Syntéza *O*-substituovaných derivátov *N*-hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidu a výskum ich herbicídnej a insekticídnej účinnosti

M. FURDÍK, E. SIDÓOVÁ

Laboratórium chémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Bratislava

Syntetizovali sa dosiaľ neopísané *N*-alkoxy-, *N*-alkenyloxy-, *N*-aralkyloxy- a *N*-acyloxyderiváty na báze východiskového *N*-hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidu preparatívnym postupom podľa schémy 1.

Zistila sa pomerne nízka herbicídna účinnosť pripravených látok, ktorá je značne nižšia než účinnosť nehexachlórovaných analógov na základnom molekulovom skelete. Okrem toho sa zistila nízka insekticídna účinnosť uvedených látok.

Nadväzujúc na prácu [1], v ktorej sme sa zaoberali syntézou *O*-substituovaných derivátov *N*-hydroxy-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidu, v tejto práci sa zameriavame na syntézu hexachlórovaných derivátov látok uvedeného typu a skúmaním ich herbicídnej a insekticídnej účinnosti z hľadiska vzťahu k štruktúre.

Experimentálna časť

Fyzikálne konštanty, analytické údaje a výťažky syntetizovaných látok uvádzame v tab. 1.

N-Hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximid (I)

V 150 ml vody sme súčasne rozpustili 15,4 g (0,22 mólu) chloridu hydroxylamónia a 8,8 g (0,22 mólu) hydroxidu sodného. Po úplnom rozpustení sme pridali 74,2 g (0,20 mólu) anhydridu kyseliny 1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboxylovej a reakčnú zmes sme jednu hodinu refluxovali. Po ochladení na 12—15 °C sme získali 76 g surového produktu, ktorý sme prekryštalizovali zo zmesi etylalkohol—voda za použitia aktívneho uhlia. Výťažok o b. t. 254—257 °C (Kofler) bol 63 g.

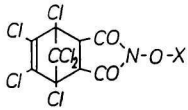
Pre vzorku na analýzu sme získanú látku dvakrát prekryštalizovali zo zmesi etylalkohol—voda za použitia aktívneho uhlia. Takto pripravená vzorka mala b. t. 258 až 259 °C (Kofler).

N-Alkoxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidy

N-Alkoxy: *N*-metoxy (*II*), *N*-etoxy (*III*), *N*-*n*-propoxy (*IV*), *N*-izopropoxy (V), *N*-alyloxy (*VI*), *N*-*n*-butoxy (*VII*), *N*-(3-chlór-2-butenyloxy) (*VIII*), *N*-*n*-amyloxy (*IX*), *N*-izoamyloxy (*X*), *N*-*n*-hexyloxy (*XI*), *N*-benzyloxy (*XII*)

Zlúčeniny *II*—*XII* sme v princípe pripravili podľa postupu, ako ďalej uvádzame pre *N*-alyloxyderivát.

Tabuľka 1



Látky	X	Vzorec	*M*	B. t. °C (Kofler)	Analýza % N vypočítané	Analýza % N zistené	Výťažok %
I	—H	$C_9Cl_6H_3NO_3$	385,86	258—259	3,63	3,43	81,6
II	—CH_3	$C_{10}Cl_6H_5NO_3$	399,89	197,5—198,5	3,50	3,38	83,5
III	—CH_2—CH_3	$C_{11}Cl_6H_7NO_3$	413,92	134—136	3,38	3,53	64,0
IV	—CH_2—CH_2—CH_3	$C_{12}Cl_6H_9NO_3$	427,94	123—125	3,27	3,24	76,2
V	—CH(CH_3)$_2$	$C_{12}Cl_6H_9NO_3$	427,94	137—138	3,27	3,28	81,8
VI	—CH_2—CH=CH_2	$C_{12}Cl_6H_7NO_3$	425,93	92,5—94,5	3,29	3,31	80,3
VII	—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3	$C_{13}Cl_6H_{11}NO_3$	441,97	94,5—96,5	3,17	3,16	65,2
VIII	—CH_2—CH=C(Cl)—CH_3	$C_{13}Cl_7H_8NO_3$	474,40	123,5—125,5	2,95	2,99	95,2
IX	—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3	$C_{14}Cl_6H_{13}NO_3$	455,99	143—145	3,07	3,27	61,8
X	—CH_2—CH_2—CH(CH_3)$_2$	$C_{14}Cl_6H_{13}NO_3$	455,99	105—107	3,07	3,08	62,3
XI	—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3	$C_{15}Cl_6H_{15}NO_3$	470,02	100,5—102,5	2,98	2,82	63,0
XII	—CH_2—C_6H_5	$C_{16}Cl_6H_9NO_3$	475,98	194,5—196,5	2,94	3,13	82,0
XIII	—CO—CH_3	$C_{11}Cl_6H_5NO_4$	427,90	195,5—196,5	3,27	3,16	75,7
XIV	—CO—C_6H_5	$C_{16}Cl_6H_7NO_4$	489,97	193,5—194,5	2,86	2,82	86,5
XV	—CO—$C_6H_2(OCH_3)_3$	$C_{19}Cl_6H_{13}NO_7$	580,04	249—251	2,41	2,35	83,0
XVI	—CO—C_6H_4—Cl	$C_{16}Cl_7H_6NO_4$	524,42	229,5—230,5	2,67	2,73	96,5
XVII	—CO—C_6H_4—Cl	$C_{16}Cl_7H_6NO_4$	524,42	216—217	2,67	2,94	91,2
XVIII	—CO—C_4H_3O	$C_{14}Cl_6H_5NO_5$	479,93	215,5—217,5	2,88	2,83	89,6

19,30 g (0,05 mólu) *N*-hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidu sme rozpustili v roztoku 2,00 g (0,05 mólu) hydroxidu sodného v zmesi 50 ml vody a 100 ml etylalkoholu. Po rozpustení sme pridali 6,05 g (0,05 mólu) alylbromidu a reakčnú zmes sme refluxovali jednu hodinu. Po odfarbení aktívnym uhlím sme zmes zahustili za zníženého tlaku bez ďalšieho zahrievania. Z roztoku sa vylúčilo 17,1 g bieleho kryštalického produktu o b. t. 92—94,5 °C (Kofler).

Pre vzorku na analýzu sme látku dvakrát prekryštalizovali zo zmesi etylalkohol—voda za použitia aktívneho uhlia. Získali sme látku o b. t. 92,5—94.5 °C (Kofler).

Pri príprave látok *II*, *III*, *IV*, *VII*, *IX*, *X*, *XI* sme vychádzali z príslušných alkyljodidov, pri príprave *VIII*, *XII* z alkylchloridov, na rozdiel od *V* a uvedenej prípravy *VI*, kde sme používali alkylbromidy.

N-Acetoxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximid (XIII)

15,4 g (0,04 mólu) *N*-hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidu sme rozpustili v 50 ml acetanhydridu a reakčnú zmes sme pri tejto teplote udržiavali jednu hodinu. Po odfarbení aktívnym uhlím sme zmes vyliali do 500 ml vody, teplej 40 °C. Ochladením zmesi sme po niekoľkých hodinách získali 12,95 g látky o b. t. 194—196,5 °C (Kofler).

Pre vzorku na analýzu sme látku dvakrát prekryštalizovali zo zmesi acetón—etylalkohol, čím sme získali vzorku o b. t. 195,5—196,5 °C.

N-Acyloxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidy

N-acyloxy: *N*-benzoyloxy (*XIV*), *N*-(3,4,5-trimetoxybenzoyloxy) (*XV*), *N*-(2-chlórbenzoyloxy) (*XVI*), *N*-(4-chlórbenzoyloxy) (*XVII*), *N*-furoyloxy (*XVIII*)

Látky *XIV*—*XVIII* sme pripravili podľa postupu, ktorý sme uplatnili pri príprave *N*-(2-chlórbenzoyloxy)derivátu, ako ho uvádzame nižšie.

19,30 g (0,05 mólu) *N*-hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximidu, 8,75 g (0,05 mólu) 2-chlórbenzoylchloridu a 7,50 g (0,05 mólu) *N*,*N*-dietylanilínu sme jednu hodinu refluxovali v 50 ml benzénu. Po odfarbení aktívnym uhlím sme rozpúšťadlo oddestilovali za zníženého tlaku a zvyšok sme rozptýlili v 200 ml vody, teplej 50 °C. Po pozvoľnom ochladení sme získali 25,3 g kryštalickej látky o b. t. 225—229 °C.

Pre vzorku na analýzu sme produkt dvakrát prekryštalizovali zo zmesi acetón—etylalkohol—voda, čím sme získali látku o b. t. 229—230,5 °C.

Výsledky a diskusia

Hexachlórované deriváty látok zvoleného typu sme pripravili za účelom porovnania ich herbicídnej účinnosti s prvšie syntetizovanými analógmi, nechlórovanými na základnom skelete [1].

Pri syntéze medziproduktov a finálnych látok sme postupovali podľa schémy 1.

Východiskovú základnú reakčnú zložku *N*-hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlór-

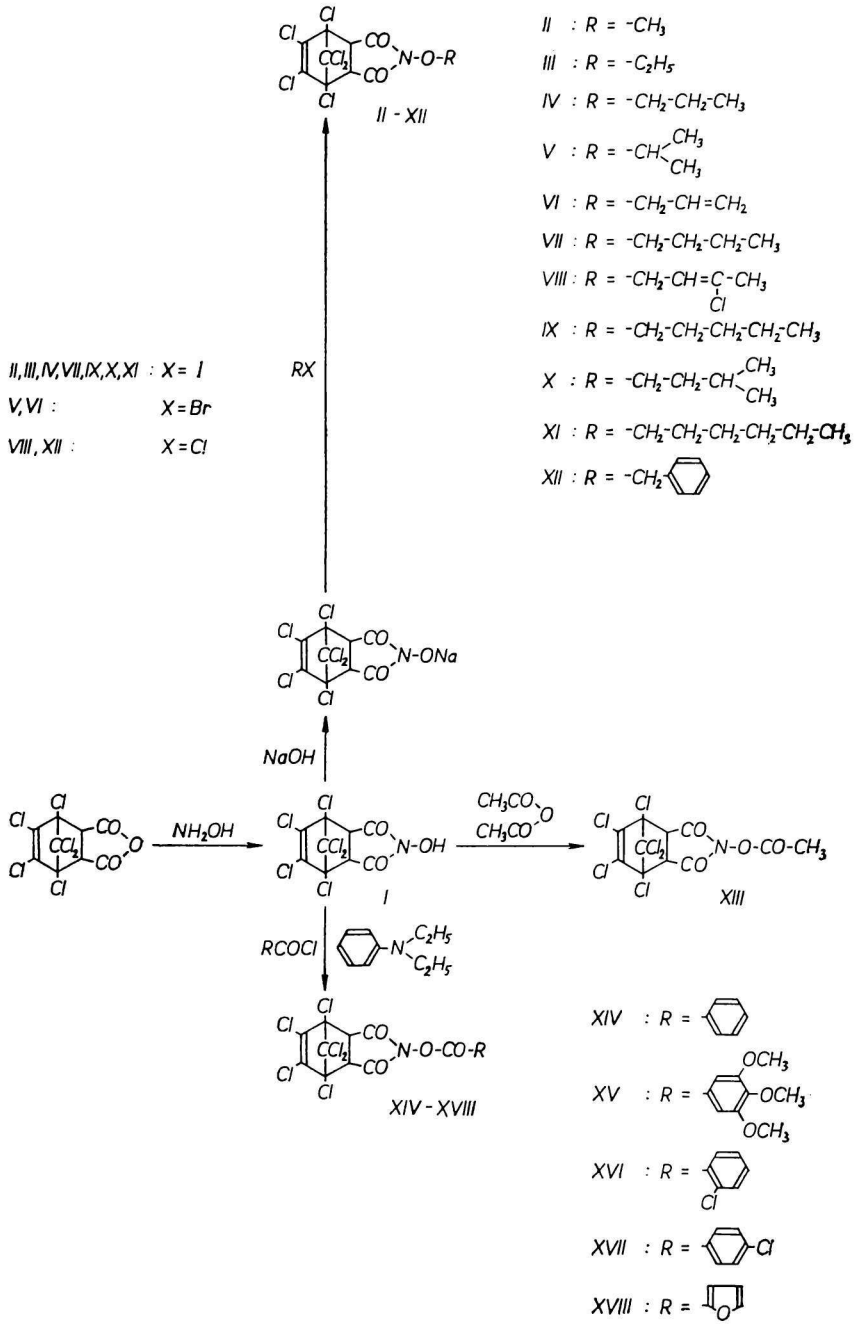

II - XII
II : R = -CH3
III : R = -C2H5
IV : R = -CH2-CH2-CH3
V : R = -CH(CH3)2
VI : R = -CH2-CH=CH2
VII : R = -CH2-CH2-CH2-CH3
VIII : R = -CH2-CH=C(Cl)-CH3
IX : R = -CH2-CH2-CH2-CH2-CH3
X : R = -CH2-CH2-CH(CH3)2
XI : R = -CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CH3
XII : R = -CH2-C6H5
II,III,IV,VII,IX,X,XI : X = I
V,VI : X = Br
VIII, XII : X = Cl
RX
NaOH
NH2OH
CH3CO-O-CH3CO
RCOCl
XIII
XIV - XVIII
XIV : R = C6H5
XV : R = 2,6,4-(OCH3)3-C6H2
XVI : R = 2-Cl-C6H4
XVII : R = 4-Cl-C6H4
XVIII : R = furyl

Schéma 1.

-bicyklo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dikarboximid (látka *I*) sme pripravili modifikáciou postupu, použitého na prípravu tetrahydroftaloximu [2]. Použili sme vodné prostredie namiesto metylalkoholického pri skrátenom, len jednohodinovom refluxovaní. Dosiahli sme 81,6 % výťažok, zatiaľ čo autori postupu pre tetrahydroftaloxim udávajú výťažok iba 46,1 %. Nami modifikovaný postup sme uplatnili aj pri príprave nechlórovaného analógu s tou zmenou, že reakčnú zmes sme ešte kratšie refluxovali, a to 5 minút [1].

N-Alkoxy-, *N*-alkenyloxy, resp. *N*-aralkyloxyderiváty (látky *II*—*XII*) sme získali reakciou sodnej soli látky *I* s príslušnými halogenidmi vo vodno-alkoholickom prostredí o výťažkoch pohybujúcich sa v závislosti od reaktivity halogenidu v rozmedzí 61,8—95,2 %.

Tabuľka 2

Bonitácia účinku štandardov pri aplikácii na list

Látka	Hrach		Pohánka		Horčica		Cukrová repa		Pšenica	
	1,0 %	0,1 %	1,0 %	0,1 %	1,0 %	0,1 %	1,0 %	0,1 %	1,0 %	0,1 %
I	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
nechlórovaný analóg látky *I*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	0	3	2,5	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *III*	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
V	0	0	2,5	0	2,5	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *V*	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
VI	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *VI*	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
X	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *X*	2	0	2	0	2,5	1	1,5	0	1	0
XI	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0
XIV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *XIV*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bonitačná stupnica: 0—5; 0 = nepoškodené; 5 = totálne uhynuté.

N-Acetoxyderivát (látka *XIII*) sme pripravili reakciou látky *I* s anhydridom kyseliny octovej, kým ostatné *N*-acyloxyderiváty (látky *XIV*—*XVIII*) pôsobením príslušných acylchloridov na látku *I* v prostredí benzénu s prídavkom *N*,*N*-dietylanilínu na viazanie uvoľneného chlorovodíka. Pri *N*-acetoxyderiváte sme dosiahli 75,7 % výťažok, pri ostatných produktoch 83,0 až 96,5 % výťažok.

Tabuľka 3

Bonitácia účinku štandardov pri aplikácii do pôdy

Látka	Hrach		Pšenica		Pohánka		Horčica		Cukrová repa		Kukurica	
	Bonitačné hodnoty podľa dávky účinnej látky v kg/ha											
	31,6	10,0	31,6	10,0	31,6	10,0	31,6	10,0	31,6	10,0	31,6	10,0
I	0	0	1	0	2,5	1	3	2	2	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *I*	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1,5	1
II	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *II*	2,5	1,5	2,5	2	2,5—3	1,5	3	1	1	0	2,5	2
III	1,5	0	0	0	1,5	0	2,5	1,5	1	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *III*	2,5	0	3	2,5	2,5	2	3,5	2,5	2	1	2,5	2,5
V	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *V*	3	2	3,5	2,5	2,5	2	4,5	2	2,5	0	2,5	2
VI	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *VI*	2,5	2	3	2,5	3	2	4,5	2	3	1	2,5	2
XIV	0	0	0	0	1,5	0	1,5	0	2	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *XIV*	1,5	1	1,5	1	0	0	1	0	0	0	1	1
XVIII	0	0	0	0	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0
nechlórovaný analóg látky *XVIII*	1,5	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0

Bonitačná stupnica: 0—5; 0 = nepoškodené; 5 = totálne uhynuté.

Herbicídny účinok syntetizovaných látok *I—XVIII* sme sledovali v štandardných screening-testoch pri aplikácii na list a do pôdy [3, 4]. Výsledky s látkami, ktoré ukázali aspoň akú-takú účinnosť, uvádzame v tab. 2 a 3.

Pri aplikácii na list (tab. 2) vidieť stredný fytotoxický účinok *N*-etoxyderivátu (látka *III*) na horčicu a *N*-izopropoxyderivátu (látka *V*) pri 1 % koncentrácii na horčicu a pohánku. Pri tejto koncentrácii pôsobil ešte mierne fytotoxicky na horčicu *N*-alyloxyderivát (látka *VI*), *N*-izoamyloxyderivát (látka *X*) a *N*-hexyloxyderivát (látka *XI*). Ostatné deriváty boli v použitých koncentráciách fytotoxicky neúčinné.

Pri aplikácii do pôdy (tab. 3) sa znateľnejšie fytotoxicky prejavila základná látka *I* s *N*-hydroxylovým substituentom na citlivejších objektoch. Určitý, avšak podradnejší účinok ukázali ešte látky so substituentmi s kratšími alkylovými skupinami: *N*-etoxyderivát (látka *III*) na horčicu a pri 1 % koncentrácii na pohánku a hrach, ďalej *N*-metoxyderivát (látka *II*), *N*-alyloxyderivát (látka *VI*), *N*-izopropoxyderivát (látka *V*) pri 1 % koncentrácii na horčicu. Podobné, herbicídne nezávažné fytotoxické prejavy sa zistili aj pri *N*-furoyloxyderiváte (látka *XVIII*) na horčici a pohánke a pri *N*-benzoyloxyderiváte (látka *XIV*) na horčici, pohánke a cukrovej repe. Ostatné deriváty sa ukázali neúčinnými (tab. 4).

Z porovnania s niektorými nechlórovanými analógmi skúmaných látok vychádza najavo, že substitúcia šiestimi atómami chlóru na skelete v polohách

Tabuľka 4

Bonitácia účinku štandardov pri aplikácii do pôdy

Štandard	Dávka účinnej látky v kg/ha	Hrach	Pšenica	Pohánka	Horčica	Cukrová repa	Kukurica
2,4-D	10,0	5	2,5	2,5	5	5	2,5
	3,16	5	1,5	1,5	5	5	1
	1,0	4,5	0	0	4	3	0
CIPC	10,0	5	5	5	4	4	5
	3,16	2	5	5	3,5	2	4,5
	1,0	0	5	5	1	0	3
Simazín	10,0	3,5	4,5	5	5	5	0
	3,16	3	4	5	5	5	0
	1,0	2,5	4	5	5	5	0

1,4,5,6,7,7 vyvolala pomerne značné poklesnutie pôvodnej herbicídnej účinnosti pri väčšine látok (s výnimkou najmä pri látke *I*), ktoré sa výstižnejšie prejavovalo v testoch pri aplikácii do pôdy.

Na záver možno podľa dosiahnutých výsledkov konštatovať, že z herbicídneho hľadiska ide o nevýznamné pôsobenie syntetizovaných látok *I—XVIII*, ktoré je značne pod úrovňou známych herbicídov: 2,4-D, CIPC a *Simazín*.

Okrem herbicídnej účinnosti sa pri syntetizovaných látkach orientačne

Tabuľka 5

Insekticídna účinnosť syntetizovaných látok

Testované látky	% mŕtvych múch pri koncentrácii účinnej látky			% mŕtvych múch 24 hodín po aplikácii 0,05 % účinnej látky
	0,05	0,5	5	
I	5	5	5	42
II	2	2	2	56
III	2	0	2	36
IV	0	0	0	38
V	0	5	0	50
VI	2	7	7	60
VII	2	0	0	19
VIII	2	2	0	18
IX	5	5	0	17
X	2	5	0	41
XI	0	2	5	50
XII	0	2	2	61
XIII	2	2	2	43
XIV	0	2	0	29
XV	0	5	—	29
XVI	0	0	0	61
XVII	7	10	10	37
XVIII	0	0	0	49

skúmala aj ich insekticídna účinnosť, a to stanovením rýchlosti insekticídneho účinku na *Musca domestica* metódou Petriho misiek [5], ako aj stanovením stupňa insekticídneho účinku na *Musca domestica* metódou topikálnej aplikácie prípravkov [5]. Ako porovnávacie prípravky sme zaradili štandardy *Malation* a *p,p'*-DDT.

Keďže pripravené látky sa ukázali slabšie účinnými insekticídmi, nebolo možné stanoviť hodnoty LT_{50}, a preto uvádzame priemernú percentuálnu úmrtnosť múch po 24 hodinovom kontakte s prípravkom. Pre rovnakú príčinu sme nestanovili ani hodnotu LC_{50} a uvádzame iba údaje o priemernej úmrtnosti múch (tab. 5 a 6).

Tabuľka 6

Insekticídna účinnosť štandardov

Prípravok	% účinnej látky topikálnou aplikáciou na *Musca domestica*	% mŕtvych múch
DDT	0,0026	2
	0,0037	20
	0,0054	25
	0,0093	47
	0,016	72
	0,027	82
Malation	0,01	5
	0,013	7
	0,016	15
	0,019	27
	0,027	40
	0,040	67
	0,057	95

Z výsledkov testovania insekticídnej účinnosti, uvedených v tab. 5, vidieť, že pomerne najúčinnejšie sú deriváty s *N*-alkoxyskupinami s kratším alkylovým reťazcom (s výnimkou etoxyderivátov a *n*-propoxyderivátov) a so stredne dlhým reťazcom (*n*-hexyloxyderiváty), ako aj s *N*-benzyloxyskupinou. Z *N*-acyloxyderivátov bol na vyššej úrovni *N*-(*o*-chlórbenzoyl)oxyderivát.

Ďakujeme výskumným pracovníkom Výskumného ústavu agrochemickej technológie v Bratislave, a to RNDr. S. Priehradnému za herbicídne testovanie a Ing. S. Gahérovi za insekticídne testovanie látok.

Ďakujeme J. Grňákovej z Laboratória chémie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave za analytické stanovenie.

СИНТЕЗ *O*-ЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ *N*-ГИДРОКСИ-1,4,5,6,7,7-ГЕКСАХЛОР-БИЦИКЛО[2,2,1]ГЕПТ-5-ЕН-2,3-ДИКАРБОКСИМИДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ГЕРБИЦИДНОЙ И ИНСЕКТИЦИДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЕЙ

М. Фурдик, Е. Сидоова

Лаборатория химии Естественного факультета Университета им. Коменского, Братислава

Синтезировались, до сих пор, неописанные *N*-алкокси-, *N*-алкенилокси-, *N*-аралкилокси- и *N*-ацилокси-производные на базе исходного *N*-гидрокси-1,4,5,6,7,7-гексахлор-бицикло[2,2,1]гепт-5-ен-2,3-дикарбоксимида препаративным методом по схеме 1.

Обнаружилась относительно низкая гербицидная активность полученных веществ, которая значительно меньше чем деятельность аналогов негексахлорированных на основном скелете молекулы. Кроме того обнаружилась низкая инсектицидная деятельность приведенных веществ.

Preložil M. Fedoroňko

SYNTHESE *O*-SUBSTITUIERTER DERIVATE DES *N*-HYDROXY-1,4,5,6,7,7-HEXACHLOR-BICYCLO[2,2,1]HEPT-5-EN-2,3-DICARBOXIMIDS UND PRÜFUNG DEREN HERBIZIDEN UND INSEKTIZIDEN WIRKSAMKEIT

M. Furdík, E. Sidóová

Laboratorium für Chemie der Naturwissenschaftlichen Fakultät an der Komenský-Universität, Bratislava

Es wurden die bisher nicht beschriebenen *N*-Alkoxy-, *N*-Alkenyloxy-, *N*-Aralkyloxy- und *N*-Acyloxy-Derivate auf der Basis der Ausgangsverbindung *N*-Hydroxy-1,4,5,6,7,7-hexachlor-bicyclo[2,2,1]hept-5-en-2,3-dicarboximid durch das präparative Verfahren nach dem Schema 1 synthetisiert.

Es wurde eine verhältnismäßig niedrige herbizide Wirksamkeit der hergestellten Stoffe festgestellt, die erheblich niedriger liegt als die Wirksamkeit der nicht hexachlorierten Analoga auf dem Grundmolekülskelett. Außerdem wurde eine niedrige insektizide Wirksamkeit der gegenständlichen Stoffe festgestellt.

Preložil K. Ullrich

LITERATÚRA

1. Furdík M., Sidóová E., Priehradný S., *Acta Facult. rer. natur. Univ. Comenianae* (v tlači).
2. Wegler R., Grewe F., Mehlhose K., U. S. pat. 2 816 111 (10. 12. 1957).
3. Linser A., Kiermayer O., *Methoden zur Bestimmung sämtlicher Wuchsstoffe*, 120. Springer-Verlag, Wien 1957.
4. Furdík M., Raposš P., Štullerová A., Priehradný S., *Chem. zvesti* **17**, 616 (1963).
5. Šály A., Ondrejka J., Gahér S., *Poľnohospodárstvo* **9**, 129 (1962).

Do redakcie došlo 2. 7. 1966

Adresa autorov:

Prof. Ing. Mikuláš Furdík, Ing. Eva Sidóová, CSc., Laboratórium chémie PFUK, Bratislava, Šmeralova 2.