



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

208795
(11) (B2)

- (22) Přihlášeno 16 11 79
(21) (PV 7863-79)
(32) (31) (33) Právo přednosti od 18 11 78
(P 28 50 180.6)
Německá spolková republika
(40) Zveřejněno 30 01 81
(45) Vydáno 15 04 84

(51) Int. Cl.³
C 07 C 47/54
(C 07 C 47/54,
47/55, 47/575)

- (72) Autor vynálezu BÖHM SIEGFRIED dr., KÖLN, KLEIN ALFONS ing., DÜSSELDORF,
WEDEMEYER KARLFRIED dr., KÖLN (NSR)
(73) Majitel patentu BAYER AKTIENGESELLSCHAFT, LEVERKUSEN (NSR)

(54) Způsob výroby 3-fenoxybenzaldehydů

1

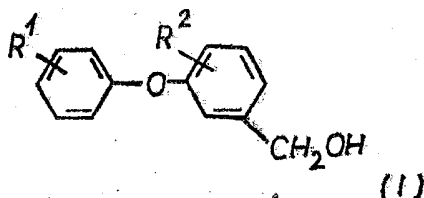
Vynález se týká způsobu výroby 3-fenoxybenzaldehydů z 3-fenoxybenzylalkoholů, popřípadě z 3-fenoxybenzylchloridů.

Z DOS č. 2 741 764 a DOS č. 2 704 512 je známo, že směs 3-fenoxybenzylchloridu a 3-fenoxybenzylchloridu lze nechat reagovat v prvním reakčním stupni s amoniakem a formaldehydem nebo s hexamethylenetetraminem a potom v druhém reakčním stupni za kyselých podmínek hydrolyzovat reakč-

2

ní produkt na 3-fenoxybenzaldehyd. V druhém reakčním stupni se reakční produkt z prvního stupně vaří v roztoku obsahujícím vodu, kyselinu octovou a koncentrovanou chlorovodíkovou kyselinu pod zpětným chladičem. Přitom se vyskytují při technickém provádění problémy s korozí.

Nyní byl nalezen způsob výroby 3-fenoxybenzaldehydů z 3-fenoxybenzylalkoholů obecného vzorce I,

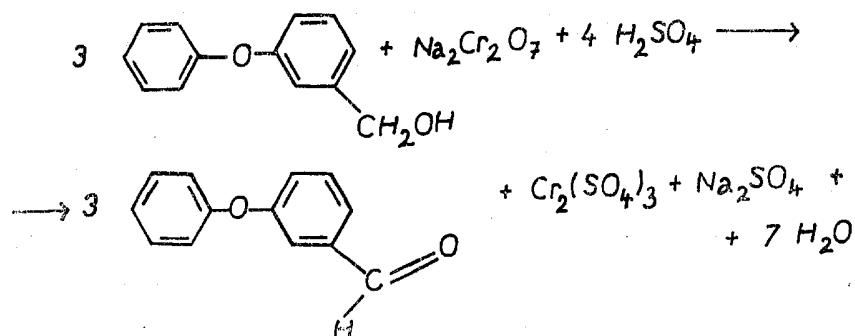


v němž

R¹ a R² jsou stejné nebo rozdílné a znamenají vodík nebo halogen, který spočívá v tom, že se uvedené 3-fenoxybenzylalkoholy oxidují v přítomnosti vodného roztoku 2,5 až 10 mol kyseliny sírové, vztaženo na 1 mol dvojchromanu alkalického-

ho kovu, při teplotách od 50 do 125 °C, s výhodou při 80 až 100 °C, vodným roztokem dvojchromanu alkalického kovu, přičemž se používá 0,25 až 0,4 mol dvojchromanu alkalického kovu, vztaženo na 1 mol benzylalkoholu.

Postup podle vynálezu lze objasnit na příkladu této reakce:



Halogenem pro postup podle vynálezu může být fluor, chlor, brom nebo jod, výhodně fluor nebo chlor.

3-Fenoxybenzylalkoholy pro postup podle vynálezu jsou známy a mohou se vyrábět výhodně hydrolyzou 3-fenoxybenzylchloridů v rozmezí teplot od 140 do 210 °C za tlaku.

Postup podle vynálezu se provádí v rozmezí teplot od 50 do 125 °C, výhodně od 80 do 100 °C. Postup podle vynálezu se provádí obecně za atmosférického tlaku.

Jako příklady dvojchromanu alkalického kovu lze uvést dvojchroman sodný a dvojchroman draselný. Samozřejmě se při postupu podle vynálezu mohou používat také směsi různých dvojchromanů.

Obecně se pro postup podle vynálezu používá 90 až 130 mol, výhodně 105 až 120 mol, dvojchromanu, vztaženo na 1 mol benzylalkoholu.

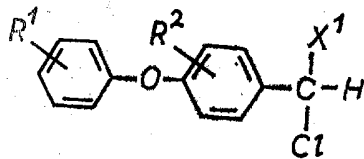
Pro postup podle vynálezu se dvojchroman používá obecně v 10% až nasyceném roztoku, výhodně ve formě 20 až 60% roztoku (% hmotnostní), a to ve formě vodného roztoku.

Obsah kyseliny sírové při postupu podle vynálezu může kolísat v širokých mezích. Činí obecně 2,5 až 10 mol, výhodně 3 až 7 mol, vztaženo na 1 mol dvojchromanu.

Pro postup podle vynálezu se obecně používá 10 až 70 %, výhodně 20 až 60 % (% hmotnostní), vodné kyseliny sírové.

Postup podle vynálezu se provádí výhodně v přítomnosti inertního, ve vodě nerozpustného rozpouštědla. Takovými rozpouštědly mohou být například alifatické nebo aromatické uhlovodíky, například hexan, isooktan, benzen, xylen nebo xyleny.

Při výhodném provedení postupu podle vynálezu se v prvním reakčním stupni směs 3-fenoxytoluenů chlorovaných v postranním řetězci obecného vzorce II,



(II)

v němž

X¹ znamená vodík nebo chlor a

R¹ a R² jsou stejné nebo rozdílné a mají shora uvedený význam, hydrolyzuje v rozmezí teplot od 140 do 210 °Celsia za tlaku na směs obsahující 3-fenoxybenzylalkoholy vzorce I, která se potom v druhém reakčním stupni oxiduje v přítomnosti vodné kyseliny sírové v rozmezí teplot od 50 do 125 °C působením vodného roztoku dvojchromanu.

3-fenoxytolueny chlorované v postranním řetězci jsou známy sloučeniny (srov. DOS č. 2 704 512). Mohou se vyrábět například chlorací odpovídajících 3-fenoxytoluenů v tetrachlormethanu v přítomnosti iniciátoru radikálů nebo za osvětlení. Při takovéto chloraci se získá vedle 3-fenoxybenzylchloridu také 3-fenoxybenzalchlorid, nezreagovaný 3-fenoxytoluen a popřípadě 3-fenoxybenzotrichlorid.

Pro postup podle vynálezu je možné používat tyto chlorační směsi přímo bez předchozího dělení.

Výhodně se pro postup podle vynálezu používá 3-fenoxytolueny chlorovaných v postranním řetězci, které vznikají tím, že se chlorace v postranním řetězci přeruší, když vznikne směs, která obsahuje až 20 % hmotnostních 3-fenoxybenzalchloridu.

Hydrolyza 3-fenoxytoluenů chlorovaných v postranním řetězci, používaných podle výhodného provedení postupu podle vynálezu, na směs obsahující 3-fenoxybenzylalkoholy, se může provádět v přítomnosti vodnýchází.

Jako vodnýchází pro postup podle vynálezu se používá obecně vodných roztoků a/nebo suspenzí oxidů, hydroxidů nebo uhličitánů alkalických kovů nebo kovů alkalických zemin. Jako příklady lze uvést tyto báze: hydroxid sodný, uhličitán sodný, hydrogenuhličitán sodný, hydroxid draselný, uhličitán draselný, hydrogenuhličitán draselný, oxid hořečnatý, hydroxid hořečnatý, uhličitán hořečnatý, oxid vápenatý, hydroxid vápenatý a uhličitán vápenatý. Výhodnými bázemi pro postup podle vynálezu jsou hydroxid sodný, uhličitán sodný, oxid vápenatý a hydroxid hořečnatý.

Sloučeniny alkalických kovů, popřípadě kovů alkalických zemin, se mohou používat jednotlivě nebo ve směsi. Je také možné

začít reakci s některou z těchto sloučenin a v průběhu reakce přidávat některou jinou z těchto sloučenin.

Množství báze pro postup podle vynálezu může kolísat v širokých mezích. Obecně lze používat 50 až 150 % molárních, výhodně 75 až 120 % molárních množství báze ekvivalentní obsahu chloru v postranním řetězci v 3-fenoxybenzylchloridu.

K hydrolýze postupem podle vynálezu se používá obecně 0,5 až 10násobného, výhodně 1,5 až 4násobného množství vody, vztaženo na použitý chlorační produkt.

Při výhodném provedení postupu podle vynálezu je možné přidávat bázi nikoliv na začátku hydrolýzy, nýbrž teprve později. Tak například se přidá báze po 50 až 85% (% molární) konverzi, vztaženo na obsah chloru v postranním řetězci v 3-fenoxybenzylchloridu.

Je také možné provádět hydrolýzu bez přídavku báze.

Je však také možné provádět hydrolýzu v několika stupních. Tak lze například asi po 40 až 70 % celkové konverze hydrolýzu přerušit, vodnou fázi odstranit a dokončit hydrolýzu za použití nové vodné fáze.

Hydrolýza postupem podle vynálezu se provádí v rozmezí teplot od 140 do 210 °C, výhodně od 150 do 190 °C. Reakce postupem podle vynálezu je obecně ukončena po 2 až 7 hodinách.

Hydrolýza postupem podle vynálezu se provádí při přetlaku, obecně v rozmezí od 0,2 do 10 MPa, výhodně od 0,3 do 5 MPa. Postup podle vynálezu se provádí účelně v tlakové nádobě, výhodně v autoklávu. Postup podle vynálezu se provádí výhodně při tlaku reakční směsi, který se v tlakové nádobě upraví při zvolené reakční teplotě.

Postup podle vynálezu se může provádět například tímto způsobem:

Popřípadě se v prvním reakčním stupni 3-fenoxytolueny chlorované v postranním řetězci, voda a popřípadě báze předloží do autoklávu a směs se zahřeje na reakční teplotu. Po ukončení reakce lze reakční produkt zpracovat podle známých metod. Tak například se vodná vrstva oddělí od organické báze a z organické fáze se izoluje produkt, který obsahuje 3-fenoxybenzylalkohol.

Tento produkt se v druhém reakčním stupni podle vynálezu oxiduje na 3-fenoxybenzaldehyd.

Za účelem provedení oxidace lze 3-fenoxybenzylalkohol mícháním s vodným roztokem chromanu emulgovat a potom se přikape kyselina sírová.

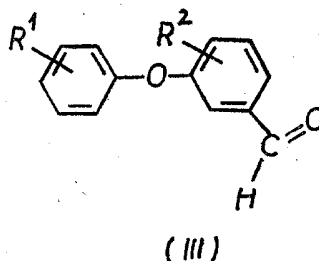
Je však také možné smísit 3-fenoxybenzylalkohol se zředěnou kyselinou sírovou a potom přidat roztok chromanu.

Po ukončení reakce lze vzniklý 3-fenoxybenzaldehyd extrahovat například extrakcí, výhodně inertním, nevodným rozpouštědlem, které se popřípadě přidává při reakci. Po vysušení extrakční směsi se destilací zís-

ká 3-fenoxybenzaldehyd. Je samozřejmě také možné izolovat aldehyd přes odpovídající bisulfitový derivát.

Je překvapující, že se postupem podle vynálezu pomocí známé oxidace chromanem dají z 3-fenoxybenzylalkoholu vyrobit 3-fenoxybenzaldehydy, vzhledem k tomu, že z publikace Houben Weyl, sv. 7/1, str. 171 [1954] je známo, že primární alkoholy, které ve své molekule obsahují ještě etherové skupiny, se působením chromanu rozkládají.

Postupem podle vynálezu se mohou vyrábět 3-fenoxybenzaldehydy obecného vzorce III,



v němž

R¹ a R² jsou stejné nebo rozdílné a mají shora uvedený význam.

Výroba 3-fenoxybenzaldehydů postupem podle vynálezu probíhá s velkými výtěžky a bez obtížně zpracovatelných vedlejších produktů. S výhodou nedochází při postupu podle vynálezu k žádným problémům souvisejícím s korozí.

3-fenoxybenzaldehyd je meziproduktem pro výrobu prostředků k ochraně rostlin [Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium 26, 120 (1978)].

Příklad 1

Hydrolýzuje se chlorační produkt o složení:

neznámé podíly	1,1 %
3-fenoxytoluén	46,7 %
podíly chlorované v jádře	0,7 %
3-fenoxybenzylchlorid	46,9 %
neznámé podíly	1,0 %
3-fenoxybenzalchlorid	3,6 %

Obsah chloru v postranním řetězci činí 10,1 %.

150 g této chlorační směsi,
37,5 g 50% hydroxidu sodného a
285 g vody

se míchá v autoklávu 3 hodiny při teplotě 180 °C. Po ochlazení se organická fáze oddělí od vodné vrstvy a destiluje se přes destilační nástavec. Při teplotě varu až do 150 °Celsia/13,3 Pa se získá 124,6 g destilátu. Zbude 10,3 g zbytku.

Destilát má složení:

neznámé podíly	0,4 %
3-fenoxytoluen	48,9 %
podíly chlorované v jádře	0,6 %
3-fenoxybenzaldehyd	4,6 %
neznámé podíly	0,4 %
3-fenoxybenzylchlorid	0,2 %
3-fenoxybenzylalkohol	44,9 %

Příklad 2

150 g chloračního produktu o složení jako v příkladu 1,
13,3 g oxidu vápenatého a
300 g vody
se míchá 3 hodiny v autoklávu při teplotě 180 °C. Po zpracování, které se provádí analogicky jako v příkladu 1, se získá destilát v množství 124,2 g.

Získá se 6,5 g zbytku.

Složení destilátu:

neznámé podíly	0,1 %
3-fenoxytoluen	51,5 %
podíly chlorované v jádře	0,5 %
3-fenoxybenzaldehyd	3,1 %
neznámé podíly	0,1 %
3-fenoxybenzylchlorid	0,1 %
3-fenoxybenzylalkohol	44,6 %

Příklad 3

150 g chlorační směsi, která má složení:

neznámé podíly	2,3 %
3-fenoxytoluen	29,8 %
podíly chlorované v jádře	1,3 %
3-fenoxybenzylchlorid	55,1 %
neznámé podíly	3,0 %
3-fenoxybenzalchlorid	6,5 %

Obsah chloru v postranním řetězci činí 12,0 %.

10,7 g oxidu hořečnatého a

300 g vody

se nechá reagovat způsobem popsaným v příkladu 1 a potom se reakční směs zpracuje.

Získaný destilát má hmotnost 130,5 g
zbytek 5,5 g

Složení destilátu:

neznámé podíly	1,2 %
3-fenoxytoluen	44,1 %
podíly chlorované v jádře	1,2 %
3-fenoxybenzaldehyd	3,0 %
neznámé podíly	0,6 %
3-fenoxybenzylchlorid	0,1 %
3-fenoxybenzylalkohol	49,7 %

Příklad 4

100 g chlorační směsi o složení:

neznámé podíly	1,6 %
----------------	-------

p-fenoxytoluen	19,1 %
podíly chlorované v jádře	1,2 %
3-fenoxybenzylchlorid	64,1 %
neznámé podíly	1,2 %
3-fenoxybenzalchlorid	12,9 %

obsah chloru v postranním řetězci činí 15,9 procenta,

27,3 g uhličitanu sodného a

250 g vody

se míchá v autoklávu 3 hodiny při teplotě 180 °C. Po zpracování, jak je popsáno v příkladu 1, se získá 77,1 g destilátu a 6,7 g zbytku.

Složení destilátu:

neznámé podíly	0,9 %
3-fenoxytoluen	29,7 %
podíly chlorované v jádře	1,2 %
3-fenoxybenzaldehyd	11,3 %
neznámé podíly	0,6 %
3-fenoxybenzylchlorid	0,3 %
3-fenoxybenzylalkohol	55,9 %

Příklad 5

170 g chlorační směsi o složení:

neznámé podíly	0,7 %
3-fenoxy-4-fluortoluen	28,9 %
podíly chlorované v jádře	0,3 %
3-fenoxy-4-fluorbenzylchlorid	63,3 %
neznámé podíly	0,5 %
3-fenoxy-4-fluorbenzalchlorid	6,3 %

obsah chloru v postranním řetězci činí 12,4 procenta,

53 g 50% hydroxidu sodného a

310 g vody

se v autoklávu míchá 3 hodiny při teplotě 180 °C. Po ochlazení se organická fáze vyjme toluenem a oddělí se od vodné vrstvy. Po oddestilování toluenu zbude 149 g reakčního produktu o složení:

neznámé podíly	0,2 %
3-fenoxy-4-fluortoluen	39,3 %
podíly chlorované v jádře	0,6 %
3-fenoxy-4-fluorbenzaldehyd	2,3 %
neznámé podíly	0,3 %
3-fenoxy-4-fluorbenzylalkohol	57,3 %

Příklad 6

Do aparatury vybavené míchadlem se předloží 230 g vody, 135,2 g koncentrované kyseliny sírové a 460 g toluenu. Za intenzivního míchání se přidá 460 g směsi z 3-fenoxybenzylalkoholu a 3-fenoxytoluenů podle příkladu 4 s 55,9% obsahem 3-fenoxybenzylalkoholu, zjištěným plynovou chromatografií, a emulze se zahřívá k varu (90 °Celsia). Při této teplotě se během 40 minut přikape roztok 135 g hydrátu dvojchroma-

nu sodného ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{H}_2\text{O}$) v 92 g vody, směs se dále míchá 30 minut, ochladí se a toluenová fáze se oddělí od chromových louhů. Toluén se oddestiluje ve vakuu vodní vývěvy a zbytek se destiluje ve vysokém vakuu při 0,05 MPa. Získá se 430,5 g směsi 3-fenoxybenzaldehydu a 3-fenoxytoluenu s 54,6% obsahem 3-fenoxybenzaldehydu, který byl zjištěn plynovou chromatografií.

Příklad 7

Do aparatury vybavené míchadlem se předloží 165 g vody a 132,6 g kyseliny sírové. Ve zředěné kyselině sírové se za míchání emulguje 165 g 3-fenoxybenzylalkoholu. Emulze se zahřeje na 90 °C a při této teplotě se k ní během 30 minut přikape roztok 87,8 g $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{H}_2\text{O}$ v 58,5 g vody. Reakční směs se míchá dále 30 minut a potom se reakční produkt extrahuje 165 g toluenu z chromového louhu. Toluén se odpaří ve vakuu vodní vývěvy a zbytek se destiluje ve vysokém vakuu. Získá se 132,2 gramu bezbarvého 3-fenoxybenzaldehydu o čistotě 98,2 %, která byla zjištěna plynovou chromatografií.

Příklad 8

294 g směsi 3-fenoxy-4-fluorbenzylalkoholu a 3-fenoxy-4-fluortoluenu podle příkladu 5 s 57,3% obsahem 3-fenoxy-4-fluorbenzylalkoholu se za míchání emulguje ve směsi 294 g vody a 128 g kyseliny sírové. Potom se přidá 294 g toluenu a směs se zahřívá k teplotě varu azeotropní směsi vody a toluenu (90 °C). Při této teplotě se během 30 minut přikape roztok 86 g $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{H}_2\text{O}$ v 57,0 g vody, směs se dále míchá 30 minut, potom se ochladí a organická fáze se oddělí z chromového louhu. Získá se 293 g organické fáze s 54,8% obsahem 3-fenoxy-4-fluorbenzaldehydu, který byl zjištěn plynovou chromatografií.

Příklad 9

960 g chloračního produktu o složení:

neznámé podíly	1,5 %
3-fenoxytoluén	30,3 %
podíly chlorované v jádře	0,8 %
3-fenoxybenzylchlorid	59,1 %
neznámé podíly	0,8 %
3-fenoxybenzalchlorid	7,5 %

307 g 50% hydroxidu sodného a 1758 g vody se míchá v autoklávu 3 hodiny při teplotě 180 °C. Po ochlazení se přidá 852 g toluenu, reakční směs se okyslí slabě kyselinou sírovou a vodná vrstva se oddělí.

V nádobě opatřené míchadlem se tento toluenový roztok emulguje dobrým mícháním s 852 g vody a

392 g koncentrované kyseliny sírové a zahřívá se k varu. Teplota varu je přitom konstantní 90 °C. Během 30 minut se přikape roztok

260 g dvojchromanu sodného v 173 g vody

a směs se ponechá dále míchat 30 minut. Po ochlazení na 50 °C se vodný chromový luh oddělí a toluenová vrstva (roztok) se destiluje v 60 cm laboratorní náplňové koloně. Po oddestilování toluenu se získá

frakce 1

o teplotě varu 140 až 157 °C/1600 Pa v množství 253,6 g,

frakce 2

o teplotě varu 157 až 176 °C/1600 Pa v množství 24,8 g,

frakce 3

o teplotě varu 176 až 178 °C/1600 Pa v množství 378,2 g a

zbytek

v množství 159,6 g.

Frakce 1 je 3-fenoxytoluén, frakce 3 obsahuje 3-fenoxybenzaldehyd v čistotě 98,8 procenta.

Příklad 10

150 g chlorovaného materiálu o složení:

neznámé podíly	0,9 %
3-fenoxytoluén	17,9 %
podíly chlorované v jádře	2,1 %
3-fenoxybenzylchlorid	61,3 %
neznámé podíly	1,3 %
3-fenoxybenzalchlorid	16,8 %
neznámé podíly	2,0 %

Obsah chloru v postranním řetězci činí 15,9 %, a 480 g vody se míchá v autoklávu 3 hodiny při teplotě 160 °C. Potom se reakční směs ochladí, vodná vrstva se oddělí a organická vrstva se míchá po přidání dalších 480 g vody ještě 3 hodiny při teplotě 160 °C.

Po oddělení vodné vrstvy se získá 125 g organické fáze o složení:

neznámé podíly	0,8 %
3-fenoxytoluén	21,2 %
podíly chlorované v jádře	2,6 %
3-fenoxybenzaldehyd	12,3 %
3-fenoxybenzylchlorid	0,9 %
neznámé podíly	1,8 %
3-fenoxybenzylalkohol	60,1 %
neznámé podíly	0,3 %

Vztaženo na použitý 3-fenoxybenzylchlorid činí výtěžek 3-fenoxybenzylalkoholu 89 procent teoretické konverze.

Příklad 11

120 g chlorovaného materiálu o složení jako v příkladu 6 a

360 g vody

se míchá v autoklávu při 170 °C celkem 7 hodin. Po jedné hodině se čerpadlem přidá 66 ml, po 2 hodinách 35 ml, po 4 hodinách 35 ml a po 6 hodinách 30 ml 10% roztoku hydroxidu sodného.

Po ochlazení se vodná vrstva oddělí a destiluje se, jak je popsáno v příkladu 2. Získá se 98 g destilátu. Zbude 5 g zbytku.

Destilát má složení:

neznámé podíly	0,9 %
3-fenoxytoluen	16,9 %
podíly chlorované v jádře	14,0 %
3-fenoxybenzaldehyd	14,0 %
3-fenoxybenzylchlorid	1,1 %
neznámé podíly	1,3 %
3-fenoxybenzylalkohol	60,3 %
neznámé podíly	0,4 %

Vztaženo na použitý 3-fenoxybenzylchlorid činí výtěžek 3-fenoxybenzylalkoholu 86 procent teoretické konverze.

Příklad 12

150 g chlorovaného materiálu o složení jako v příkladu 6 a

300 g vody

se v autoklávu míchá při teplotě 160 °C celkem 7 hodin. Po 1 hodině se čerpadlem přivede 45 ml, po 2 hodinách 24 ml a po 6 hodinách 22 ml 20% roztoku hydroxidu sodného. Po ochlazení se oddělí vodná vrstva, k organické fázi se přidá dalších 300 g vody a směs se znovu míchá 4 hodiny při 160 °C.

Oddělená organická fáze se destiluje. Získá se 121 g destilátu. Zbude 7,3 g zbytku.

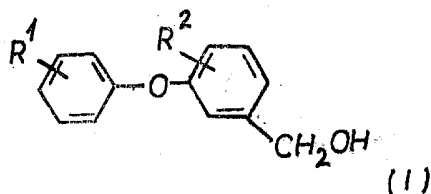
Destilát má složení:

neznámé podíly	0,7 %
3-fenoxytoluen	21,0 %
podíly chlorované v jádře	2,8 %
3-fenoxybenzaldehyd	13,3 %
3-fenoxybenzylchlorid	0,3 %
neznámé podíly	1,6 %
3-fenoxybenzylalkoholy	59,8 %
neznámé podíly	0,5 %

Vztaženo na použitý 3-fenoxybenzylchlorid činí výtěžek 3-fenoxybenzylalkoholu 86 procent teoretické konverze.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby 3-fenoxybenzaldehydů z 3-fenoxybenzylalkoholů obecného vzorce I,



v němž

R¹ a R² jsou stejné nebo rozdílné a znamenají vodík nebo halogen,

vyznačující se tím, že se uvedené 3-fenoxybenzylalkoholy oxidují v přítomnosti vodného roztoku 2,5 až 10 mol kyseliny sírové,

vztaženo na 1 mol dvojchromanu alkalického kovu, při teplotách od 50 do 125 °C, s výhodou při 80 až 100 °C, vodným roztokem dvojchromanu alkalického kovu, přičemž se používá 0,25 až 0,4 mol dvojchromanu alkalického kovu, vztaženo na 1 mol benzylalkoholu.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se používá 10 až 70% kyseliny sírové, přičemž % jsou míněna jako hmotnostní.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že se používá 10% až nasycený vodný roztok dvojchromanu alkalického kovu, přičemž % jsou míněna jako hmotnostní.

4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že se oxidace provádí v inertním, nevodném rozpouštědle.