질산태 질소함량을 확인하여 표에 따라 밀거름을 공급한다.

- 비료공급량 중 밀거름과 웃거름의 비율 : 30% : 70%
- 밀거름 공급 기준(토양 중 질산태질소 농도)

NO ₃ -N(mg/kg, ppm)	100 미만	100~200	200 초과
밀거름	전량공급(30%)	반량공급(15%)	미공급

예) 혼합가축분퇴비(1.2-1.2-0.7%) 100kg(5포)당 질소(1.2kg), 인산(1.2), 칼리(0.7) 함유

3. 제공되는 관비처방서는 농산물 1톤을 생산할 때 필요한 물과 비료(웃거름)의 양이므로, 목표수량에 맞추어 물과 비료(웃거름)량을 결정한다.

예) 목표수량이 5톤이면 제공되는 관비처방서 공급량에 5를 곱한다. 단 수박의 최대 목표수량은 수박 봄작기(4톤/10a), 여름작기(6톤)이다.

- 작물을 심기 전에 고랑이 젖을 정도로 충분히 물을 준 경우에는 2~3주동안 물을 공급하지 않아도 작물생육이 가능하다.
- 제공되는 물 공급량은 비닐로 피복하여 지하로의 물 손실이 없으며, 지하수 또는 지표수에 의해 물이 공급되지 않은 조건에서 산정한 것이다.
- 하우스가 평탄지에 위치하여 지하수 또는 주변 논(담수된 상태)에서 물이 유입될 경우, 제공되는 물 공급량의 2/3를 공급하고 작물생육상태에 맞추어 부족한 경우 보충한다.
* 특히, 수박 수확기에 토양을 약간 건조하게 관리하는 경우, 지하수 상승이 발생할 수 있다는 점에 유의하여야 한다.
- 제공되는 물 공급량은 점적관수시설이 설치된 경우에 한하며, 그 외의 경우 아래 관개효율을 감안하여 물을 공급한다.

관수방법	점적관수	살수관수	고랑관수
관수효율	90%	70%	60%

예) 고랑관수 일 때, 관수량 = 제시된 관수량 / 관수효율 0.6

풋고추

○ 물 및 양분(밀거름·웃거름) 공급량

작기	물 (톤/10a)	양분(성분량, kg/10a)					
		밀거름			웃거름		
		질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
3월~7월	25~29	0.7	0.1	1.3	1.7	0.2	2.9

○ 재배기간별 관비처방서

풋고추		재배기간(3월~7월)			
생육단계 (week)		※ 재식주수 : 1,200주/10a			
		물(톤/10a)	웃거름 (g/10a)		
		점적관수	질소(요소)	인산(인산가리)	칼리(염화가리)
생육초기	1~2	-	-	-	-
	3	0.4-0.6	30	-	50
경엽신장기	4	0.6-0.9	30	-	50
	5	0.9-1.1	100	-	100
	6~7	1.3-1.5	100	20	150
	8	1.7-1.9	100	20	200

개화수확기	9~14	1.7-1.9	300	30	400
	15~16	1.7-1.9	350	90	400
	17~20	1.3-1.5	350	90	350
계		25-29	4,360	780	5,300

*요소(질소 46% 함유), 인산가리(인산 52%, 칼리 34% 함유), 염화가리(칼리 60% 함유)

○ 관비처방서 활용 방법

1. 시군농업기술센터로부터 작물 재배 전에 토양검정 받아야 한다.
2. 토양의 질산태 질소함량을 확인하여 표에 따라 밀거름을 공급한다.

- 비료공급량 중 밀거름과 웃거름의 비율 : 30% : 70%
- 밀거름 공급 기준(토양 중 질산태질소 농도)

NO3-N(mg/kg, ppm)	100 미만	100~200	200 초과
밀거름	전량공급(30%)	반량공급(15%)	미공급

예)혼합가축분퇴비(1.2-1.2-0.7%) 100kg(5포)당 질소(1.2kg), 인산(1.2), 칼리(0.7) 함유

3. 제공되는 관비처방서는 농산물 1톤을 생산할 때 필요한 물과 비료(웃거름)의 양이므로, 목표수량에 맞추어 물과 비료(웃거름)량을 결정한다.

예)목표수량이 5톤이면 제공되는 관비처방서 공급량에 5를 곱한다. 단 풋고추의 최대 목표수량은 풋고추(5톤/10a)이다.

- 작물을 심기 전에 고랑이 젖을 정도로 충분히 물을 준 경우에는 2~3주동안 물을 공급하지 않아도 작물생육이 가능하다.
- 제공되는 물 공급량은 비닐로 피복하여 지하로의 물 손실이 없으며, 지하수 또는 지표수에 의해 물이 공급되지 않은 조건에서 산정한 것이다.
- 하우스가 평탄지에 위치하여 지하수 또는 주변 논(담수된 상태)에서 물이 유입될 경우, 제공되는 물 공급량의 2/3를 공급하고 작물생육상태에 맞추어 부족한 경우 보충한다.
- 제공되는 물 공급량은 점적관수시설이 설치된 경우에 한하며, 그 외의 경우 아래 관개효율을 감안하여 물을 공급한다.

관수방법	점적관수	살수관수	고랑관수
관수효율	90%	70%	60%

예) 고랑관수 일 때, 관수량 = 제시된 관수량 / 관수효율 0.6

딸기

○ 물 및 양분(밀거름·웃거름) 공급량

작기	물 (톤/10a)	양분(성분량, kg/10a)					
		밀거름			웃거름		
		질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
9월~5월	38~45	0.8	0.1	1.1	1.8	0.2	2.5

○ 재배기간별 관비처방서

딸 기		재배기간(9월~5월)			
생육단계 (week)		(수량 1톤, 재식주수 10,000주/10a)			
		물(톤/10a)	웃거름 (g/10a)		
		점적관수	질소(요소)	인산(인산가리)	칼리(염화가리)
	1~2	2.0-2.2(스)	-	-	-

생육초기	3~4	1.6-1.8	50	-	20
	5~7	1.2-1.4	50	10	50
	8	1.0-1.2	50	10	50
	9~10	1.0-1.2	100	15	100
1화방 수확기	11	0.6-0.8	100	15	100
	12~13	0.6-0.8	150	15	100
	14~16	0.6-0.8	150	15	150
2화방 수확기	17~19	0.6-0.8	150	30	150
	20	1.0-1.2	150	30	150
	21~24	1.0-1.2	200	30	200
3화방 수확기	25~30	1.2-1.4	200	30	200
	31~35	1.4-1.6	100	20	150
계		38-45	4,450	680	4,540

*요소(질소 46% 함유), 인산가리(인산 52%, 칼리 34% 함유), 염화가리(칼리 60% 함유)

*(스)는 '스프링쿨러'에 의한 공급임.

*정식 전 고랑이 젖을 정도로 충분히 물을 준 경우, 2-3주간은 추가 관수를 하지 않아도 토양수분으로 작물이 생육 가능함.

○ 관비처방서 활용 방법

1. 시군농업기술센터로부터 작물 재배 전에 토양검정 받아야 한다.
2. 토양의 질산태 질소함량을 확인하여 표에 따라 밀거름을 공급한다.

- 비료공급량 중 밀거름과 웃거름의 비율 : 30% : 70%
- 밀거름 공급 기준(토양 중 질산태질소 농도)

NO3-N(mg/kg, ppm)	100 미만	100~200	200 초과
밀거름	전량공급(30%)	반량공급(15%)	미공급

예)혼합가축분퇴비(1.2-1.2-0.7%) 100kg(5포)당 질소(1.2kg), 인산(1.2), 칼리(0.7) 함유

3. 제공되는 관비처방서는 농산물 1톤을 생산할 때 필요한 물과 비료(웃거름)의 양이므로, 목표수량에 맞추어 물과 비료(웃거름)량을 결정한다.

예)목표수량이 5톤이면 제공되는 관비처방서 공급량에 5를 곱한다. 단 딸기의 최대 목표수량은 (5톤/10a)이다.

- 작물을 심기 전에 고랑이 젖을 정도로 충분히 물을 준 경우에는 2~3주동안 물을 공급하지 않아도 작물생육이 가능하다.
- 제공되는 물 공급량은 비닐로 피복하여 지하로의 물 손실이 없으며, 지하수 또는 지표수에 의해 물이 공급되지 않은 조건에서 산정한 것이다.
- 하우스가 평탄지에 위치하여 지하수 또는 주변 논(답수된 상태)에서 물이 유입될 경우, 제공되는 물 공급량의 2/3를 공급하고 작물생육상태에 맞추어 부족한 경우 보충한다.
- 제공되는 물 공급량은 점적관수시설이 설치된 경우에 한하며, 그 외의 경우 아래 관개효율을 감안하여 물을 공급한다.

관수방법	점적관수	살수관수	고랑관수
관수효율	90%	70%	60%

예) 고랑관수 일 때, 관수량 = 제시된 관수량 / 관수효율 0.6



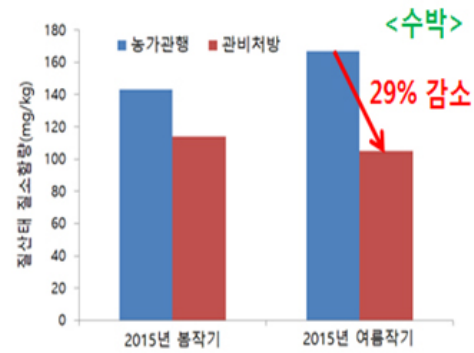


관비처방 효과



- 맞춤형 관비처방서를 적용한 결과, 물과 양분(질소)의 공급량과 이용률이 작물별로 다소 차이가 있었지만 평균적으로 물은 33%, 양분(질소)은 41%가 절감되는 효과를 나타냈다. 실제, 충남 부여에 위치한 수박재배 농가에서 기존 방법과 관비 처방을 비교한 결과, 물과 질소 공급량이 줄어 결과적으로 토양 중 질산태 질소의 집적을 약 29% 줄이는 효과가 있었다.

◦ 토양 중 질산태 질소 집적완화



▶ 관비처방(105~114ppm), 농가관행(143~167ppm)