한국식물보호학회지 : 제22권 제 2 호
Korean J. Plant. Prot. 22(2) : 84~97(1983)

우리나라에서의 新農藥 開發展望

朴 英 善

Feasibility of New Pesticide Development in Korea

Young-Sun Park

Abstract

Under the limited arable land, the enhancement of agricultural productivity is indispensable to provide the food demand which is concomitant with the rapid increase in population.

From this viewpoint, the upbringing and dissemination of high-yielding varieties has been promoted continuously and several modifications in cultural practices, including heavy fertilization, dense planting, and early transplanting, also have been gradually developed.

However, these changes in cultivation have led to the increased outbreak of insect pests and diseases. And this unexpected results have accelerated the number and complexity of pesticides employed as well as their consumption.

Even though pesticides are essential materials contributing to the steady production of agricultural crops, large scale consumption of them has given rise to several adverse impacts, such as mammalian hazard and/or environmental contamination.

In this respect, recent development of new pesticides has been concentrated on "safe pesticide", as it were, that has the highly selective properties without unfavorable side influences on other ecosystem.

According to literature cited up to now, feasibilities of safe pesticide development would be summarized as two categories.

One of them is the development of chemical pesticides, which include the molecular structu re modification of established pesticides for increased safety and synthesis of new safe chemicals which can attack the vulnerable point of physio-ecological characteristics in insect pests and diseases.

The other is the biological pesticides which comprise natural enemies and microorganisms to act selectively on confined insect pests and diseases.

In addition, improvement of physico-chemical properties of available pesticide formulations would be one of the desirable means for safe pesticide development in view of efficacy enhancement and minimization of hazardous properties.

For safe pesticide development, various approaches are feasible and needed to study, however, long period and much financial outlay are necessary to develop a new item. And under the present situation in Korea, there are many difficulties for performing research on all the possible routes.

Therefore,combined pesticides by the reasonable combination of already registered pesticides evaluated as the fairly safe pesticides and safe formulation based on their physico-chemical

農藥硏究所(Agricultural Chemicals Research Institute, Office of Rural Development, Suweon 170, Korea)

properties would be developed primarily. And many efforts would be given gradually for the development of new chemical and biological pesticides.

緖　論

急增하는 人口에 對處하여 食糧의 自給度를 向上시키기 爲하여는 農業生產物의 量的 增大가 不可避한 實情이며 生產量의 生產手段인 多收性 品種의 育成普及, 肥料使用量의 增加 및 早期, 密植栽培等 農業技術의 發達은 增產爲主의 農業經營으로 發展하기에 이르렀고 病害虫의 發生樣狀이 多樣化되게 되었을 뿐만아니라 病害虫의 發生을 더욱 助長하는 結果를 招來하게 되어 새로운 農藥의 開發普及과 大量生產供給이 切實히 要求되고 있다.

우리나라에 있어서도 1940年代 以來 合成農藥이 使用되어 왔으나 1970年代부터 食糧의 自給達成을 爲한 多收性 新品種이 育成普及되고 그림 1에서 보는 바와 같이 單位面積當 生產量을 增大시키기 爲한 手段의 하나로 栽植密度 및 肥料使用量의 增加로 病害虫의 發生樣狀이 多樣化되었을 뿐만아니라 그 發生量도 增加됨에 따라 그림 2에서와 같이 農藥使用量이 1970年度에 比하여 1980年度에는 約 5倍나 增加되었다.

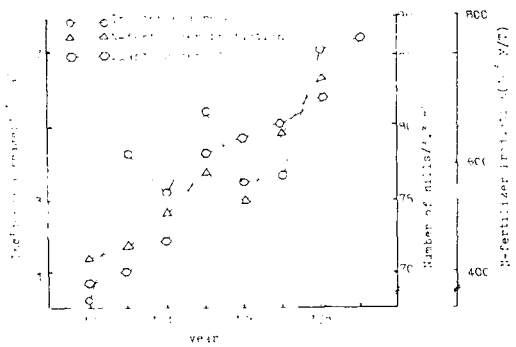


Fig. 1. Annual changes in planting density of rice amounts of N-fertilizer production, and incidence area of diseases and insect pests.

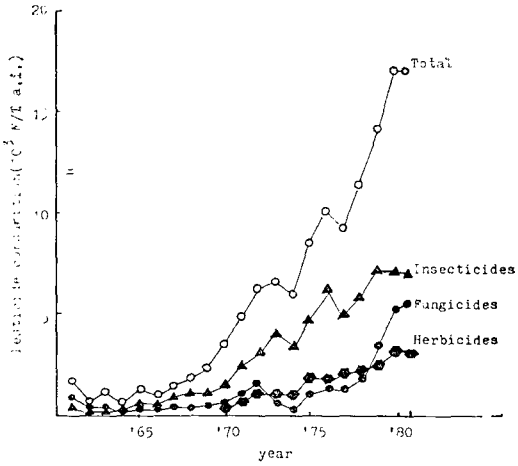


Fig. 2. Annual consumption of pesticides.

이와같이 使用量이 增加되고 있는 農藥은 表 1에서와 같이 1973年 以前에는 農藥原體를 全量 外國으로부터 輸入하여 國內에서 製劑, 使用하여 왔으나 國內 精密化學의 發展에 힘입어 1980年 現在로는 28種의 原體가 國內에서 合成되어 供給되고 있고 農藥의 國產化率이 56%에 達하고 있으며, 農藥의 劑型도 多樣하게 製造流通되고 있다.[16]

그러나 農藥이 農業生產 增大에 크게 功獻하여 온것만은 事實이나 다른 한편으로는 負의 影響도 생각하지 않을 수 없다. 即 病害虫 防除를 爲하여 使用되는 農藥에 依하여, 取扱 不注意에서 惹起되는 取扱者의 中毒과 農作物에 撒布된 農藥의 一部가 農作物 또는 自然生態系에 殘留하므로서 人畜이나 自然環境에 주는 影響도 無視할 수는 없다.

따라서 우리나라에서는 以上과 같은 여러가지 面을 考慮하여 農藥을 毒性程度에 따라 區分하고 表 2에서와 같이 毒性等級에 따라 法的으로 使用을 規制하고 있으며 殘留性이 긴 農藥으로 알려진 BHC, DDT, Heptachlor 等의 有機鹽素系 農藥과 有機水銀系 農藥은

Table 1. Local pesticide technical production and self-sufficiency

	1973	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80
Total consumption(M/T)	5,038	7,137	8,454	10,338	9,117	11,307	14,454	16,132
Local production(M/T)	137	1,445	2,756	4,019	3,660	4,466	7,942	9,109
Self-sufficiency(%)	2	15	39	36	39	34	51	56
Export(M/T)	—	545	364	347	153	681	590	715

Table 2. Limitation of pesticide handling by different toxicity

Pesticide	Distributor	Restricted crops		Dealer
Extremely toxic pesticide	Office of Supply Office of monopoly Office of Forestry Agr. Cooperatives	Parathion EC Ometan Lq Temik G	Vegetables & Fruit trees Pine tree	Temik G-Dealer certified by Office of Forestry
Highly toxic pesticide	No restriction except for two extremely toxic pesticides (phostoxin and methyl bromide fumigants)	Crops except for rice plant		Phostoxin and methyl bromide fumigants-national distributors and certified importors
Moderate toxic pesticide	No restriction	No restriction		No restriction
Water residual pesticide (captan)	No restriction	No restriction		No restriction

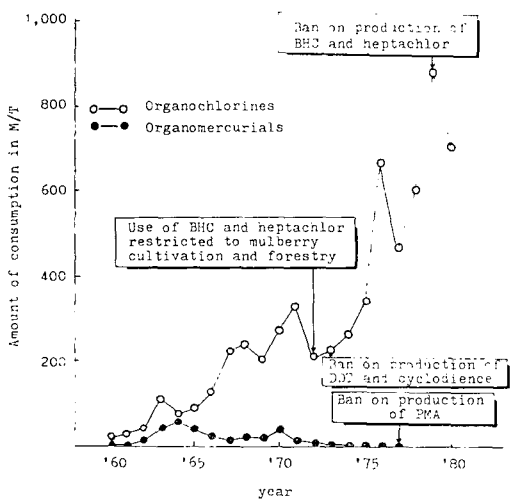


Fig. 3. Annual consumption of organomercurials and organochlorines.

그림 3에서와 같이 1979年 以後 이미 生産 및 使用을 禁止하고 있다.

以上에서와 같은 與件下에서 앞으로의 農藥開發은 全世界的으로 病害虫의 防除効率增大 뿐만아니라 安全性 提高를 爲한 硏究가 活發히 進行되고 있다. 따라서 筆者는 現在까지 알려진 知識으로 우리나라 實情에서 開發可能한 安全性이고 低毒性인 農藥의 開發展望에 對하여 記述하고저 한다.

1. 低毒性 有機合成 農藥開發

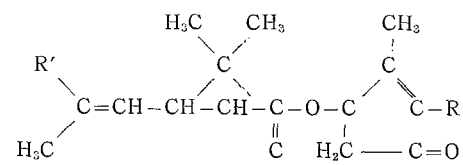
1. 分子設計에 依한 農藥開發

새로운 農藥의 開發은 天然物質이나 旣知의 化合物中 農藥으로서 利用可能한 基本物質을 究明한 後 이들 天然物質 또는 旣知 化合物의 構造中 一部의 基(radical) 또는 原子團을 變更하여 病害虫의 防除効率을 增大시킴과 同時에 人畜에 安全하고 自然生態系에 影響이 없는 化合物을 合成하는 것으로[14] 現在 使用하고 있는 大部分의 農藥이 이러한 分子設計에 依하여 開發되었으며 앞으로도 더욱 많은 새로운 農藥이 開發될 것이다.

分子設計에 依하여 開發을 期待할 수 있는 化合物을 보면 優先 pyrethroid系 化合物로서 그 基本骨格은 表 3에서와 같이 除虫菊(Chrysanthemum cinerarieflium)의 乾花中에 含有한 pyrethrin Ⅰ, Ⅱ, Jasmolin Ⅰ, Ⅱ 및 Cinerin Ⅰ, Ⅱ 中 主要成分인 pyrethrin Ⅰ로서 pyrethrin은 速効性, 低毒 및 易分解性 物質로서 人畜에 安全하며 生物濃縮이 없어 安全性面에서는 適合한 農藥이라 하겠으나 自然狀態下에서 光分解 및 酸化에 依한 分解가 너무 迅速[1,13]하여 農藥으로 利用하는데 制限을 받아왔다.

이와같이 pyrethrin의 農藥으로서의 未備點을 人爲的으로 補完시키기 爲하여 그림 4와 같이 pyrethrin의 化學構造를 여러가지로 變更시키므로서 殺虫性과 安定

Table 3. Chemical structure of active ingredients in natural pyrethroid insecticide



	R′	R
Pyrethrin Ⅰ	CH_3	$CH_2CH=CHCH=CH_2$
Pyrethrin Ⅱ	$COOCH_3$	$CH_2CH=CHCH=CH_2$
Jasmolin Ⅰ	CH_3	$CH_2CH=CHCH-CH_3$
Jasmolin Ⅱ	$COOCH_3$	$CH_2CH=CHCH-CH_3$
Cinerin Ⅰ	CH_3	$CH_2CH=CHCH_3$
Cinerin Ⅱ	$COOCH_3$	$CH_2CH=CHCH_3$

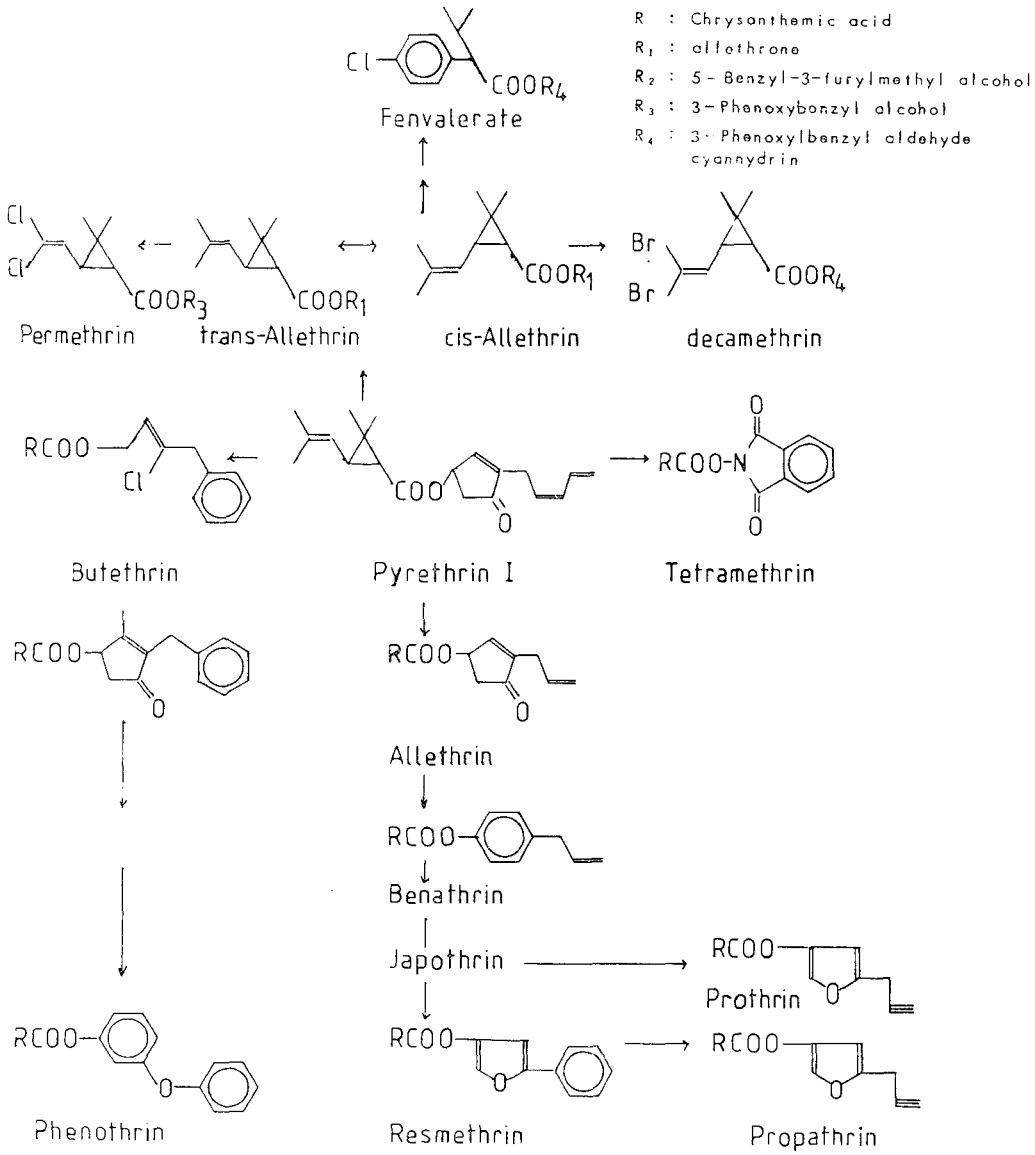


Fig. 4. Schematic diagram of pyrethroids development process

生을 强化시킨 各種 誘導體(pyrethroid)의 開發이 世界的으로 活發히 進行되어[26] 現在 實用化되어 使用되고 있는 것이 많다.[2,3,4,5,6] 이들 化合物中에는 fenvalerate와 같이 構造上으로 보아 pyrethrin과 전혀 相異한 化合物도 있으나 生物에 對한 作用性이 天然 pyrethrin과 同一하여 이들 化合物도 pyrethroid系 殺虫劑의 範疇에 넣어 取扱하고 있다.

pyrethroid系 化合物은 그 構造上으로 보아 不齊炭素原子의 含有 및 cyclopropane ring을 含有하고 있어 몇가지의 光學異性體 및 立體異性體가 있을 수 있으며[6] 이들 各 異性體는 殺虫性 및 生物體內 代謝分解等이 各各 相異하므로 앞으로 各 異性體 個個의 特性을 究明하므로서 더욱 많은 pyrethroid系 殺虫劑의 開發이 期待된다.

稻熱病 防除藥劑인 polyoxine은 곰팡이의 細胞壁 構成物質인 chitin 合成을 阻害하는 抗生物質로서 生體內 chitin合成酵素의 基質인 UDP-N-acetylglucosamine과 構造가 類似하고 chitin合成酵素에 對한 親和性이 基質인 UDP-N-acetylglucosamine보다 높아 基質과 競爭的으로 作用하여 chitin合成을 阻害하는 것으로 알려져

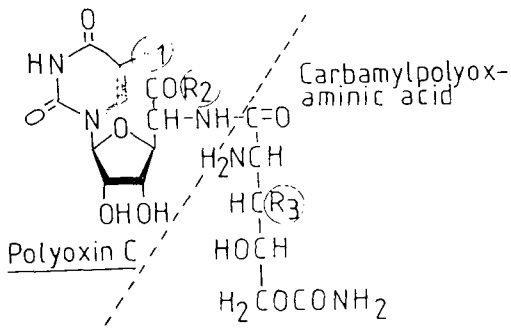
있다.[9]

이와같이 polyoxine의 chitin合成 沮害作用은 polyoxine 分子構造의 變更에 따라 相異하여 表 4에서와 같이 構造中 carbamyl polyoxaminic acid는 polyoxine의 活性에 없어서는 않될 基本物質임을 알 수 있다. polyoxaminic acid는 活性과 無關함을 알 수 있으며 R_1은 CH_2OH나 COOH 中 어느것이나 chitin合成 沮害效果를 보이나 R_2 및 R_3는 hydroxyl radical(-OH)인 境遇에만 가장 效果的인 chitin 合成沮害作用을 갖

Table 4. Structure-activity relationship in polyoxin analogs

Polyoxine	R_1	R_2	R_3	Rate of chitin* synthesis inhibition(%)
A	CH_2OH	P_0A	OH	87
B	CH_2OH	OH	OH	95
C	CH_2OH	OH	—	0
D	COOH	OH	OH	89
E	COOH	OH	H	41
F	COOH	P_0A	OH	86
G	CH_2OH	OH	H	82

*treatment at 100μg/ml

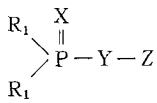


고 있음을 알 수 있다.[27] 앞으로도 各 位置의 racdical 또는 原子團의 變更으로 chitin 合成을 沮害하는 더욱 效果的인 化合物의 開發이 期待된다.

有機燐系 農藥에 있어서도 基本骨格 $\begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!>\!\overset{\overset{X}{\|}}{P}-Y-Z$ 中에서 R_1, R_2, X, Y, Z에 置換되는 radical 또는 原子團의 種類에 따라 毒性 및 藥效가 相異하게 된다.

有機燐系 農藥의 構造變更에 따른 毒性은 表 5에서와 같이 X, Y 및 Z位置에 同一한 radical 또는 原子團이 置換되어 있을 境遇에는 R_1 및 R_2 位置에 methoxy

Table 5. Variety of biological activities of some closely related phosphorus ester insecticides



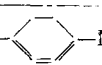
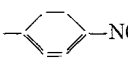
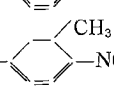
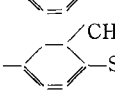
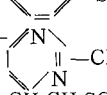
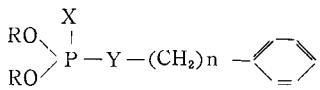
R 1	R 2	X	Y	Z	Common name	LD_{50}(mg/kg) Oral	Dermal
CH_3O-	CH_3O-	S	O		Methyl parathion	9~25(rat)	300~400(rabbit)
C_2H_5O-	C_2H_5O-	S	O	〃	Parathion	3.6(female rat)	6.8(female rat)
C_2H_5O-		S	O	〃	EPN	26(rat)	420(rabbit)
CH_3O-	CH_3O-	S	O	$-CH_2CH_2SC_2H_5$	Dimeton-O-methyl	180(rat)	—
CH_3O-	CH_3O-	O	S	$-CH_2CH_2SC_2H_5$	Dimeton-S-methyl	64(rat)	—
CH_3O-	CH_3O-	S	S	〃	Thiometon	120~130(rat)	>1,000(rat)
CH_3O-	CH_3O-	S	O		Methyl parathion	9~25(rat)	300~400(rat)
CH_3O-	CH_3O-	S	O		Fenitrothion	800(rat)	1,300(rat)
CH_3O-	CH_3O-	S	O		Fenthion	225~298(rat)	330(rat)
CH_3O-	CH_3O-	S	O		Diazinon	300~400(rat)	3,600(rabbit)
CH_3O-	CH_3O-	S	O	$-CH_2CH_2SC_2H_5$	Dimeton-O-methyl	180(rat)	—

Table 6. Biological activity of IBP its analogs against rice blast



R	X	Y	n	Inhibition of mycelium growth(%)	Fungicidal activity to rice blast(%)
Ethyl	O	S	1	>80	>80
Iso-propyl	O	S	1	>80	>80
n-Butyl	O	S	3	>80	>80
Iso-propyl	O	O	1	>60	—
n-Propyl	O	O	3	>80	—
n-Butyl	O	O	1	>80	—
Ethyl	S	O	1	—	—
Iso-propyl	S	O	3	—	—
Iso-propyl	S	S	1	—	—
n-Butyl	S	S	1	—	—

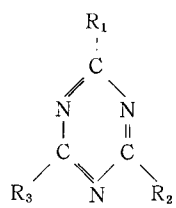
radical보다 ethoxyl radical이 置換되므로서 毒性이 增加되고 R_1, R_2, 및 Z位置에 同一한 構造를 갖는 境遇에 X位置에 酸素가 結合하고 Y位置에 硫黃이 結合하는 境遇가 毒性이 增大됨을 알 수 있으며 Z位置에는 p-nitrophenol이 置換될 때 가장 毒性이 높은 것을 알 수 있다.[24] 이와같이 有機燐系 農藥에 있어서도 基本骨格의 各 位置에 置換되는 radical 또는 原子團의 種類에 따라 毒性이 相異하며[25] 表 6에서 보는 바와같이 IBP의 分子構造에 따라 稻熱病 防除效果도 相異하므로[27] 앞으로 有機燐系 農藥의 分子設計에 依해서도 低毒性이며 病害虫의 防除效果가 優秀한 農藥의 開發이 多數 期待되고 있다.

除草劑의 一種인 triazine系 農藥에 있어서도 表 7에서와 같이 R_1 R_2 및 R_3에 結合하는 原子團 또는 radical의 種類에 따라 植物體의 Hill 反應 沮害度가 相異하여 R_1位置에는 鹽素原子보다 methyl thio radical이 置換되므로서 强한 Hill反應 沮害度를 보인다.[27]

이와같이 除草劑의 境遇에도 各 除草劑의 除草活性 基本骨格에 置換되는 原子團 및 radical의 種類를 變更시키므로서 選擇性이 높고 安全한 除草劑의 開發이 可能하다.

以上에서 보는 바와같이 現在 流通되고 있는 農藥或은 强한 毒性이나 또는 不良한 安定性 等으로 因하여 農藥으로서의 使用이 困難한 化合物에 對해서도 分子設計에 依하여 높은 防除效果를 維持하면서 보다 安全한 農藥의 開發이 可能할 것으로 期待된다.

Table 7. Hill reaction inhibition by triazine derivatives



R_1	R_2	R_3	Common name	I_{50} on Hill reaction
Cl	NHC_2H_5-	NHC_2H_5	Simazine	0.4~5.9
Cl	NHC_2H_5-	$NHCH(CH_3)_2$	Aatrazine	0.25
Cl	NHC_2H_5-	$N(C_2H_5)_2$	Trietarin	270
Cl	$NHCH(CH_3)_2$-	$NHCH(CH_3)_2$	Propazine	0.5~4.3
SCH_3	$NHCH(CH_3)_2$-	$NHCH(CH_3)_2$	Prometryne	0.09

2. 生體 構成成分을 利用한 農藥開發

動植物의 體構成物質은 人畜에 毒性이 없고 生體內에서 쉽게 分解되어 體內 代謝系에 들어가 安全하게 된다. 이러한 體構成 物質을 適切히 利用하여 病害虫 防除劑로 利用하고자 옛날부터 一部 學者들에 依해서 硏究가 進行되어 왔으나 最近에 安全性 農藥의 開發이 切實히 要求되면서부터 이에 對한 硏究가 더 活發히 推進되고 있다.[17,18,20,23]

生體內에서 amino acid는 生物의 細胞壁이나 蛋白質의 構成物質로서 없어서는 않될 重要한 物質이며 脂肪酸도 역시 植物油等에 含有되어 있는 主要한 構成物質이다. 이들 兩 物質을 適當한 方法으로 結合시켜 安全한 病害虫 防除劑를 開發코져 試圖한 것이 amino acid-fatty acid 農藥의 開發動機이다.

이와같이 amino acid와 fatty acid를 結合시켜 開發한(그림 5) L-lauroryl-L-valine은 토마토의 疫病 및 斑點病에 優秀한 防除效果를 보여 實用 可能性이 있음을 보였으며 또 이 化合物은 生體內에서 易分解性이므로 殘效性은 期待할 수 없으나 果菜類와 같이 收穫期가 긴 作物의 病害虫 防除에 特히 實用化 可能性이 크므로 撒布時期에 制約을 받지않는 安全한 農藥이 될수 있다는 利點이 있다.

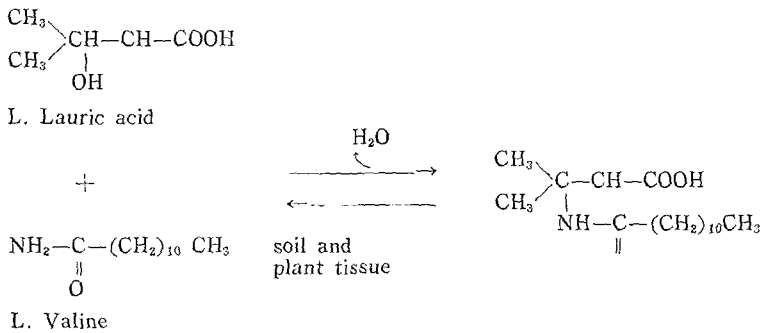


Fig. 5. Amino acid-fatty acid pesticide

이와같이 各種 amino acid 및 fatty acid 等 生物體 體構成物質을 利用한 安全한 農藥의 開發은 天然 植物性 農藥과 함께 앞으로 그 展望이 밝다.

3. 病害虫 體構成 物質의 生成沮害劑 開發

生物의 構成單位인 細胞는 生物의 種類에 따라 그 形態나 構造가 相異하다. 그러나 모든 細胞는 細胞膜으로 둘러쌓여 있으며 그 外側에 細胞의 形態나 强度를 維持하기 爲한 細胞壁이 있다. 이 細胞壁의 構成成分은 一般的으로 여러가지 種類의 高分子化合物로 構成되어 있으나 生物의 種類에 따라 그 構成成分도 相異하다. 그中 細菌은 peptideglucose로, 糸狀菌의 一部는 cellulose로 되어있으나 大部分의 微生物은 chitin으로 되어있다. 또 植物의 細胞壁은 cellulose로 되어있으나 動物의 細胞에는 細胞壁이 없다.

또 昆虫의 表皮는 cuticular로 被覆되어 外骨格을 이루고 있어서 外部環境으로부터 內部器管을 保護하는 生組織을 갖고 있으며 昆虫의 生育段階에 따라 變化한다.

昆虫 外骨格의 主成分인 cuticular도 微生物의 細胞壁 構成成分과 마찬가지로 chitin으로 되어있어 脊椎動物의 外皮와는 전혀 다르다.

따라서 그림 6에서와 같이 生物의 細胞壁 構成物質인 chitin 合成을 沮害하는 物質을 開發利用하여 病害虫에만 選擇的으로 作用하고 目的하는 作物이나 人畜에는 無害한 農藥開發이 進行되고 있으며[10,22] 最近에는 chitin合成 沮害物質로 알려진 polyoxine과 構造가 비슷한 rikkomycin이라는 抗生物質이 發見되어 polyoxine과 마찬가지로 植物病原菌의 chitin合成을 沮害하는 것으로 發表되고 있어[27] 앞으로 이와 비슷한 安全한 農藥의 開發이 要望된다.

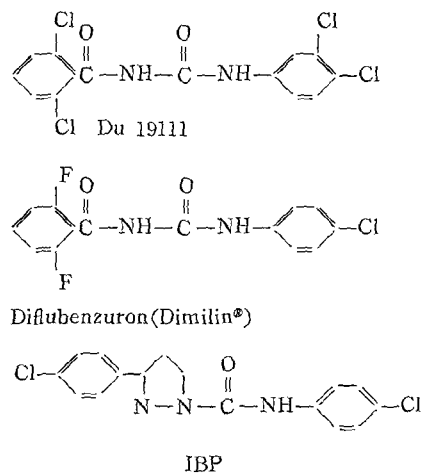


Fig. 6. Chitin synthesis inhibitors

Ⅱ. 生物農藥의 開發

病害虫 防除에 生物을 利用하는 方法으로는 天敵昆虫의 利用,[10] 天敵微生物 및 農用抗生物質의 利用 等[7]이 알려져 있으나 最近 硏究가 活發히 進行되고 있는 것은 virus를 利用하는 方法으로서 이의 原理는 昆虫도 一般 動植物과 마찬가지로 病原菌의 感染에 依하여 各種 疾病에 걸려 죽게 된다는 點을 利用한 것으로 昆虫의 種類에 따라 選擇性이 좋은 virus를 害虫에 感染시켜 防除코저하는 方法이다.

現在까지 害虫防除劑로 利用可能한 virus는 表 8에서와 같이 NPV, CPV, GIV 等이 알려져 있으며[8] 表 9와 같이 이들 virus의 大量生産體系도 確立되어 있어[9] 實用性이 높을 뿐만아니라 virus劑는 特定한 寄主에 對해서만 効果를 나타내는 寄主特異性을 갖고 있고 防除目的하는 害虫 以外의 他生物에는 影響이 없으므로 앞으로 安全한 農藥으로서 開發展望이 밝다.

抗生物質劑는 主로 醫學用 抗生物質로 開發된 것을 農業用으로 利用하는 것으로 稻熱病 및 紋枯病 防除劑로 數種 利用되고 있다. 抗生物質은 病原菌과 拮抗使用[21]으로 病菌의 生育을 阻害한다든가 適當한 條件下에서는 病菌을 殺滅하는 作用特性이 있어 他生物에는 安全하므로 앞으로 遺傳工學面에서의 技術發展에 따라 더욱 活性이 높은 抗生物質의 大量生産이 期待된다.

Table 8. Kinds of virus used for the control of various insects

Virus	Insect
NPV	Colias eurytheme
	Trichloplusia ni
	Heliothis zea
	Neodiprion sertifer
	Diprion hercynide
	Malacosoma fragle
	Porthetric dispar
	Choristoneura fumiferana
CPV	Thaumetopoca pityocampa
GIV	Pieris brassicae
	Pieris rapae
	Hyphantria cunea
	Argyrotaenia vilutinana
	Clonistoneura fumiferana
PXV	Pieris rapae

Table 9. Laboratory requirements for the insect-virus production

Insect	Feed	Virus	Virus production (virus/host insect, g)
Pint bollworm	Art. feed	NPV	30
Common cabbage worm	Art feed or	NPV	43
	Broccoli-cotton	NPV	26
Gypsy moth	Broccoli-cotton	NPV	30
Codling moth	Art. feed	GIV	20
Common apple leaf roller	Apple tree leaves	GIV	10
Spruce budworm	Art. feed	PXV	1
Citrus mites	Lemon	NIV	1

Ⅲ. 混合劑 農藥의 開發

精密化學工業의 發達로 其間 數많은 새로운 農藥이 開發利用 되어 왔으나 하나의 새로운 農藥을 開發하기 爲해서는 表 10 및 11에서와 같이 數많은 試驗을 거쳐야 하고 많은 時間과 經費가 所要되므로 새로운 化合物의 合成에 依한 農藥開發은 極히 制限되고 있는 實情이다. 따라서 最近 全 世界的으로 化學農藥의 開發은 旣存 農藥의 混合에 依하여 混合된 藥劑 相互間, 即 殺菌劑와 殺虫劑, 殺菌劑와 殺菌劑, 또는 殺虫劑와 殺虫劑 間의 協力作用을 利用하여 病害虫의 防除効果를 增大시키고 病害虫 防除에 所要되는 勞動力을 節減하기 爲한 硏究開發이 活發히 進行되고 있다.

우리나라에서는 現在 約 28種의 混合劑가 使用되고 있는 實情이나 이웃 日本에서는 全體 農藥品目의 54%에 該當하는 567種의 混合劑가 開發 利用되고 있다.

混合劑의 開發은 그림 7에서와 같이 混合된 各單劑에 比하여 殺菌, 殺虫効果가 優秀하며 安定性이 良好한 組合을 選拔하여 製劑化하는 것으로 國內에서도 1982年 이미 이에 關한 硏究가 進行되어 表 12 및 13과 같이 農藥의 安定性 및 病害虫 防除効果가 單劑에 比한

Table 10. Estimated expenditure for a new pesticide development by different stages ('69 USA)

Development stage	Cost per one item(US $)	Probability	Overall expenditure(US $)
Synthesis and screening	400	1 : 100	40,000
Toxicological test	100,000	1 : 10	1,000,000
Field efficacy test	400,000	1 : 4	1,600,000
Inspection of compound properties	200,000	1 : 2	400,000
Formulation investigation and test product manufacturing	200,000	1 : 1.5	300,000
Marketing	200,000	1 : 1.5	300,000
Total			3,640,000

Table 11. Required items of experimental data for registration(notification) of a new pesticide

Required experimental item	Korea	USA	W.Germany	Japan
Composition and physico-chemical properties of active ingredient	0	0	0	0
Technical composition and adjuvants	△	0	0	0
Stability during efficiency period	0	0	0	0
Disposal method of pesticide product	—	0	0	—
Efficacy and phytotoxicity to applied crops	0	0	0	0
Residual property in crops, soil and water	0	0	0	0
Movement in soil	—	0	0	—
Toxicity				
acute oral and dermal	0	0	0	0
acute inhallation	—	0	0	0
skin, eye and intraperitoneal irritation	—	0	0	0
chronic oral, generation effect and metabolism	—	0	0	0
teratogenecity, carcinogenecity and neurotoxicity	—	0	0	0
Acute toxicity to animals and fishes	0	0	0	0
shellfish	—	—	0	—
birds	—	0	0	—
silkworm and bee	—	—	0	—
accumulation in animal body	—	0	0	0
Application standards	—	0	0	0
Residue tolerances	0	0	0	0

0 Do, △ Do partly, —None

Table 12. Efficacy of mixed pesticides to rice blast and brown planthopper

(unit: corrected motality(%))

Pesticide	Single pesticide		Combined pesticide	
	Neck blast	Brown planthopper	Neck blast	Brown planthopper
Isocar, G	95	75	95	88
Isocar, G	95	100	99	99
Benacar, G	65	75	92	92

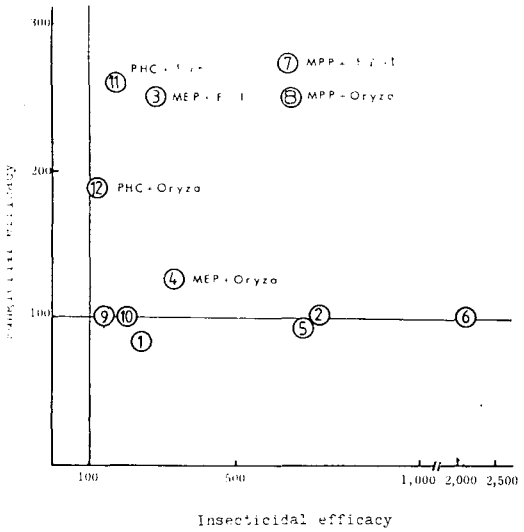


Fig. 7. Efficacy of combined pesticides

Table 13. Degradation rate of mixed pesticides

Pesticide	Degradation rate*(% compared to single)	
	Fungicide	Insecticide
Isocar, G	0.4	4.8
Isopox, G	1.4	4.0
Benacar, G	1.6	6.4

* Degradation rate after 90 days incubation at 50°C

여 優秀한 混合劑를 開發한바 있다.

이와같이 混合劑農藥의 開發은 開發費用이 低廉하고 低毒性 農藥의 混合에 依하여 開發이 可能하므로 人畜에 對한 安全性이 確實하다는 利點이 있어 앞으로 이들 混合劑의 開發은 繼續 期待해 볼만하다.

Ⅳ. 農藥의 劑型 改善

農藥의 製劑는 使用者인 農民이 使用하는데 便利하게 하고, 農藥主成分의 物理 化學的 性質을 改善하여 病害虫의 防除効果를 增進시키고, 藥害를 輕減시켜 安全性을 높이게 하는 手段으로서 새로운 農藥을 開發하는 것 못지않게 重要하다.

現在 流通中에 있는 藥劑의 各 劑型은 各各 長短點을 갖고 있는 것으로[7,16,27] 表 14, 15 및 16에서 보는바와같이 劑型에 따라 毒性 및 藥効가 相異하고 投下量도 다르며 그림 8과 같이 粉劑의 境遇 drift[7]에 依한 環境汚染의 憂慮가 있으며 農藥의 損失이 많아[11] 現在 그 使用量이 減少되어 가는 趨勢이다.

Table 14. Toxicity of pesticides by different formulation

Pesticide	Tech.	EC	WP	D	G
DDT	0.25	0.35	2.00	5.00	—
BHC	0.31	0.17	0.78	0.55	1.30
Fenitrothion	8.20	2.80	5.00	4.30	—
Diazinon	>10.00	1.80	8.00	—	—
IBP	>10.00	6.70	—	12.60	—
Carbaryl	>10.00	2.50	210.00	210.00	—
MCP-methyl	14.00	—	0.99	—	—
Nitrofen	2.50	3.20	—	—	0.90

Table 15. Efficacy of tetradifon EC and WP to apple mites

Formulation	Conc.(ppm)	Mite motality (%)	LD_{50}(ppm)
EC	156	99.7	
	78	99.9	1.4
	20	99.6	
WP	156	38.0	
	78	12.0	
	20	9.0	>156

Table 16. Actual falling amount of some major pesticides for rice by different formulation

(Unit : g/10a)

Pesticide	EC(WP)	D	G
IBP	76.8	80.0	680.0
Isoprothiolane	64.0	100.0	480.0
Diazinon	54.4	80.0	150.0
Cartap	80.0	80.0	200.0
BPMC	80.0	80.0	—
Mean	71(100)	84(118)	378(532)

이와같은 粉劑의 drift를 防止하기 爲하여 表 17에서와 같이 一般粉劑에 比하여 平均 粒度가 크며 浮遊性指數도 2倍 以上 되는[7] DL(driftless) 粉劑를 開發하여 使用하므로서 表 18 및 19에서와같이 drift를 減少시킬 수 있으며 作物의 附着量도 增加시킬 수 있어[7,15] 粉劑의 問題點을 解消시킬 수 있었다.

한편 粒劑의 境遇는 粉劑에서와 같이 drift에 依한 問題는 없으나 表 20에서와 같이 單位面積當 投下되는 主成分의 量이 他 劑型에 比하여 많으므로[16] 農藥 生產

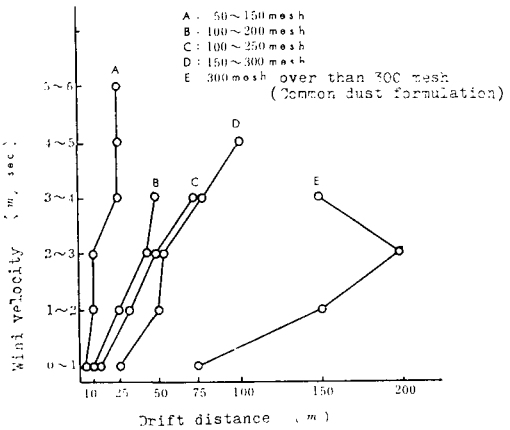


Fig. 8. Wind drift of pesticide formulation by different mesh size

Table 17. Comparison of physical properties of two different dust formulation

Physical property	DL Dust	Dust
Particle size distribution (below 300 mesh)	95%	98%
Average particle diameter	<20μ	≒10μ
Particle distribution below 10μ diameter	<20%	≒50%
Compared cubic capacity	0.7~1.1	0.45~0.65
Flowability index	<20	≒50

Table 18. Adhesive amount on rice plant of DL dust and common dust formulation

Distance measured(m)	DL Dust		Dust	
	Leaf blade	Leaf sheath	Leaf blade	Leaf sheath
20	31.2	1.6	8.8	1.1
45	52.5	4.2	17.4	1.7
75	48.7	2.9	9.8	2.6
Mean	44.1	2.9	12.0	1.8

(Unit : ppm)

Table 19. Adhesive amount of pesticide on rice plant by aerial application of DL dust formulation

	Measured part	DL Dust	Dust
Dropping amount on ridge(mg/180cm)		28.5	16.8
Average adhesive amount on rice plant(mg/plant)	Total part	44.1	14.6
	Upper part	15.1	5.5
	Middle part	17.8	5.4
	Lower part	11.2	3.7

Table 20. Falling amount of pesticides with various formulations for rice plant

Pesticide	EC(WP)	D	G
IBP	76.8	80	680
Isoprothiolane	64.0	100	480
Diazinon	54.4	80	150
Cartap	80.0	80	200
BPMC	80.0	80	—
Mean	71(100)	84(118)	378(532)

(Unit : g/10a)

價格이 增加될 뿐만아니라 投下되는 農藥의 主成分 含量에 比하여 病害虫의 防除効率이 低下되는 缺點이 있다. 粒劑의 이와같은 缺點을 補完하기 爲하여 粒子를 現行 粒劑보다 작은 微粒으로 製造하여 使用하므로서 表 19에서와 같이 一般粉劑에 比하여 目的하는 稻體에 附着量을 增加시키므로서 効果를 增進시킬 수 있는 長點이 있을 뿐만아니라 農藥에 依한 環境汚染의 憂慮를 防止할 수 있다.

또한 最近의 農藥開發은 安全性 爲主로 研究가 進行

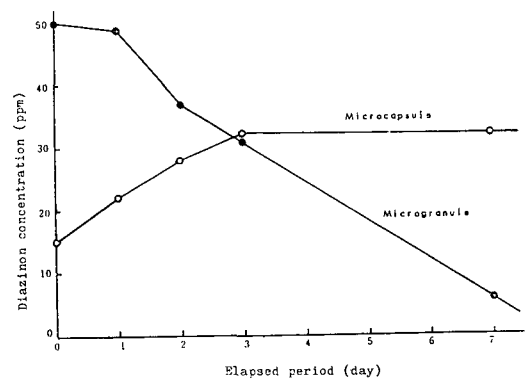


Fig. 9. Change in water dissolved concentration of microcapsulated diazinon

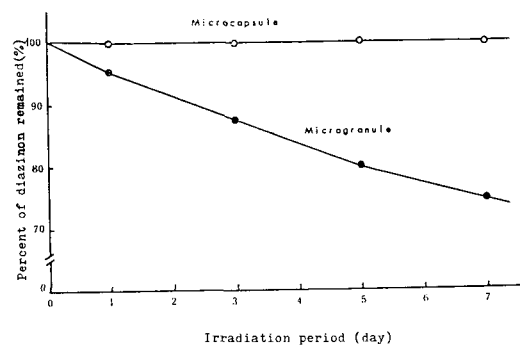


Fig. 10. Degradation of microcapsulated diazino by ultraviolet irradiation

되고 있어 易分解性이고 殘留性이 없는 農藥의 開發이 바람직하나 繼續하여 發生하는 病害虫을 効率的으로 防除하기 爲해서는 防除回數를 增加시키지 않으면 防除効果를 크게 期待할 수 없다는 問題點이 있다.

따라서 農藥의 安全性과 病害虫의 防除効率增大等 兩面을 充足시킬 수 있는 手段으로서 最近 MC(microcapsule)을 利用하여 主成分의 放出量을 經時的으로 調節하므로서 그림 9,10,11에서 보는 바와같이 一般製劑에 比하여 水中 溶出量이 長期間 持續되고[12] 紫外線에 依한 分解 및 揮散에 依한 主成分의 損失도 減少[27]되었으며 그림 12와 같이 害虫에 對한 殘効期間도 길어[27] 그림 13에 圖示한 理想的인 農藥의 劑型[19] 開發이 期待되고 있다.

以上에서 보는 바와같이 農藥의 製劑 技術 開發은 農藥 主成分이 갖 長點을 最大限으로 發揮하게 하고 缺點을 隱蔽시키는 重要한 技術로서 앞으로 新農藥의 硏究開發 못지않게 安全性 農藥 開發 側面에서 期待되는바 크다.

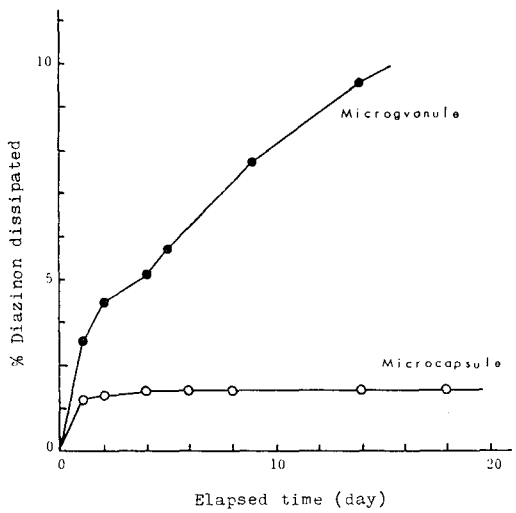


Fig. 11. Dissipation of microcapsulated diazinon by volatilization

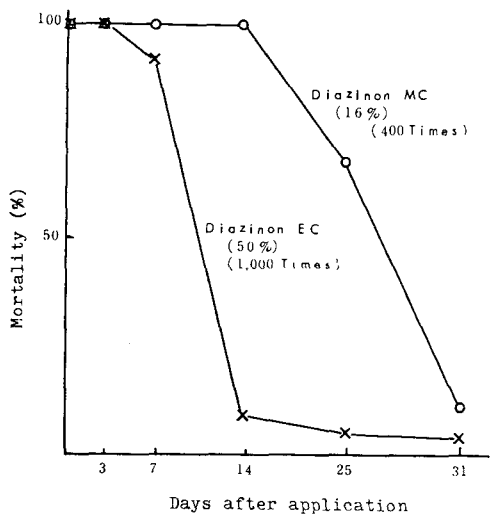


Fig. 12. Insecticidal effectiveness of microcapsulated diazinon to small brown planthopper

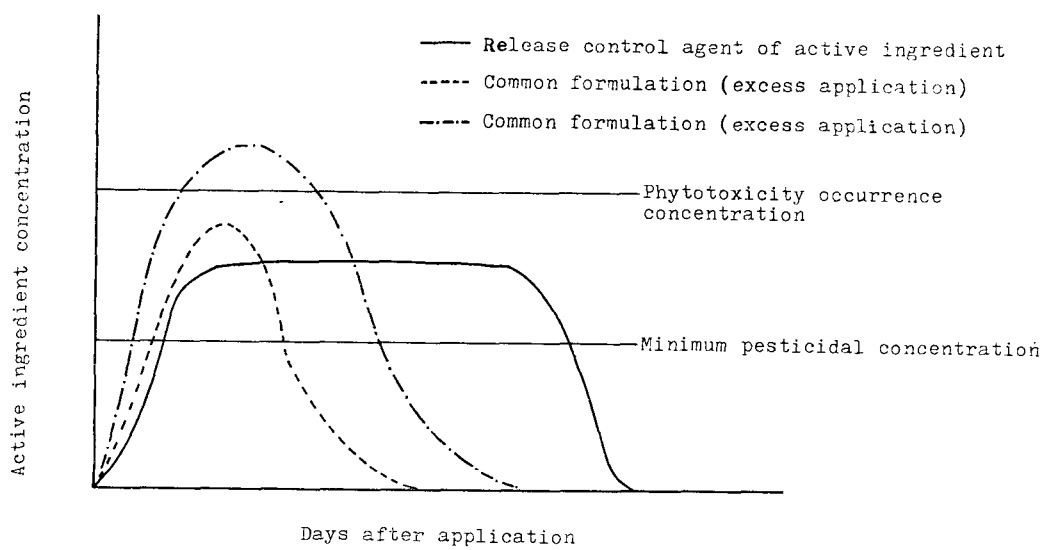


Fig. 13. Desirable release pattern of active ingredient after pesticide application

結　論

農藥生産에 있어서 混害要因中의 하나인 病害虫을 効率的으로 防除하기 爲하여 使用되는 農藥의 開發은 天然農藥으로부터 始作되여 有機鹽素系 農藥이 合成되고 그 以後 繼續하여 有機燐系 및 카바메이트系等 여러가지 形態의 有機 合成農藥이 開發普及되어 農業生産에 크게 功獻하였다.

그러나 이러한 有機合成農藥의 大量使用은 病害虫의 農藥에 對한 耐性을 誘發시켜 農藥使用量을 더욱 增加시키게 되므로 農産物 및 自然生態系에 미치는 影響이 漸次 問題化되고 있다. 따라서 앞으로의 農藥開發은 目的하는 病害虫 以外의 生物 및 自然生態系에는 影響이 없는 安全性 農藥의 開發이 要求되고 있다.

安全하고 低毒性인 有機合成 農藥의 開發로는 既存農藥의 分子設計에 依한 安全化와 病害虫의 生理生態的 特性을 究明하여 그 弱點을 加害하는 化學農藥의 開發 및 天敵이나 特定한 病害虫에만 特異的으로 加害하는 微生物을 利用한 生物農藥의 開發이 可能하다.

또한 既存 農藥의 物理的 性質의 改善으로 藥効의 增進 또는 他生物에 미치는 影響을 輕減시킬 수 있는 劑型開發도 安全性 農藥의 한 手段이 될 수 있다.

이와같이 安全性 農藥의 開發을 爲하여는 여러가지의 方法이 可能하나 새로운 農藥이 開發普及되기까지에는 많은 時間과 豫算 및 勞力等이 所要되므로 現在의 우리나라 實情으로는 많은 어려움이 있다.

따라서 既存 農藥中 比較的 安全한 農藥의 合理的 混合에 依한 混合劑의 開發과 이들 混合劑의 物理的 性質을 改善한 安全性 劑型開發이 優先되어야 할 것이며 漸進的으로 安全性을 考慮한 化學 및 生物農藥의 開發에 置重하는 것이 바람직할 것이다.

引用文獻

1. Casida, J.E. 1973. Pyrethrin, the natural insecticide. Academic Press, New York.
2. Elliott, M. 1976. The future for insecticide. Needs and prospects. ed by Metcalf, R.L. and J.J. Makelney.John Willey and Sons, New York. pp. 163.
3. Elliott, M. 1977. Synthetic pyrethroids. American Chemicals Society, Washington, D.C.
4. Elliott, M. etal, 1972. Metabolic fate of pyrethrin Ⅰ, pyrethrin Ⅱ and allethrin administered orally to rats. J. Agri. Food Chem. 20 : 300～313.
5. Elliott, M, N.F. Janes and C. Potters 1978. The future of pyrethroids in insect control. Ann. Rev. Entomol. 23 : 443～469.
6. 藤田義雄. 1979 ピレスロイド系 殺虫劑の 化學構造と作用性. 植物防疫. 33 : 348～355.
7. 福永一夫, 1981. 農藥　安全性をめぐる技術と行政 白亞書房 東京 日本 pp. 145～146.
8. 장영덕 1982. 미생물 살충제의 개발과 이용법. 農藥과 植物保護 3(9) : 25～34.
9. 小池久義. 1978. 昆虫のキチン生合成阻害劑 : 植物防疫 32 : 447～454.
10. 久野英二 1970 生物農藥をめぐる課題. 植物防疫 32 : 447～454.
11. 九州病害虫防除 推進協議會. 1967. 粉粒劑に關する試驗成績 pp. 162.
12. マイクロカプセル 農藥研究會. 1975. マイクロカプセル農藥について
13. Matsui, M. and I. Yamamoto 1971. Naturally occuring insectieide. ed by Jacobson, M. and D.G. Grosby. Dekker, New York. 93 pp.
14. Metcalf, R.L. 1955. Organic insecticide, their chemistry and mode of action. Interscience, New York, 37 pp.
15. 農林水産航空協會. 1970. 昭和 44年度 新分野 開發試驗成績書.
16. 農藥工業協會. 1982. 農藥年報.
17. 大森正司. 1972. N-アシルアミノ酸の植物種子發芽抑制作用. 日農化. 46 : 219～224.
18. 大森正司. 1972. N-フニナセチル-レ-アミノ酸による植物種子發芽抑制の機構. 日農化. 46 : 225～231.
19. Roseman, T.J. and S.H. Yalkosky. 1976. Controlled release polymeric formulations. ed by Paul, D.R. and F.W. Harres. ACS symposium Series. American Chemicals SOC., Washington D.C. pp. 33.
20. 志田俊郎, 本間保男, 見里朝正. 1974. イネいもち病に及ぼす N-フェナセチルアミノ酸, N-ナフチルアミノ酸, N-アルチルアミノ酸およびアミノ酸エステルの影響. 日農化. 48 : 515～519.
21. Siegel, M.R. and H.D. Sisler. 1977. Antifungal Compound. Vol. 2. Marcel Dekker Inc., New York. 277 pp.
22. 高橋信孝 1974 害虫防除とし及の 微生物代謝産物 植物防疫 28 : 206～210.
23. 高野三郎, 鈴木隆雄, 佐橋佳一. 1972. アミノ酸,

N-ベンゾイルアミノ酸および N-フェナセチルアミノ酸のいもち菌生育阻害作用．日農化．46：309～312.
24. Verloop A and C.D. Ferrell. 1977. Pesticide chemistry in the 20th centuryed. by Plimer,J.R. American Chemiscal SOC., Washington, D.C. 237 pp.
25. Worthing, C.R. 1970. The Pesticide manual. 6th edition. British crop protection council.
26. 吉園宏輔，宮本純之．1976．合成ピレスロイド(I)化學と生物．14：427～556.
27. 山本出，深見順一．1979．農藥デザインと開發指針ソフトサイエンス社．東京，日本．pp. 336, 1058.