

M.O. OLADIMEJI*, N.H. STEPHEN**, J. DALZIEL***, H.J. DUNCAN**

Resumen

*Se investigó en el laboratorio la influencia de diversos productos químicos supresores de brotes en mastuerzo (*Lepidium sativum* L.) y en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *moneymaker*). Los productos investigados fueron: clorprofán (isopropil-N-(3-clorofenil carbamato), 2,4-D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético), 1,6-dimetilnaftaleno, hidracina maleica (1,2-dihidro-3,6 piridacina-dione), profán (isopropil-N-fenil carbamato) y tecnaceno (1,2,4,5-tetracloro-3 nitrobenzeno)*

La germinación y crecimiento de las semillas de mastuerzo y tomate se efectuó a 25° C en discos petri cerrados, bajo la influencia de vapores de los productos químicos. La germinación de las semillas y el crecimiento fueron evaluados midiendo el largo de las raíces y los brotes de mastuerzo y tomate, a los tres y cinco días, respectivamente.

Con la dosis de 1.0 mg por disco, todos los productos, excepto la hidracina maleica, la cual no es volátil, inhibieron significativamente la germinación y crecimiento de la semillas probadas. No siempre ocurre una relación numérica estrecha entre los resultados de las pruebas de tomate y mastuerzo, debido a que parece ser variable, la sensibilidad de las especies hacia un producto químico. De los resultados puede inferirse que un producto químico que produce inhibición de germinación y crecimiento, ya sea en mastuerzo o tomate, o preferiblemente en ambas especies, es promisorio como un supresor de brotes en papas después de cosechadas.

Introduction

Among the major problems of potato storage are disease and sprouting. Sprouting can cause weight loss due to increased evaporation (3) and transfer of weight from a valuable tuber to a useless sprout (14), loss in seed quality and loss in visual and compositional quality (2). Potato sprouting is widely controlled through the application of sprout suppressant chemicals. The chemicals presently used do not possess all the desirable properties of a potato sprout suppressant (1), and a new, better sprout suppressant is needed.

One way of developing a new potato sprout suppressant is to test all the available chemicals for potato sprout suppression activity, which would be expensive and impractical. Thus, these chemicals should undergo preliminary screening so that only the most promising will be tested on potato tubers. At present there is no suitable screening method. Assessment techniques based on the growth of excised potato buds have not been successful because the excised buds behave differently than whole tubers (5, 6, 15).

This paper will focus on the screening of chemicals for potato sprout suppression activity. Vapours of chlorpropham (isopropyl-N-(3-chlorophenyl) carbamate) (4) and esters of 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) (8) were found to inhibit germination and growth of cucumber seeds. Chlorpropham and 2,4-D are known potato sprout suppressants (11, 7). Thus, the vapour of any potato sprout suppressant is likely to inhibit the germination and growth of seeds. This assumption was the basis for the screening procedure proposed here.

¹ Received for publication on 20 January, 1986

* Department of Chemistry, Adeyemi College of Education, Ondo, Nigeria.

** Department of Chemistry, Agricultural Chemistry Section, University of Glasgow, Glasgow, Scotland.

*** Imperial Chemical Industries, Ltd., London, England.

Materials and methods

Stock solutions (1 g/cm³) of the chemicals to be assayed were prepared in ethanol. An exact volume of solution was pipetted onto the lid of a 9 cm diameter plastic Petri dish. The lid was then placed in a fume cupboard for about 30 minutes to allow the solvent to evaporate, leaving a crystallized deposit of the test material as a film on the lid surface. A Whatman No. 1 filter paper was placed on the base of the dish, 25 test seeds were added, and the paper moistened with deionised water. The seeds were then evenly spaced around the dish before the chemically coated lid was put in place. The dish was incubated in the dark at 32 ± 2°C for a set period before root or shoot measurement was made.

Each chemical was employed at levels of 0, 0.1, 0.5 and 1.0 mg/dish for each test species. Each treatment was carried out in duplicate to give 50 replicates. The test species were cress (*Lepidium sativum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. Moneymaker), and the bioassay conditions employed for each species are tabulated in Table 1. The chemicals tested are chlorpropham, 2,4-D, dichlobenil (2,6-dichloro-benzonitrile), 1,6-dimethylnaphthalene, maleic hydrazide (1,2-dihydro-3,6-pyridazine-dione), propham (isopropyl-N-phenyl carbamate), tecnazene (1,2,4,5-tetrachloro-3-nitrobenzene), borneol (endo-1,7,7-trimethylbicyclo (2.2.1) heptan-2-ol), camphor (1,7,7-trimethyl bicyclo (2.2.1) heptan-2-one), carvone (2-methyl-octadienal), methyl salicylate, & pinene (2,6,6-trimethyl bicyclo (3.1.1) hept-2-ene,

Table 1. Bioassay conditions employed for the two test species.

Test Species	Temp. (°C)	Volume of water (ml per dish)	Incubation time (h)	Root or shoot measurement
Cress	32	3	72	Root
Tomato	32	5	144	Shoot

Table 2. Effect of sprout suppressant chemicals on cress root growth and tomato shoot growth at 32°C.

Chemical	Rate mg/dish	Cress root length (% of the control)	Tomato shoot length (% of the control)
Chlorpropham	0.1	33 a	9 a
	0.5	26 a	0 a
	1.0	14 a	0 a
2,4 D	0.1	38 a	59 a
	0.5	4 a	14 a
	1.0	6 a	12 a
Dichlobenil	0.1	45 a	15 a
	0.5	0 a	7 a
	1.0	0 a	0 a
1,6 Dimethylnaphthalene	0.1	117	110
	0.5	91	104
	1.0	53 a	56 a
Maleic hydrazide	0.1	91	90
	0.5	106	109
	1.0	109	106
Propham	0.1	68	32 a
	0.5	16 a	0 a
	1.0	5 a	0 a
Tecnazene	0.1	61 a	81
	0.5	18 a	0 a
	1.0	40 a	36 a

a Significantly different from control at the 5% level.

pulegone (5-methyl-2-(1-methylethylidene) cyclohexanone) and vanilin (4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde).

Analysis of root or shoot data was carried out for each chemical using the analysis of variance technique to determine significant differences within experiments. Probability (P) < 5% was judged significant.

Results and discussion

Table 2 shows that the roots of cress and shoots of tomato were significantly reduced by the vapours of chlorpropham, dichlobenil, 2,4-D, tecnazene and propham. These results showed that the vapour concentration of 2,4-D at 32°C is high enough to inhibit growth. Inhibition of germination and growth of weed seeds in soil containing 2,4-D had been reported (13). Maleic hydrazide did not reduce either cress root or tomato shoot lengths. This is due to the fact that maleic hydrazide is a nonvolatile pre-harvest potato sprout suppressant (10); it normally acts by translocation (12) and may inhibit plant growth by behaving as an antiauxin (9). 1,6-dimethylnaphthalene significantly reduced cress root and tomato shoot lengths only at the level of 1 mg/cm³. This may be a result of rapid evaporation during incubation.

Table 3 shows that cress root retardation by citral and pulegone is high, while retardation produced in tomato shoots is comparatively low. Conversely, methyl salicylate produced relatively high retardation in tomato and no retardation of cress roots. Camphor, &-pinene and vanilin produced little or no retardation in cress of tomato. Borneol, carvone and pulegone significantly retarded cress roots and tomato shoots. It has already been found that camphor, citral, &-pinene and vanilin produced poor or no inhibition of potato sprouting, while borneol, carvone and pulegone greatly inhibited potato sprouting (1).

The results indicate that chlorpropham, 2,4-D, dichlobenil, propham, tecnazene, borneol and carvone, which are already known to possess high potato sprout suppression activity, also significantly retard cress roots and tomato shoots. Pulegone, which also displays high potato sprout suppression activity, produced higher retardation in cress than in tomato, while methyl salicylate, which shows moderate potato sprout suppression activity, produced higher retardation in tomato than in cress. Citral, which has no potato sprout suppression activity, produced high retardation of cress roots and moderate retardation of tomato shoots.

Table 3. Effect of naturally produced volatile organic compounds on cress root growth and tomato shoot growth at 32°C.

Chemical	Rate (mg/dish)	Cress root length (% of control)	Tomato shoot growth (% of control)
Borneol	0.1	124	87
	0.5	79	88
	1.0	15 a	50 a
Camphor	0.1	119	104
	0.5	106	104
	1.0	82	104
Carvone	0.1	59	95
	0.5	24 a	62 a
	1.0	7 a	46 a
Citral	0.1	58 a	79
	0.5	14 a	63 a
	1.0	1 a	47 a
Methyl salicylate	0.1	79	57 a
	0.5	99	58 a
	1.0	91	24 a
&-Pinene	0.1	111	100
	0.5	109	94
	1.0	109	98
Pulegone	0.1	43 a	89
	0.5	1 a	76
	1.0	0 a	60 a
Vanilin	0.1	94	103
	0.5	95	111
	1.0	66	98

a Significantly different from control at the 5% level

These results indicate that any potato sprout suppressant will produce high inhibition in either tomato shoots or cress roots, or both, and that some compounds that are not potato sprout suppressants can also reduce cress root or tomato shoot lengths. This now forms the basis of the present screening procedure, whereby a chemical that produces reductions in either tomato shoot length or cress root length, or preferably in both, appears to be promising as a post-harvest potato sprout suppressant.

A limitation of this screening procedure is that there may be a few chemicals which can produce significant inhibition in the cress or tomato test, but do not possess adequate potato sprout suppression activity. On the positive side, the present screening approach involves very little skill and is reproducible. It is low in cost and takes little time. In the use of this screening procedure, care must be taken to prevent the chemical from evaporating away during the period of removing the solvent. It is also advisable to use two or more test plant species for each chemical.

Summary

The influence of sprout suppressant chemicals chlorpropham (isopropyl-N-(3-chlorophenyl) carbamate), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid), 1,6-dimethylnaphthalene, maleic hydrazide (1,2-dihydro-3,6-pyridazine-dione), propham (isopropyl-N-phenyl carbamate) and tecnazene (1,2,5-tetrachloro-3 nitrobenzene) were investigated on cress (*Lepidium sativum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill var Moneymaker) in the laboratory. Cress and tomato seeds were germinated and grown at 25°C in the Petri dish under the influence of the vapor of sprout suppressants coated on the Petri dish lids. Seed germination and growth were assessed by measuring the root and shoot lengths of cress and tomato after 3 and 5 days respectively. At the level of 1.0 mg per dish, all the sprout suppressants except maleic hydrazide, which is nonvolatile, inhibited significantly the germination and growth of cress and tomato seeds. Close numerical agreement between the results of the tomato and cress tests does not always occur because the sensitivities of the plant species towards a particular chemical are likely to be variable.

It is suggested that a chemical which produces germination and growth inhibition in either cress or tomato, or preferably in both, is promising as a post-harvest potato sprout suppressant.

Literature cited

- 1 BEVERIDGE, J. L.; DALZIEL, J.; DUNCAN, N. J. 1981. The assessment of some volatile organic compounds as sprout suppressants for ware and seed potatoes. *Potato Research* 24:61-76.
- 2 BURTON, W. G. 1966. The potato: A survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage. 2nd Edition. Pub. Veenman and Zonen Wageningen, Holland.
- 3 BURTON, W. G. 1973. Physiological and biochemical changes in the tuber as affected by storage conditions. Proc. 5th Triennial Conf. Eur. Ass. Potato Research (Norwich, 1972) p. 63-81.
- 4 DANIELSON, L. L. 1959. Mode and rate of release of isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate from several granular carriers. *Weeds* 7:418-426.
- 5 EL-ANTABLY, H. M. M.; WAREING, P. F.; HILLMAN, J. 1967. Some physiological responses to D.L. Abscisin (Dormin). *Planta (Berl.)* 73:74-90.
- 6 HARTMANS, K. J.; VAN ES, A. 1979. The influence of growth excised potato buds. *Potato Research* 22:319-332.
- 7 KENNETH, A. E. 1945. Weight loss of potatoes stored in various containers and treatments which may reduce this loss. *Veg. Growers Association America Annual Report* 148-156.
- 8 LEASURE, J. K. 1958. A study of some bioassay methods for herbicide volatility. *Weeds* 6:310-314.
- 9 LEOPOLD, A. C.; KLEIN, W. H. 1951. Maleic hydrazide as an antiauxin in plants. *Science* 14:9-10.
- 10 MARSHALL, E. R.; SMITH, O. 1951. Maleic hydrazide as a sprout inhibitor for potatoes. *Botanical Gazette* 112:329-330.
- 11 MARTIN, P. C.; SCHULTZ, E. S. 1950. Effect of growth regulators on sprouting of stored table stock potatoes and on waste piles for control of diseases. *America Potato Journal* 27:23-32.
- 12 MARTIN, H. 1972. *Pesticide Manual*, 3rd Edition. Pub. British Crop Protection Council.

- 13 MITCHELL, J.W.; MARTH, P.C. 1946 Germination of seeds in soil containing 2,4-dichlorophenoxy acetic acid *Botany Gazette* 107:408-416
- 14 SPARKS, W.C. 1978 Potato storage quality as influenced by ventilation *Abs 7th Triennial Conference Eur Ass Potato Research, Warsaw, Poland* p 90-91
- 15 VAN ES, A.; HARTMANS, K.J. 1969. The influence of abscisin II and gibberellic acid on the sprouting of excised potato buds. *Eur Potato Journal* 12:59-63.

Reseña de libros

DOLL, J. Manejo y control de malezas en el Trópico. Cali, Colombia, CIAT. 1979. 114 p.

Este libro editado por Jerry Doll, especialista en control de malezas, está dividido en trece capítulos, cada uno distinto, independiente y preparado por diferentes autores, si bien ligados por su contenido con el título de la obra

El primer capítulo describe los principios para el control de malezas discute diversos aspectos, como métodos de control, programas de control de malezas y cómo definirlos, el uso de mezclas de herbicidas, los tipos de herbicidas, la época de aplicación y las formulaciones en que se presentan.

El segundo capítulo es muy corto y sólo incluye el nombre científico de las 74 malezas tropicales más comunes. En el tercero se anota las 40 principales familias que incluyen plantas invasoras, así como una clave botánica resumida para identificar cada familia, la cual puede ser utilizada por cualquier persona que tenga un mínimo de conocimientos botánicos.

El capítulo cuarto trata dos temas: competencia y alelopatía. En cuanto a competencia se define el concepto y se expone los factores por los cuales compiten las malezas con los cultivos, los períodos o épocas críticas de competencia, así como las adaptaciones de las malezas, que las convierten en eficientes competidoras

Con respecto a alelopatía, también se define el concepto, se compara con el de competencia y se da algunos ejemplos.

El quinto capítulo está dedicado a la descripción de los diferentes equipos de aspersión utilizados para aplicaciones terrestres y aéreas. Además se presenta las pautas para definir qué tipo de bomba se requiere de acuerdo a las condiciones existentes.

El sexto capítulo se refiere a la calibración de aspersoras terrestres y analiza el efecto de la velocidad de aspersión, número de boquillas, tamaño del orificio de las boquillas y presión de aspersión en la descarga de una aspersora; además se presenta ejemplos de calibración de bombas de espalda y aspersoras acopladas a tractores.

El séptimo capítulo explica los principios en que se basa la selectividad de los herbicidas, separando los factores en: 1) físicos y mecánicos, 2) ambientales, 3) morfológicos y anatómicos y 4) fisiológicos. Para cada uno de estos factores existe una serie de variantes y en cada una de ellas se ofrece ejemplos de cómo el herbicida aplicado en determinada forma, época o situación controla las malezas y no daña al cultivo.

El octavo capítulo analiza en forma bastante amplia el modo de acción de los diferentes grupos de herbicidas, así como los síntomas de daño, de acuerdo al proceso fisiológico que afectan. El capítulo nueve hace referencia a los factores que inciden en la efectividad de los herbicidas. En este capítulo se trata con bastante precisión una serie de factores, que a nivel de campo afectan la selectividad de los herbicidas y que hacen que una aplicación dé un buen o mal resultado.

El décimo capítulo hace una breve descripción de las diferentes formulaciones con que se venden los herbicidas, así como las ventajas que tiene cada una de ellas. El onceavo capítulo está dedicado a la descripción de los diferentes tipos de "surfactantes" (agentes activadores de superficies), sus propiedades

y aplicaciones prácticas. En el doceavo capítulo sólo se anotan algunos problemas, cuya respuesta adecuada se puede obtener si se ha entendido todo el texto.

Termina el libro con un capítulo sobre precauciones que deben ser adoptadas en el uso de herbicidas, las que siempre son importantes debido a los frecuentes problemas de intoxicación.

El folleto está escrito en forma concisa y clara; los temas que abarca están en forma precisa, de tal manera que se adaptan al público al cual está dirigido, compuesto por extensionistas, estudiantes universitarios y profesores, todos vinculados con el control de malezas.

A pesar de que el editor trate de que el folleto sea lo más práctico posible, creo que algunos capítulos podrían ampliarse un poco, especialmente con la inclusión de ciertos temas importantes; por ejemplo se habla muy poco del efecto de los herbicidas en el suelo, sus efectos sobre los microorganismos, la persistencia y otros. El capítulo onceavo habría sido más amplio si se dedicara a los coadyuvantes, que incluyen no sólo a los agentes activadores sino también humectantes, dispersantes, adherentes, emulgentes, agentes

de suspensión, tamponadores de pH y agentes estabilizantes.

Una de las fallas que esta obra presenta en los diferentes capítulos es que no obstante incluir información que ha sido el resultado de investigación en diferentes lugares del mundo, no expone las citas bibliográficas en forma correcta. Se observa muy pocos errores ortográficos y/o tipográficos, lo que demuestra una muy buena revisión del editor.

El documento presenta mucha información y muy valiosa, a pesar de su corta extensión, la cual ocurre en buena parte a que no se incluye fotografías o láminas y las figuras o esquemas que se presentan son sólo los necesarios para ilustrar el tema, ocupando pequeños espacios dentro del texto.

Dado que abarca prácticamente todos los temas que se estudian en los cursos de control de malas hierbas, este folleto puede ser utilizado como texto a nivel universitario.

JUAN E. MORA MONTERO
IICA, COSTA RICA