

매트릭스형의 서방성(Sustained-Releasing) 수분 인지방출 농약제제 및 그 제조를 위한 서방성 방출분석

박해준* · 김성호 · 김화정

(주)바이오드림스

(2007. 2. 2. 접수. 2007. 3. 22. 승인)

A matrix-typed, sustained-releasing agent comprising agrochemical and the sustained-releasing product analysis for the preparation

Hae-Jun Park*, Sung Ho Kim and Hwa Jung Kim

Bio-Dreams Co. Ltd., BVC 204 KRIBB, Daejeon 305-333, Korea

(Received February 2, 2007; Accepted March 22, 2007)

요 약: 본 연구는 매트릭스형의 농약 활성물질을 포함하는 서방성 수분 인지제제 및 그의 제조방법에 관한 것이다. 산을 첨가한 커들란 용액에 망목구조를 가진 매트릭스가 형성되며 이 매트릭스에 열처리를 하게 되면 수용성이 없어진다. 본 매트릭스의 망목구조는 수분이 존재조건에서 열리며 건조조건에서는 다시 닫히게 된다. 그러므로 본 서방성 제형시스템에서는 수분이 있는 조건에서만 농약 활성물질이 제형에서 방출된다. 본 서방성 제제에 따른 구성을 이용하면 농약 활성물질의 효과 발현시기를 제어할 수 있고, 약해(藥害) 등의 발생을 경감시킬 수 있다.

Abstract: The present study relates to a matrix-typed, sustained-releasing agent comprising agrochemical effective ingredients being capable of recognizing a content of moisture, and a preparation method thereof. The curdlan solution added to acid was formed matrix which has unique network structure. The matrix treated by heat lost water solubility. The network structure of matrix was opened in the aquatic condition but closed again in dry condition. Therefore, in the sustained-releasing formulation system, an agrochemical effective ingredient was released from the formulation only in the aquatic condition. Use of the composition according to the product can control a manifesting time of effects of agrochemicals and can provide agrochemicals with reduced harmful damages.

Key words: sustained-releasing, agrochemical, curdlan

1. 서 론

상추, 오이, 토마토 등의 채소류 및 과수, 화훼류, 곡물류 등의 병충해 방제에 사용되는 농약 또는 이들

작물에 영양요소를 공급하기 위해 사용되는 비료는 일반적으로 물과 혼합된 액상 형태 또는 부형제와 혼합된 입체 형태를 가진다. 일반적 형태를 가지는 종래의 농약 또는 비료는 살포된 지역의 외부로 유출되거나

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)42-862-8711 Fax : +82-(0)42-862-8712

E-mail: sarpark@hanmail.net

나, 지산하거나, 증발되어 유효 성분 농도가 빠르게 감소된다. 이러한 이유로 통상 약효 지속 기간이 짧기 때문에 사용법상의 양 또는 농도 보다 과도한 양으로 여러 번 살포하는 경향이 있다. 이러한 과도한 농약 또는 비료의 사용은 농업인이나 작물 수요자의 건강 상에 여러 가지 약해를 일으키고 토양에 지속적인 살포 및 관수로 인한 염류집적, 부영양화 등으로 심각한 환경오염 문제를 야기하고 있다.

이에 따라, 고체상 또는 액체상의 각종 농약, 비료 등의 생물학적 활성물질에 서방성을 부여하여 한 번에 적절한 농도의 농약이나 비료를 살포하여 오랜 기간 동안 그 효과가 유지되도록 생물학적 활성물질의 활성 발현 시기를 제어하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 서방성 농약을 제조하는 방법으로는, 1) 농약 활성물질을 마이크로캡슐에 넣는 방법; 2) 농약 활성물질을 사이클로덱스트린에 접합시키는 방법; 3) 입체나 분체 등의 농약 제제 활성물질을 단독으로 또는 증량제 등과 함께 혼합하여 입자를 제조하고, 제조된 입자를 수지로 피복하는 방법 등이 알려져 있다.^{1,2}

최근에는 용제에 용해시킨 농약을 판상으로 사출한 생분해성 수지에 도입하여 서방성을 부여하는 방법이 알려져 있고 또한 농약 원제에 생분해성 폴리머를 혼합하여 클로로포름에 용해시킨 다음, 입상 제올라이트에 흡착, 가열한 후 클로로포름을 증발시켜 서방성 농약을 제조하는 방법이 이용되어 있다. 이들 방법에서는 생물학적 활성물질 원제를 용해하기 위해 유기용매의 사용이 불가피한데, 원제를 유기용매에 녹이게 되면 시장에서 요구하는 다량의 생리학적 활성물질을 탑재할 수 있는 서방성 제제를 제조하기가 어렵고 방출패턴 제어에도 제한이 따르게 된다.^{1,2} 농약 화합물의 종류에 따라서는 마이크로캡슐의 봉입이나 사이클로덱스트린과 접합 화합물이 될 수 없는 등의 이유로 서방성 제제로 제조할 수 없는 농약 화합물이 있다.^{1,2} 또한 종래 서방성 제제의 제조법을 적용하여 얻어진 농약 제제의 서방 효과가 불충분하여 서방성 농약의 목적중 하나인 생물학적 활성의 지속 및 연장이나 약해의 경감 등을 충분히 달성할 수 없는 경우도 많다.^{1,2} 서방성 농약의 제조 기술이 복잡하거나 사용되는 원재료가 고가이기 때문에 기술적 또는 경제적 측면에서 아직 해결해야 할 문제점들이 산재해 있다.^{1,2}

농약 원제는 대부분 물에 대한 용해도가 매우 낮기 때문에 유기용매 등에 용해시켜 사용하였으나 유기용매 자체가 독성이 있고 최근 환경문제가 대두되면서 기존의 농약제형 제조에 유기용매의 사용을 극히 제

한하고 있어서 유기용매를 사용하지 않고 간편하게 농약을 원제 형태로 직접 투여하여 서방성 농약 제제를 제조할 수 있는 방법의 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 관수에 의해서 방출조절 제어가 용이하여 적은 양으로도 우수한 효과를 발휘할 수 있는 친환경적인 서방성 농약제제의 개발하기 위하여 천연물소재의 특성을 이용한 수분인지형 제형을 제작하고 수분에 따른 농약방출 양상을 관찰하였다.

2. 실험방법

2.1. 시약 및 기기

본 연구에서 사용된 농약시료(이미자퀸, 메톨라클로르, 나프로파마이드)는 (주)영일케미컬의 제품을 사용하였고 이 시료들은 널리 시판되고 있는 선택적 제초 농약제제의 원제이었다. 서방성제형을 만들기 위하여 사용한 커들란은 Takeda사의 제품으로 식품공업용으로 사용되고 있으며 KOH 및 방출조절제로 사용한 아인산, 인산, 아세트산, 염산, 붕산은 Junsei사가 생산하는 특급시약이었다. HPLC로 서방성 방출을 분석하기 위하여 MILLI-Q™ water system (Millipore사)을 이용한 탈이온수와 유기용매로는 HPLC용 Acetonitrile (Merck사)를 사용하였다. 본 실험분석을 사용한 HPLC 장비는 휴텍스사가 개발한 NS 2100기종이며 컬럼은 GROM-SIL 120 ODS-5 ST(GROM사)를 사용하였다.

2.2. 서방성 농약제제의 제조

각각의 농약성분 물성에 따라 200 mL의 물에 다당류 1 내지 10 g, KOH 등의 무기 알칼리 0.3 내지 20 g을 용해하였다. 여기에 아인산, 인산, 아세트산, 염산 또는 붕산 등의 유기산 및 무기산으로 이루어지는 군에서 선택되는 1 또는 2 이상의 제 1 방출조절제를 첨가하여 용액의 pH를 12 내지 9로 조절하였다. 여기에 농약물질을 30 내지 150 g을 첨가하여 교반하고, 아인산, 인산, 아세트산, 염산 등의 유기산 및 무기산으로 이루어지는 군에서 선택되는 제 2 방출조절제를 첨가한 현탁된 용액을 준비하였다.

상기 농약물질이 함유된 용액과 다공성 담체 1000 g을 균질하게 혼합한 후 100°C에서 건조시켜 흡착 담체의 표면에 서방성 막을 형성하여 생물학적 활성물질의 서방성 제제를 제조한다. 이 때 상기 건조 온도는 농약성분물질의 내열성을 참조하여 임의로 정해질 수 있으며, 서방성 제제의 건조 정도는 수분이 40% 이하가 되도록 하였다.

2.3. 제제에 함유된 농약성분의 서방성 방출 분석 및 분석조건

상기 제제 1 g을 시험관에 넣고 5 mL의 2차증류수를 가하여 1일씩 방치하고 용액을 회수하는 과정을 반복하면서, 회수된 샘플에 동량의 메탄올을 넣은 후, 50 μ L씩을 취하여 HPLC(휴텍스 NS 2100)를 이용하여 분석하였다. 이때, 용액이 회수되고 남은 제제를 건조시킨 다음 반복실험에 사용하였다. 회수용액을 필터링한 다음 20 μ L를 HPLC에 주입하였으며 운송유속은 1.0 mL/min 이었다. 이때 사용한 운송용매는 56% Acetonitril용액이었다. 모든 시료들은 UV 254 nm에서 측정되었다.

2.4. 생물검정분석조건

자연상태에서 수분인지 서방성 방출 측정하기 위하여 예초 후 2일이 경과된 잔디에 각 3.3 m²씩 3개 세트를 준비하고, 각 세트 마다 시료 물질 10 g을 처리하였다. 비제형농약처리구(Non-formulation)는 입제 농약 제조에 있어서 통상적으로 사용되고 있는 폴리비닐알코올(PVA)에 이용하여 농약을 모래 흡착시킨 다음 처리하였다. 이후 60일, 120일 경과 시 마다 발생한 잡초의 종류와 수를 측정하였다.

3. 결 과

3.1. 다당류의 겔화 테스트

커들란 2.5 g을 물 200 mL에 넣고 KOH 8.3 g을 첨가하여 용해시킨 후 각각 2.5, 5.0, 10.0 g의 아인산(H₃PO₃), 인산(H₃PO₄), 아세트산(CH₃COOH) 및 염산

Table 1. Effect of organic acid for a gelification of curdlan

acid	add(g)	pH	gelation
H ₃ PO ₃	2.5	13.2	-
	5	13.0	-
	10	5.61	++
H ₃ PO ₄	2.5	13.1	-
	5	11.7	++
	10	3.45	+++
CH ₃ COOH	2.5	13.3	-
	5	13.2	-
	10	5.53	++
HCl	2.5	12.5	-
	5	2.0	+++
	10	1.0	+++

-; non-gelification +;soft ++;hard +++; very hard

(HCl)을 첨가하여 충분히 교반하여 각각의 pH를 측정하였다. 이후 각 시료들을 겔화시켰다. pH 및 겔화의 정도를 Table 1에 나타내었다. 표에서 볼 수 있듯이, 유기산 2.5 g 첨가한 경우 pH가 13.1 내지 13.3이었고, 인산 5 g을 첨가한 경우 pH가 11.7 정도에 이르렀고 겔화가 일어났다. 10 g을 첨가한 경우 모든 처리구에서 강력한 겔화가 일어났다. 즉, 겔화의 정도는 유기산의 첨가량 보다는 유기산 첨가에 의한 pH 변화에 민감함을 알 수 있었다. 원활한 겔화를 위해서는 커들란 용액의 pH가 11 이하로 되는 것이 요구되었다.

3.2. 유기산에 의한 다당류의 생분해방지 테스트 1

자연과 같은 조건에서 서방성 제제의 매트릭스 막이 생분해되는 시간을 측정하였다. 물 200 mL에 커들란 2.5 g을 넣고 KOH 0.83 g을 첨가하여 충분히 교반한 뒤, 초음파로 1 분간 열을 가해서 겔화한 대조구(AC, BC, CC)와 커들란 2.5 g을 물 200 mL에 넣고 KOH 0.83 g을 첨가하여 용해시킨 후 Table 2에 기재된 양으로 유기산을 첨가하고 초음파로 1분간 가열하여 겔화한 처리구(A1 내지 C3)를 제조하였다. 제조된 대조구 및 처리구 각각 5 g 씩을 포장에서 채취한 토양에 3 cm 깊이로 묻고 20 내지 25°C의 식물재배용 온실에 보관하면서 3일 간격으로 관수를 하여 3개월 후 및 9개월 후에 잔존여부를 확인하였다 아인산 0.5g 이상, 인산 0.42 g 이상 또는 초산 0.39 g 이상 첨가된 처리구의 경우 상당량이 잔존하고 있음을 알 수 있다 (Fig. 1). 또한, 9 개월 경과 후에는 모든 처리구에서 잔존량이 관찰되지 않았다.

3.3. 활성물질이 함유된 서방성막의 제조 및 서방화 테스트

유화성(소수성 액상물질)이 높은 메톨라클로르(97.8%)가 100 °C에서 4 분간 열처리한 후에도 각각 따로 분리되지 않고 커들란 매트릭스 내에 유지되는

Table 2. A preparation to detect biodegradation delay effect of products in soil

add acid					
sample	H ₃ PO ₃ (g)	sample	H ₃ PO ₄ (g)	sample	CH ₃ COOH (g)
A1	1.0	A2	0.84	A3	0.78
B1	0.5	B2	0.42	B3	0.39
C1	0.33	C2	0.28	C3	0.26

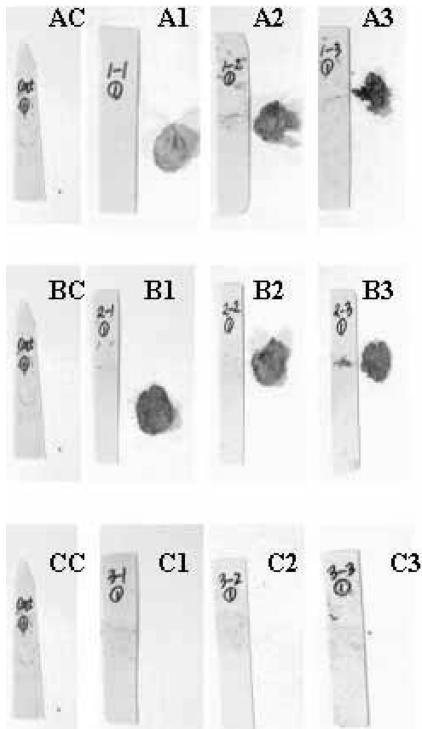


Fig. 1. Biodegradation delay effect of products in soil condition, as a function of organic acids.

지 알아보기 위하여 본 성분이 함유된 여러 커들란 매트릭스 서방성 막의 형성유무를 시험하였다. 물 50 mL에 커들란, KOH, 인산(H_3PO_4), 메톨라클로르(97.8

%) 및 인산을 Table 3에 기재된 양과 순서대로 첨가하고 고르게 강제 교반한 후, 내용물을 유리 페트리디쉬에 20 mL씩 따르고 102 °C에서 4분간 열처리하였다. Fig. 2에서 Meto-A, Meto-B 및 Meto-C는 방출조절제인 인산을 농약 활성물질과 동시에 혼합하여 제조된 커들란의 서방성 매트릭스막이며 Meto-D는 혼합 후 2차방출조절제를 투여하여 제조한 커들란의 서방성 매트릭스막이다.

열처리 후 커들란 매트릭스막과 농약 원제 메톨라클로르(97.8%)의 분리 여부를 직접 확인할 수 있었으며, Fig. 2에서 보이는 바와 같이, Meto-D는 농약 활성물질 원제가 커들란 서방성 매트릭스막에서 분리되지 않았으나 Meto-A, B 및 C는 분리되었다.

3.4 분말상 농약활성물질이 서방성막에 함유된 서방성 제제의 제조

물 200 mL에 커들란 1.25 g, KOH 0.4 g 및 암모니아 수용액(NH_4OH) 0.8 mL를 첨가하여 용해시킨 후, 산성 농약 원제 이마자퀸(98%) 30.6 g을 첨가하여 용액의 pH를 12 내지 9로 조절하여 강제 교반시킨 다음, 제 2 방출조절제인 인산(H_3PO_4) 2 mL를 첨가하여 커들란의 겔 격자 간격을 충분히 좁혀 활성물질 용액을 준비하였다.

상기 활성물질이 함유된 용액과 건조 구조토 1000 g을 균질하게 혼합하고, 100 °C에서 수분이 약 35% 이하가 되도록 건조시켜 흡착담체의 표면에 서방성

Table 3. A preparation to produce sustained-releasing agrochemical membrane

sample	DDW	curdlan	KOH	H_3PO_4 (first)	Metolachlor	H_3PO_4 (second)
Meto-A	50 mL	0.5 g	0.415 g	0.48 mL	23.5 mL	-
Meto-B	50 mL	0.5 g	0.415 g	0.48 mL	47 mL	-
Meto-C	50 mL	0.5 g	0.415 g	0.24 mL	47 mL	-
Meto-D	50 mL	0.5 g	0.415 g	0.24 mL	23.5 mL	0.18 mL

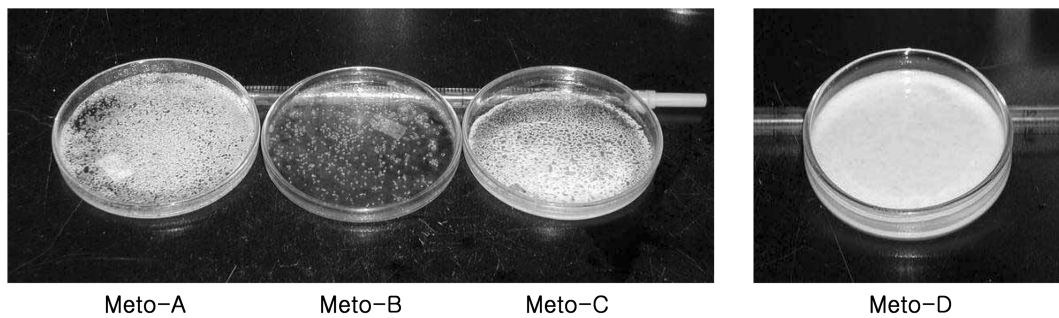


Fig. 2. 3 sustained-releasing membranes contained Metolachlor.

Table 4. Measurement of sustained-releasing agrochemical from product. Samples were added with 5 mL water respectively

Water add (times)	Imazaquin	Metolachlor	Napropamide
1	12.33%	2.93%	5.06%
2	11.64%	4.53%	4.17%
3	5.86%	4.41%	2.99%
4	6.08%	4.31%	1.97%
5	9.30%	3.32%	3.57%

막을 형성함으로써 서방성 제제를 제조하였다. 상기 제제를 실험방법에 제시한 방법으로 용액 중의 이마자퀸 함량을 분석하였다. 제제에 포함되어 있는 이마자퀸의 함량을 100 %로 하여 관수 횟수에 따른 약제 방출량(%)을 정량화하였다(Table 4). 그 결과 우수한 서방성이 나타남을 알 수 있었다.

3.5. 강산, 강알칼리에 쉽게 분해, 변성되는 분말상 농약활성물질이 서방성 막에 함유된 서방성 제제의 제조

물 200 mL에 커들란 1.25 g을 넣고 KOH 0.83 g을 첨가하여 용해시킨 후, 농약 원제의 원활한 교반을 위하여 계면활성제 2 mL를 첨가하고 인산(H_3PO_4) 0.36 mL를 첨가하여 pH를 12 내지 9로 조절한 후, 원제 상태의 나프로파마이드 (76 %) 32.89 g을 첨가하여 고르게 강제 교반하고, 중성 또는 약알칼리에서 커들란 겔의 격자 간격을 충분히 좁히기 위하여 제 2 방출조절제로 붕사 1 g을 첨가하여 활성물질 용액을 준비하였다.

상기 농약성분이 함유된 용액을 3.4에서와 같이 건조시켜 흡착담체의 표면에 서방성막을 형성함으로써 나프로파마이드 서방성 제제를 제조하였다. 상기 제제를 실험방법에 제시한 방법으로 용액 중의 나프로파마이드의 함량을 분석하였다 제제에 포함되어 있는

Table 5. Effect of the sustained-releasing formulation with Imazaquin on the control of weeds compared to non-formulation with Imazaquin in glass field. The results were detected 60 days after treatment

Treatment	Weed				
	A	B	C	D	E
product	0	0	0	5	0
non-formulation	10	131	16	15	1
non-treatment	14	>1000	>100	192	24

A: Erigeron annuus B: Digitaria ciliaris C: Panicum bisulcatum D: Chenopodium album E: Taraxacum platycarpum

나프로파마이드의 함량을 100 %로 하여 관수 횟수에 따른 약제방출량(%)을 정량화하였다(Table 4). 그 결과 우수한 서방성이 나타남을 알 수 있었다.

3.6. 소수성 액상 농약활성물질이 서방성 막에 함유된 서방성 제제의 제조

물 100 mL에 커들란 1 g과 KOH 0.83 g을 첨가하여 용해시키고, 커들란 겔화가 진행되는 인산(H_3PO_4) 량 0.84 mL의 절반 수준인 0.48 mL를 첨가하여 커들란 격자를 느슨하게 만들고, 농약 원제 메톨라클로르 (97.8 %) 47 mL를 넣고 강제 교반한 다음, 커들란 겔의 격자 간격을 충분히 좁혀 주기 위하여 제 2 방출조절제로 인산 0.36 mL를 첨가하여 활성물질 용액을 준비하였다.

상기 농약성분물질이 함유된 용액을 3.4에서와 같이 건조시켜 흡착담체의 표면에 서방성막을 형성함으로써 메톨라클로르 서방성 제제를 제조하였다.

상기 제제를 실험방법에 제시한 방법으로 용액 중의 메톨라클로르의 함량을 분석하였다.제제에 포함되어 있는 메톨라클로르의 함량을 100 %로 하여 관수 횟수에 따른 약제방출량(%)을 정량화하였다(Table 4). 그 결과 우수한 서방성이 나타남을 알 수 있었다.

Table 6. Effect of the sustained-releasing formulation with Imazaquin on the control of weeds compared to non-formulation with Imazaquin in glass field. The results were detected 120 days after treatment

Treatment	Weed									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
product	69	4	9	0	0	0	0	0	0	0
non-formulation	592	14	10	4	6	1	124	8	0	0
non-treatment	416	0	44	108	0	3	0	6	192	32

a: Luzula capitata b: Rumex acetosa c: Plantago camtschatica d: Setaria glauca e: Ixeris japonica
f: Equisetum arvense g: Kummerowia striata h: Erigeron annuus i: Trisetum bifidum j: Ajuga multiflora

3.7. 서방성 농약의 포장 실험

상기 3.4 에서 제조된 이마자퀸 서방성 제제가 실제 포장에서 서방성 효과가 나타나는지 확인하였다. 아자자퀸은 잔디포장에 사용되는 선택적 제초제이므로 상기 2.4에서 언급한 방법으로 실험을 진행하였다.

각각의 제제를 처리한 이후 발생되는 잡초종을 파악하고 그 개체수를 측정하여 서방성 여부를 관찰하였다. 60일째에 잡초의 발생상황을 1차 조사하고 120일째 2차 최종 조사하여 그 결과를 각각 Table 5와 Table 6에 나타내었다. 본 서방성제제 처리구(Product)에서는 처리 후 4개월 이후에도 농약 활성이 유지되었으나 비제형농약처리구에서는 처리 후 2개월 정도에서 활성이 상당히 떨어지기 시작하여 4개월 이후에는 활성이 없어지는 것을 알 수 있었다.

4. 고 찰

상기와 같은 과정을 거쳐 제조된 본 연구에 따른 서방성 제제는, 농약활성물질이 함유된 서방성 커들란 매트릭스 막이 다공성 담체에 고농도로 흡착되며 일단 흡착된 농약활성물질은 담체 구조에 의해 수분의 흡수가 상당히 조절되고 담체 내부의 수분이 일정 한계에 이르면 커들란 매트릭스의 격자가 느슨해져서 농약활성물질이 방출된다. 다시 수분량이 줄어들면 커들란 매트릭스의 격자가 복원되어 농약활성물질의 방출이 중지된다. 이런 방식은 관수에서 재배되는 농업 포장 환경에서 수분인지형 서방성제형으로서 우수한 기능을 발휘할 수 있다. 또한 방출조절제로 첨가된 아인산, 인산, 아세트산, 염산, 또는 붕산 등의 유기산 및 무기산은 다당류 성분이 세균 등에 의해 급격하게 분해되는 것을 방지하여 서방성 막의 내구성을 유지시켜준다.

본 서방성 제제에 있어서, 사용한 다당류 커들란은 알카리 용액에 잘 녹으며 산성물질이 첨가되면 망목 형태의 매트릭스 구조를 만든다.^{3,4} 또한 80°C이상에서 열처리를 하면 비가역적 성질을 띄게 되어 변성되지 않는다.^{3,6} 산도에 따라 격자가 조절되므로 유기산의 첨가량에 따라 격자를 조절하여 방출을 조절할 수 있으므로 ‘방출조절제’는 농약 활성물질의 첨가 전과 후에 다당류의 매트릭스 격자 크기를 조절하기 위해 첨가되는 유기산, 무기산 또는 이들의 혼합물이다. 제 1 방출조절제와 제 2 방출조절제는 첨가되는 시기에 따른 구분으로 각각 동일한 화합물을 사용하거나 또는 상이한 화합물을 사용할 수 있다. 바람직하게는,

상기 방출조절제는 아인산, 인산, 아세트산, 염산, 붕산 또는 이들의 혼합물 중에서 선택된다. 제 1 방출조절제는 생물학적 활성물질을 첨가하기 전에 다당류와 무기 알칼리가 용해된 기재 용매 용액의 pH 조절을 위하여 1차적으로 첨가된다. 즉, 다당류와 무기 알칼리를 함유하는 기재 용매의 pH가 12 내지 9가 되도록 제 1 방출조절제를 첨가하는데, 생물학적 활성물질이 산성이면 제 1 방출조절제는 첨가하지 않을 수 있다.

상기한 바와 같이 제조된 다당류, 무기 알칼리, 제 1 방출조절제 및 생물학적 활성물질을 포함하는 기재 용매 용액은 pH 12 부근에서 겔화가 진행되기 시작한다. 여기에 추가적으로 제 2 방출조절제를 첨가하는데, 제 2 방출조절제가 첨가되면 다당류에 의해 형성된 매트릭스의 격자 크기가 줄어들게 되어 생물학적 활성물질이 격자 내에 포집되므로 보다 많은 양의 농약 활성물질 원제가 매트릭스 내에 함유될 수 있다. 제 2 방출조절제는 전체 용액의 겔화가 완료될 때까지, 바람직하게는 전체 용액의 pH가 9 이하로 될 때까지 첨가한다.

다공성 담체로는 흔히 토양개량제와 농약 제조시 부형제 및 증량제의 주성분으로 사용되는 천연광물 제올라이트, 펄라이트(pearlite), 버미큘라이트(vermiculite), 규조토 등 토양친화성이 있는 담체라면 어느 것이라도 사용될 수 있고 상기 담체는 천연 그대로의 것을 사용할 수도 있고, 내부의 불순물을 제거하고 담체 내부의 상태를 최상의 조건으로 만들기 위해 원석을 600°C 이상의 고온으로 처리한 것, 즉 소성된 담체를 사용할 수도 있다. 다공성 담체선택은 농약성분의 물성이나 함유량 및 방출조절 사양에 따라 선택이 가능하다.

농약활성물질의 원제성상으로는 액상과 분말상이 일반적이다. 그중에서는 산과 알칼리에 약한 성분이 많아 각각 대표적인 농약원제 성분을 선택하여 본 서방성 제제를 제조하였다. 다당류의 함량, 방출조절제의 함량을 각각 달랐으나 수분을 인지하여 우수한 서방성을 나타내었으며 다른 농약성분 활성물질에 대해서도 그 적용의 폭이 넓음을 시사하고 있다.

일반적으로 식물병원균이나 잡초는 관수 후나 강우가 있을 후 대발생하는 경향이 높으므로 본 서방성제제의 농업용 살균제 또는 제초제와 사용할 경우 필요 한시기에 필요한 양만큼 농약성분을 방출하는 것이 가능하므로 농약사용량을 대폭 감축할 수 있으며 환경오염방지에 일조할 수 있다. 아울러 제조생산에 있어 유기용매를 전혀 사용하지 않아도 되어 제조경비

를 절감할 수 있고 청정생산에도 이바지 할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에 의해서 개발된 서방성 제제를 이용하면 관수나 강우에 의해서 농약 활성물질의 효과 발현을 위한 방출시기 및 방출량을 효과적으로 제어할 수 있다. 따라서 고농도의 농약을 짧은 주기로 반복해서 투입하지 않아도 그와 동일한 효과를 얻을 수 있다.

농약활성물질을 포함하는 서방성 제제를 이용하여 관수량, 관수 시기 또는 관수 횟수 등을 조절할 수 있으므로 농약활성물질의 효과 발현시기를 제어할 수 있어서 농업에서는 농약의 사용량 및 일손을 대폭 절감할 수 있을 뿐 아니라 약해 등의 위험이 거의 없으며 환경보존과 농약 또는 비료의 청정생산에도 긍정적인 효과를 얻을 수 있다.

참고문헌

1. T. Ohtsubo, *J. Pestic. Sci* **28**, 376-378 (2003).
2. K. Tsuji, *J. Pestic. Sci* **28**, 371-375 (2003).
3. H. Saito, T. Ohki, and T. Sasaki, *Biochemistry* **16(5)**, 908-914 (1977).
4. H. Saito, K. Okumura and T. Harada, *New food Ind.* **20**, 49-57 (1978).
5. B. A. Stone and A. E. Clark, "Chemistry and Biology of (1,3)-beta-Glucan". La Trobe Univ. Press, Victoria, Australia, 1992.
6. W. S. Fulton and E. D. T. Atkins, T "Fibre diffraction methods", 385-410, American chemical society, Washington. D.C., U.S.A., 1980.