

## KNF-1002의 경엽 침투성과 부착량 증진에 의한 보리 흰가루병 방제 효과

유주현\* · 최경자

한국화학연구원 산업바이오화학연구센터

(2010년 9월 13일 접수, 2010년 9월 20일 수리)

### Fungicidal Activity Enhancement of KNF-1002 Against Barley Powdery Mildew by Facilitating Foliar Uptake and Deposition

Ju Hyun Yu\* and Gyung Ja Choi

Chemical Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon 305-600, Korea

#### Abstract

KNF-1002, a new fungicide candidate, is very effective for protecting crops against plant diseases, but its curative activity against barley powdery mildew is negligible due to its weak penetrability into plant leaf. To select the most efficient activator and, at the same time, spreader-sticker, foliar uptake and deposit of aqueous spray formulations containing non-ionic or anionic surfactants and fatty acid alkyl esters as an adjuvant were assessed by using Congo Red method. In the absence of activator, only 0.1% of the applied active ingredient was absorbed by barley leaves 24 h after spraying with an aqueous acetone containing KNF-1002 100 mg/L. But, non-ionic surfactants (500 mg/L), such as heptaethylene glycol mono-octadecyl ether (OE-7), dodecaethylene glycol mono-hexadecyl ether (CE-12), so facilitated KNF-1002 uptake that the uptake was increased up to 48.5%. To wheat plant, the addition of surfactants in spray solution of KNF-1002 also increased the foliar uptake and deposition of active ingredient, but its efficiency varied according to the kind of fatty alcohol moiety of polyoxyethylene surfactant. KNF-1002 formulations containing nonaethylene glycol monododecyl ether (LE-9) as an activator and spreader-sticker showed remarkable increases of fungicidal activity against barley powdery mildew.

**Key words** KNF-1002, barley, foliar uptake, surfactant, powdery mildew

#### 서 론

Strobilurin은 1996년 azoxystrobin이 시판되기 시작한 후 가장 중요한 농업용 살균제 그룹으로 자리잡았다(Sauter 등, 1999; Bartlett 등, 2002). 이 계열의 농약은 곰팡이의 전자전달계를 교란하여 호흡을 억제하므로 적용병 스펙트럼이 넓고

대부분의 약제가 경엽을 통한 침투이행성과 표면에 부착된 유효성분이 확산 침투하여 잎 이면까지 도달할 수 있는 침달성이 있는 것으로 알려져 있다. KNF-1002(*N*-methyl (2*E*)-2-methoxyimino-2-[2'-[[[3''-(1'''-fluoro-2''')-phenyl-1'''-ethenoxy]phenyl]methylimino]oxy]methylphenylacetamide)는 오이 등 여러 가지 채소작물의 흰가루병과 역병, 사과 더듬이병 등의 과수병, 밀의 녹병 및 보리 흰가루병 등에 대한 예방 효과가 우수한 strobilurin계 살균 활성 물질이다(김충

\*연락처 : Tel. +82-42-860-7438, Fax. +82-42-861-4913  
E-mail: jhyu@kRICT.re.kr



분양받았으며, Congo Red(97%)는 Sigma-Aldrich Korea(Seoul, Korea)로부터 구입하였다. 침투성 증진용 비이온성 계면활성제는 한농화학(Seoul, Korea)으로부터 분양 받았다(Table 1). 지방산 에스테르와 음이온성 계면활성제는 Tokyo Kasei 제품(Tokyo, Japan)을 구입하여 사용하였다.

**보리 재배**

동보리 1호 혹은 밀(다홍밀, 농촌진흥청 분양) 종자를 원예용 상토 5호((주)부농 제품, Gyeongju, Korea)를 채운 폴리비닐 화분(내경 50 mm, 높이 50 mm)에 4립씩 파종하고 온실 조건에서 수돗물을 분무 관수하여 4엽기까지 재배하였다. 이것을 다시 큰 화분(직경 105 mm, 높이 100 mm)에 옮겨 심고 온실에서 수임기 직전까지 재배하였다.

**시험용 유제의 제제**

KNF-1002 원제를 N-methyl-2-pyrrolidone(NMP)에 녹이고 polyoxyethylene tristyrylphenyl ether와 calcium dodecylbenzene sulfonate를 주성분으로 하는 유화제를 첨가하여 유효성분 20.1%, 유화제 5%인 대조약제용 KNF-1002 유제를 제제하였다. 또한 KNF-1002 원제를 NMP에 녹이고 non-ethylene glycol monododecyl ether(LE-9)를 첨가하여 유효성분 10.1%이면서 LE-9이 각각 5%, 10%, 20%, 30% 및 40%인 유제와 유효성분이 5.1%이면서 LE-9이 25%인 시험용 KNF-1002 유제를 제제하였다.

**농약의 엽면 침투율 측정**

농약의 작물 잎에 대한 침투율 측정에는 Congo Red 방법을 사용하였다(Yu 등, 2001; Yu 등, 2009). 침투성 증진 물질 후보 계면활성제와 Congo Red를 각각 증류수에 녹여서 5,000 mg/L, 500 mg/L 수용액을 조제하였다. KNF-1002를 acetone에 녹이고 침투성 증진제 후보 물질과 Congo Red를 첨가하여 유효성분 100 mg/L, 침투성 증진 물질 후보 계면활성제 500 mg/L, Congo Red 25 mg/L 및 acetone 50%인 분무용 용액을 조제하였다. 또한 지방산 에스테르는 KNF-1002 원제와 함께 acetone에 녹이고 Congo Red와 증류수를 첨가하여 분무용 농약 용액을 조제하였다. 수임기 직전까지 재배한 동보리 혹은 다홍밀 10포트를 트랙스프레이어(Spray Booth Model SB-6, R&D Sprayers Inc., USA)에 넣고 350 L/ha 수준으로 분무한 후 5포트는 상온에 10분간 두어 건조시켰다. 보리 혹은 밀의 지상부를 잘라내어 시험관(내경 32 mm, 길이 200 mm)에 넣고 acetonitrile/물(5:5, v/v) 15 mL를 가

한 후 마개를 막고 60회/분의 속도로 2분간 도립 진탕하여 세척하였다. 나머지 식물시료는 온도와 습도가 조절되는 암소에 두었다가 24 시간 후에 동일한 방법으로 세척하였다. 세척한 용액을 24시간 동안 냉장 보관한 다음 HPLC(high performance liquid chromatography)로 Congo Red와 농약 유효성분을 정량하였다.

**농약의 엽면 부착량 측정**

KNF-1002 유제를 물에 희석하고 침투성 증진용 계면활성제와 Congo Red를 첨가하여 유효성분 100 mg/L, 침투성 증진제 후보물질 500 mg/L 및 Congo Red 25 mg/L 함유하는 분무용 농약 용액을 조제하였다. 이 시료로 상기 농약 침투율 측정 방법과 동일하게 밀에 분무하고 밀 지상부를 잘라내어 세척한 다음 HPLC(high performance liquid chromatography)로 분석하여 침투율과 Congo Red 농도를 측정하였다. 네 반복의 Congo Red 농도의 평균을 구하고 침투성 증진제 후보 물질을 함유하지 않는 KNF-1002 유제의 부착량과 비교함으로써 부착량 증진 지수를 산출하였다.

**농약 유효성분의 기기분석과 침투율의 산출**

잎 세척액 중의 농약 유효성분과 Congo Red의 농도를 HPLC[검출기: Waters(미국) Model 2487 Dual λ Absorbance Detector, 주입기: Waters 717<sub>plus</sub> Autosampler, 펌프: Waters 510]로 측정하였다. 이때 컬럼은 Nova-Pak<sup>®</sup> C<sub>18</sub> 3.9×300 mm, 이동상은 acetonitrile/물(62:38, v/v), 유속은 2.0 mL/min, 검출파장은 Congo Red 497 nm, KNF-1002 248 nm이었다. Congo Red와 KNF-1002 peak의 면적을 조사한 다음 식 1에 의해 침투율을 산출하였다.

농약의 엽면 침투율(%) = {1 - [(<sup>t</sup>A<sub>pp</sub>/<sup>t</sup>A<sub>pc</sub>) / (<sup>0</sup>A<sub>pp</sub>/<sup>0</sup>A<sub>pc</sub>)]} × 100 ..... (1)

- <sup>t</sup>A<sub>pp</sub>: t시간 후 지상부 세척액 중 KNF-1002의 peak 면적
- <sup>t</sup>A<sub>pc</sub>: t시간 후 지상부 세척액 중 Congo Red의 peak 면적
- <sup>0</sup>A<sub>pp</sub>: 분무 직후 지상부 세척액 중 KNF-1002의 peak 면적
- <sup>0</sup>A<sub>pc</sub>: 분무 직후 지상부 세척액 중 Congo Red의 peak 면적

**보리 흰가루병 방제 효과의 측정**

화분(직경 105 mm, 높이 100 mm)에 어린 동보리를 3주 씩 옮겨 심고 온실에서 재배하면서 주위에 보리 흰가루병(*B. graminis* f. sp. *hordei*)이 심하게 발생한 보리 유묘를 두어 흰가루병이 자연스럽게 감염되도록 하였다. 대조약제용 KNF-

1002 유제를 물에 희석하고 침투성 증진용 계면활성제를 첨가하여 KNF-1002를 50 mg/L 함유하면서 각기 다른 침투성 증진제 후보물질을 200 mg/L 함유하는 농약 희석액을 준비하였다. 대조 농약으로는 침투성 증진 물질을 함유하지 않는 KNF-1002 유제만을 희석하여 사용하였다.

보리 흰가루병이 감염된 수입기 10일 전의 동보리 5포인트를 각각 트랙스프레이어에 넣고 111 L/ha 수준으로 분무한 후 온실에서 재배하였다. 약제 살포 12일 후에 병반 면적율을 조사하여 발병지수로써 표현하였다. 이 때 발병지수로서 병반면적율 0%는 0, 병반면적율 1~5%는 1, 병반면적율 5.1~20%는 2, 병반면적율 20.1~40%는 3, 병반면적율 40.1% 이상은 4로 하였으며, 발병도는 식 (2)에 따라 계산하였다. 또한 식 (3)에 의하여 방제가를 산출하였다.

침투성 증진제 후보물질을 함유하는 KNF-1002 유제를 물에 희석하여 KNF-1002를 50 mg/L 함유하면서 침투성 증진용 계면활성제 LE-9를 각각 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L 및 400 mg/L 함유하는 농약 희석액을 준비하였다. 대조구로는 대조약제용 KNF-1002 유제를 희석하여 사용하였다. 보리 흰가루병이 감염된 동보리 5포인트를 각각 트랙스프레이어에 넣고 333 L/ha, 111 L/ha 및 37 L/ha 수준으로 분무한 후 온실에서 재배하였다. 약제 살포 12일 후에 병반면적율을 조사하고 식 (2)와 식 (3)에 의하여 방제가를 산출하였다.

$$\text{발병도}(\%) = (\text{발병지수합} / 4 \times \text{조사엽수}) \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{방제가}(\%) = (1 - \text{처리구 발병도} / \text{무처리구 발병도}) \times 100 \dots\dots (3)$$

## 결과 및 고찰

KNF-1002는 물에 대한 용해도가 매우 낮지만 acetone 등의 수용성 유기용매에는 잘 녹는다. 농약의 식물 엽면 침투율을 측정할 때 농약 유효성분을 녹이기 위해 첨가하는 acetone은 농약의 침투성에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있으므로(Holloway 등, 1992; Stock과 Holloway, 1993; Yu 등, 2009) KNF-1002를 함유하는 수용액의 제제에는 acetone을 50% 가용하였다. 이러한 acetone의 농도에서는 매우 지용성인 지방산 에스테르도 용해된 상태를 유지하여 수용액의 제조 후 2시간 이후까지 침전을 형성하지 않았다. 반면에 보리 흰가루병에 대한 acetone의 영향을 알 수 없으므로 흰가루병 방제 실험에는 *N*-methyl-2-pyrrolidone을 용매로 함유하는 유제를 사용함으로써 분무용 농약용액 중의 용매 농도를 최소화하였다.

보리와 밀은 유묘일 때 잎이 거의 직립하고 잎 표면이 부드러우며 왁스층의 두께가 매우 두꺼운 듯이 보여서 수입기의 성체가 잎의 각도가 다양하고 잎 표면이 거친 것과 매우 달랐다. 따라서 본 연구에서는 농약의 엽면 침투율 측정과 식물병 방제 효과 시험에 모두 수입기 직전의 성체를 사용하였다.

## 보리와 밀에 대한 KNF-1002의 침투성

침투성 증진 물질을 함유하지 않는 KNF-1002 acetone 수용액은 100 mg/L로 살포하였을 때 분무처리 24시간 후 보리 지상부에 대한 침투율이 0.1%에 불과할 정도로 침투성이 거의 없는 것으로 나타나서(Fig. 2), KNF-1002의 보리 흰가루병 등 여러 가지 식물병에 대한 낮은 치료 효과의 원인이 미약한 경엽 침투성이라는 것을 알 수 있었다. 반면에 침투성 증진 물질로 첨가한 비이온성 계면활성제와 지방산 에스테르는 KNF-1002의 침투성을 매우 증진시켜서 침투율이 최대 48.5%(heptaethylene glycol monoctadecenyl ether, OE-7)에 달하였다. RPE-8020(polyoxyethylene polyoxypropylene 공중합체)와 sodium dioctylsulfosuccinate(SDSS, 음이온성 계면활성제)는 침투성 증진효과가 매우 낮았다. 유 등(2008)의 보고에서 수용해도가 낮은 azoxystrobin과 kresoxim-methyl의 오이 잎에 대한 침투성이 polyoxyethylene monododecyl ether(LE)와 같은 C12 지방족 알코올 친유기로 가진 비이온성 계면활성제가 C16 이상의 지방족 알코올 친유기로 가지는 polyoxyethylene계 비이온성 계면활성제보다 침투성 증진 효

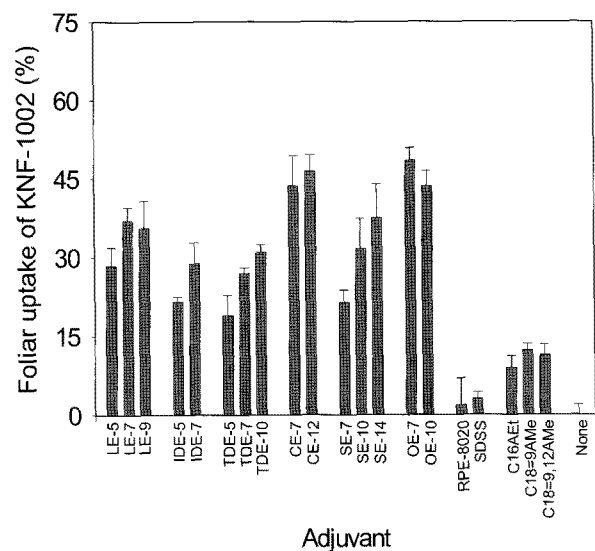


Fig. 2. Effect of adjuvant on foliar uptake of KNF-1002 into barley plant 24 h after spraying with aqueous acetone solution containing KNF-1002 100 mg/L, adjuvant 500 mg/L, and acetone 50% (Temp. 24~25°C, RH 80~85%).

과가 매우 낮았던 것과는 다르게 KNF-1002에 대해서는 큰 차이가 나지 않는다는 특징이 있었다. 또한 polyoxyethylene계 비이온성 계면활성제의 에틸렌 옥사이드 부가몰수에 따라서 침투성 증진 효과가 매우 달랐다. 지방산 에스테르를 첨가한 시료는 polyoxyethylene계 비이온성 계면활성제에 비해 침투성 증진 효과가 훨씬 낮았다. 침투성 증진 효과는 대체로 polyoxyethylene monoolefin ether(OE)=polyoxyethylene

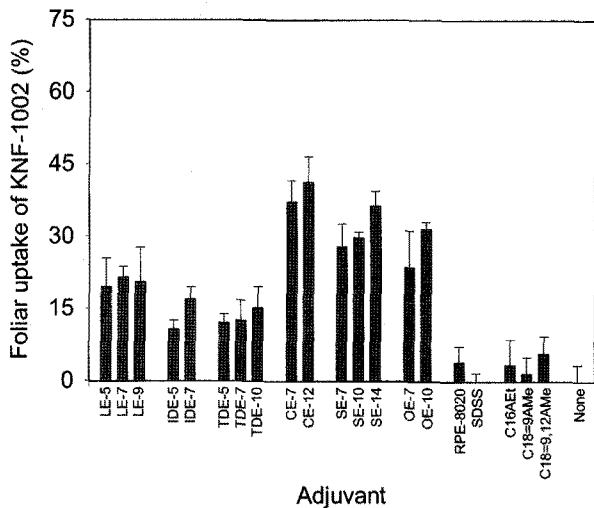


Fig. 3. Effect of adjuvant on foliar uptake of KNF-1002 into wheat plant 24 h after spraying with aqueous acetone solution containing KNF-1002 100 mg/L, adjuvant 500 mg/L, and acetone 50% (Temp. 24~25°C, RH 75~80%).

monoheaxadecyl ether(CE)>polyoxyethylene monododecyl ether (LE)=polyoxyethylene monooctadecyl ether(SE)>polyoxyethylene monotridecyl ether(TDE) 순이었다.

Acetone 수용액으로 살포한 KNF-1002는 보리에서와 같이 밀 지상부에 대해서도 침투성이 거의 없었다. 그러나 KNF-1002 acetone 수용액에 첨가된 침투성 증진물질에 의해 침투성이 매우 증진되었으며, dodecaethylene glycol monoheaxadecyl ether(CE-12)의 경우 침투율이 41.4%에 달하였다. RPE-8020 과 SDSS, 지방산 에스테르는 침투성 증진 효과가 매우 낮은 것으로 나타났다. KNF-1002가 침투성 증진물질에 의해 밀 지상부에 대한 침투성이 증진되는 양상을 보리의 경우와 비교해 볼 때 C12 이상의 지방족 알코올을 친유기(lipophile)로 가지는 polyoxyethylene계 비이온성 계면활성제가 두 작물 모두에게 침투성 증진제로 유망하다는 것을 알 수 있었다.

**KNF-1002 유제와 침투성 증진물질을 혼합한 수용액의 밀 지상부 침투율과 부착량**

분무용액 중에 농약 원제를 녹이기 위해 흔히 사용하는 acetone은 농약 분무액의 식물체 부착량에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이러한 가능성을 배제하기 위하여 KNF-1002 유제(유효성분 20.1%)를 물에 희석하고 침투성 증진용 계면활성제와 Congo Red를 첨가하여 농약용액을 조제한 다음 밀 성체에 분무 살포하고 침투율과 부착량을 동시에 측정하였다(Fig. 4). 이 때 농약의 부착량은 추적물질로 농약용액 중

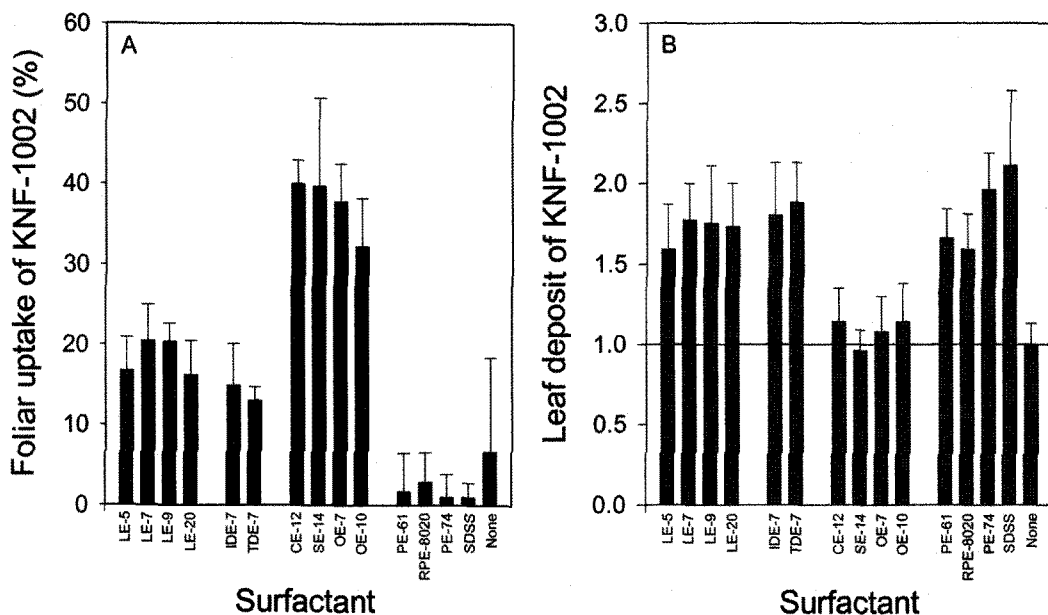


Fig. 4. Effect of surfactant on (A) foliar uptake and (B) leaf deposit of KNF-1002 to wheat plant after spraying with aqueous emulsion of EC containing KNF-1002 100 mg/L, surfactant 500 mg/L (Temp. 24~25°C, RH 78~80%).

에 첨가하였던 Congo Red의 농도를 각 처리별로 산술평균한 다음 대조약제로 둔 KNF-1002 유제의 부착량으로 나누어 산출한 부착량 지수로 표시하였다.

침투성 증진물질을 함유하지 않는 KNF-1002 유제는 밀 지상부에 6.7% 침투하여 유제 중에 유화제로써 첨가된 계면활성제가 침투성 증진에 기여한 것으로 추정되었다. 침투성 증진물질이 첨가된 처리에서는 KNF-1002 원제를 acetone 수용액에 녹여 처리하였던 실험에서와 유사한 침투율을 보여 Congo Red method의 우수한 재현성을 다시 한번 확인할 수 있었다. C13 이하의 지방족 알콜을 친유기로 가지는 계면활성제보다 C16 이상의 polyoxyethylene계 계면활성제의 침투율이 약 2배 가량 높았지만, polyoxyethylene polyoxypropylene 공중합 계면활성제(PE-61, RPE-8020 및 PE-74)와 음이온성 계면활성제인 sodium dioctylsulfosuccinate(SDSS)는 침투성 증진효과가 거의 없었다. 그러나 다 자란 밀 지상부에 대한 부착량은 침투율과 반대되는 경향을 보여 주었다. 즉, 침투성 증진효과가 거의 없는 polyoxyethylene polyoxypropylene 공중합 계면활성제와 SDSS 첨가구의 부착량은 무첨가구의 1.6배 내지 2.1배의 부착량을 보인 반면, 침투성 증진효과가 큰 C16 이상의 polyoxyethylene계 계면활성제 첨가구는 부착량이 대조구와 유사할 만큼 부착량 증진 효과는 거의 없었다. C12와 C13 지방족 알콜계 polyoxyethylene 계면활성제는 밀 부착량에서도 1.6배 내지 1.9배의 증진효과를 나타내어 침투성 증진과 부착량 증진을 동시에 만족시키는 것으로 나타났다.

### 보리 흰가루병 방제효과

KNF-1002의 맥류 병 방제력 증진에 어떤 침투성 증진 물질이 더 효과적인지 직접 알아보기 위해서 가장 대표적인 맥류 병인 보리 흰가루병과 밀 녹병에 대하여 방제실험을 수행하여야 할 것이다. 그러나 보리 흰가루병은 이미 이병된 보리를 정상적인 보리 사이에 두어 감염시킴으로써 온실 내에서도 용이하게 시험할 수 있지만 밀 녹병의 경우에는 아직 안정적으로 수행할 수 있는 온실내 시험법이 알려져 있지 않다. 따라서 침투성 증진물질을 농약 유효성분(50 mg/L)의 4배 농도(200 mg/L)로 분무용 농약 용액에 녹인 수용액을 사용하여 보리 흰가루병에 대한 방제실험만을 온실 내에서 수행하고 이를 평가하였다.

유화용 계면활성제와 용매를 함유하는 KNF-1002 유제는 Fig. 5와 같이 이미 이병된 보리 흰가루병에 대해서는 방제효과가 거의 없었다. 반면에 KNF-1002에 대한 침투성과 부착량 증진효과가 각각 다른 계면활성제 첨가제들은 병방제

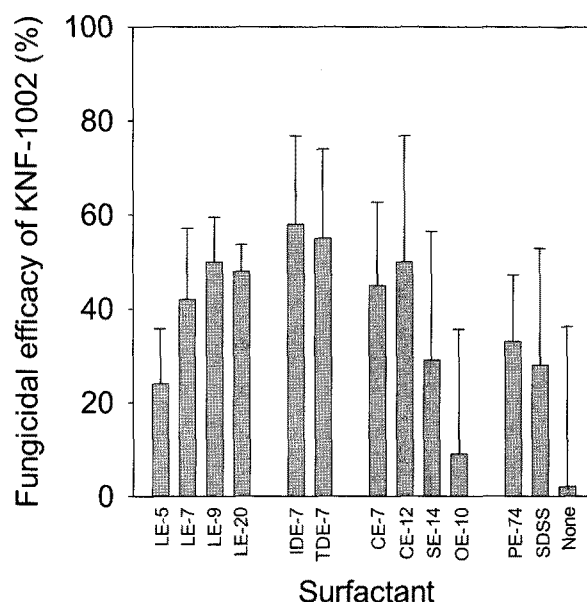


Fig. 5. Fungicidal efficacy of KNF-1002 formulations against barley powdery mildew. The aqueous formulations of KNF-1002 was consisted of active ingredient and surfactant as an activator and spreader sticker by the ratio of 1:4.

효과에 크게 기여하였으며, 그 크기는 서로 다르게 나타났다. 즉, 침투성 증진효과는 최대치의 2/3 정도이지만 부착량 증진 효과가 가장 높은 그룹에 속하는 LE-7, LE-9, LE-20, IDE-7 및 TDE-7 첨가제제의 방제가가 가장 높게 나타났으며, 침투성 증진효과가 가장 우수하였지만 부착량 증진효과는 거의 없었던 CE-7과 CE-12 첨가제제의 방제가가도 높게 나타났다. 반면에 침투성 증진효과는 작지만 부착량 증진 효과가 가장 높았던 PE-74와 SDSS 첨가제제의 방제가가 어느 정도 증진된 것으로 나타나서 예방효과와 치료효과가 종합적으로 작용하는 데에는 부착량 증진과 침투성 증진이 병행되어야 한다는 것을 짐작할 수 있었다. 침투성 증진 효과가 가장 높은 그룹에 속하였던 OE-10 첨가 제제의 병방제 효과는 매우 낮게 나타나서 예외에 속하였다.

### 분무량에 따른 보리 흰가루병 방제효과

침투성 증진용 계면활성제를 함유하는 KNF-1002 제제가 보리 흰가루병에 대하여 최적의 방제력을 나타내기 위해서는 이미 감염된 흰가루병의 식물조직 내 흡기를 통하여 농약이 흡수될 수 있도록 농약 유효성분이 분무 직후 보리 체내로 침투해 들어가고 나머지 대부분의 농약은 잎 표면에 남아서 표면에 분포하는 균사를 통하여 흡수되거나 공기 중에서 낙하하는 흰가루병 포자에 대한 발아 억제제를 통한 예방효과를 지속하여야 할 것이다. 이렇게 종합적인 보리 흰가루병 방제력

을 좌우하는 KNF-1002의 침투량과 표면 잔류량은 제제 내에 첨가되는 침투성 증진물질의 비율에 의해 조절할 수 있을 것으로 예상되지만 그 비율은 병방제 실험을 통하여 정할 수 밖에 없는 것으로 사료되었다. 따라서 KNF-1002의 침투성과 부착량을 동시에 증진시킬 수 있는 계면활성제로써 LE-9을 선택하고 농약 유효성분에 대하여 LE-9이 각각 다른 비율로 첨가된 유제를 제제한 다음 분무량을 달리하여 보리 흰가루병 방제 실험을 수행하였다.

KNF-1002 대조약제 처리구는 111 L/ha 이상의 분무처리에서 약간의 방제효과를 나타내었지만, 작물체내 침투성 증진과 표면 부착량 증진을 위해 제제 내에 LE-9을 첨가한 제제는 방제가가 매우 증가하였으며, LE-9의 첨가비가 1:4까지 증가함에 따라 방제가가 지속적으로 증대되었다(Fig. 6). 그러나 제제 내의 LE-9 비율이 1:5인 제제에서는 방제가가 소폭 하락함으로써 최적의 방제력을 나타내는 KNF-1002와 LE-9의 비율은 1:4인 것으로 나타났다. 농약의 분무량이 증가할수록 병 방제가가 증가하는 경향을 보여 분무량을 보다 늘리면 방제가가 더 높아질 수 있을 것으로 추정되었다.

이상의 연구 결과로 볼 때 보리 흰가루병에 대한 KNF-1002의 미약한 치료효과는 침투성 증진물질을 가용함으로써 극대화할 수 있다. KNF-1002의 보리 흰가루병에 대한 종합적 방제력의 효율적인 강화를 위해서 침투성 증진효과와 부착량

증진효과가 높은 C12 내지 C13의 지방족 알콜을 가지는 polyoxyethylene계 비이온성 계면활성제(LE, IDE 및 TDE)와, 침투성 증진효과는 가장 높지만 부착량 증진 효과는 거의 없는 C16 지방족 알콜을 가지는 polyoxyethylene계 비이온성 계면활성제(CE-7과 CE-12)가 두루 유망하였다. 또한 이러한 제제의 농약 유효성분과 첨가제의 비율은 1:4가 가장 우수한 방제력을 나타내었지만, 재배지역의 기후와 병 발생 정도에 따라 다르게 조절하는 것이 바람직한 것으로 사료된다. 이러한 연구결과는 침투성과 식물체의 유사성으로 볼 때 밀에 대해서도 적용이 가능할 것으로 추정된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과입니다. 본 연구에 사용된 계면활성제 시료를 분양해 주신 한농화성에 감사드립니다.

## >> 인 / 용 / 문 / 헌

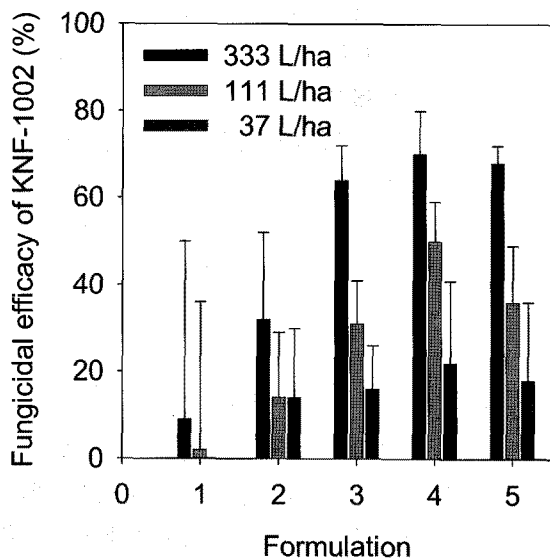


Fig. 6. Effect of the ratio of LE-9 to KNF-1002 in formulation on the fungicidal efficacy of barley powdery mildew after spraying with aqueous emulsion containing KNF-1002 50 mg/L. The ratios of adjuvant to active ingredient in formulation were 1 (10%-0%), 2 (10%-10%), 3 (10%-20%), 4 (10%-40%), 5 (5%-40%).

- Bartlett, D. W., J. M. Clough, J. R. Godwin, A. A. Hall, M. Hamer and B. Pardo-branski (2002) The strobilurin fungicides. *Pest Manag Sci* 58:649~662.
- Bauer, H. and J. Schonherr (1992) Determination of mobilities of organic compounds in plant cuticles and correlation with molar volumes. *Pestic Sci* 35:1~11.
- Dave, W. B., M. C. John, G. G. Jeremy, A. H. Alison, H. Mick and P-D. Bob (2002) The strobilurin. *Pest Manag Sci* 58: 649~662.
- Grayson, B. T., J. D. Webb, D. M. Batten and D. Edwards (1996a) Effect of adjuvants on the therapeutic activity of dimethomorph in controlling vine downy mildew. I. Survey of adjuvant types. *Pestic Sci* 46:199~206.
- Grayson, B. T., S. L. Boyd and D. Walter (1996b) Effect of adjuvants on the therapeutic activity of dimethomorph in controlling vine downy mildew. II. Adjuvant mixtures, outdoor-hardened vines and one-pack formulations. *Pestic Sci* 46:207~213.
- Grayson, B. T., D. M. Batten and D. Walter (1996c) Adjuvant effects on the therapeutic control of potato late blight by dimethomorph wettable powder formulations. *Pestic Sci* 46:355~359.
- Holloway, P. J., W. W. C. Wong, H. J. Partridge, D. Seaman and R. B. Perry (1992) Effects of some nonionic polyoxyethylene surfactants on uptake of ethirimol and diclobutrazol from suspension formulations applied to wheat leaves. *Pestic Sci*

- 34:109~118.
- Kerler, F. and J. Schonherr (1988) Permeation of lipophilic chemicals across plant cuticles: Prediction from octanol/water partition coefficients and molecular volumes. *Arch Environ Contam Toxicol* 17:7~12.
- Sauter, H., W. Steglich and T. Anke (1999) Strobilurins: evolution of a new class of active substances. *Angew Chem Int Ed* 38:1328~1349.
- Schonherr, J. and P. Baur (1994) Modelling penetration of plant cuticles by crop protection agents and effects of adjuvants on their rates of penetration. *Pestic Sci* 42:185~208.
- Stock, D. and P. J. Holloway (1993) Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. *Pestic Sci* 38:165~177.
- Yu, J. H. (2009) Effect of additives in aqueous formulation on the foliar uptake of dimethomorph by cucumbers. *Pest Manag Sci*. 65:426~432.
- Yu, J. H., H. K. Lim, G. J. Choi, K. Y. Cho and J. H. Kim (2001) A new method for assessing foliar uptake of fungicides using Congo Red as a tracer. *Pest Manag Sci* 57:564~569.
- 김충섭 (2001) 옥심기를 가교로 하는, 불소화 비닐기가 치환된 프로페노의 에스테르 및 아마이드 화합물, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 살균제 조성물. 대한민국 특허 제 0311195호.
- 유주현, 최경자, 김홍태 (2008) Azoxystrobin과 kresoxim-methyl의 오이 엽면 침투성과 오이 흰가루병 방제 효과. *한국응용생명화학회지* 51(2):108~113.
- 장경수, 김홍태, 유주현, 최경자, 김진철, 조광연 (2001) 보리 흰가루병에 대한 몇 가지 계면활성제의 방제 효과. *한국농약과학회지* 5(2):51~57.

## KNF-1002의 경엽 침투성과 부착량 증진에 의한 보리 흰가루병 방제 효과

유주현\* · 최경자

한국화학연구원 산업바이오화학연구센터

**요 약** KNF-1002는 strobilurin계 합성 살균 활성물질로 여러 가지 식물병에 대하여 예방효과가 우수한 것으로 보고되었지만, 작물의 경엽 침투성이 매우 약하여 보리 흰가루병 등에 대한 치료효과는 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서 Congo Red 방법을 이용하여 KNF-1002의 보리와 밀의 경엽 침투성과 부착량을 동시에 증진할 수 있는 물질을 선별하고 이를 이용하여 보리 흰가루병에 대한 방제 효과가 증진된 제제를 개발하고자 하였다. KNF-1002를 100 mg/L 함유하는 acetone 수용액으로 보리 잎에 분무하였을 때 24시간 동안 유효성분의 0.1%가 침투하였지만, heptaethylene glycol monoctadecyl ether(OE-7), dodecaethylene glycol monohexadecyl ether(CE-12) 등의 계면활성제를 500 mg/L 첨가하였을 때는 침투율이 최고 48.5%까지 증가하였다. 계면활성제를 함유하는 KNF-1002 분무용 용액은 밀에 대해서도 침투성과 부착성을 매우 증진하였으며, 그 효과는 polyoxyethylene계 계면활성제의 지방족 알콜의 종류와 ethylene oxide 부가물수에 따라 달랐다. 침투성과 부착량을 동시에 증진할 수 있는 보조제로써 nonaethylene glycol monododecyl ether(LE-9)를 함유하는 KNF-1002 제제는 보리 흰가루병에 대한 방제효과를 뚜렷하게 증진하는 것으로 나타났다.

**색인어** KNF-1002, 계면활성제, 보리, 침투성, 부착량, 흰가루병