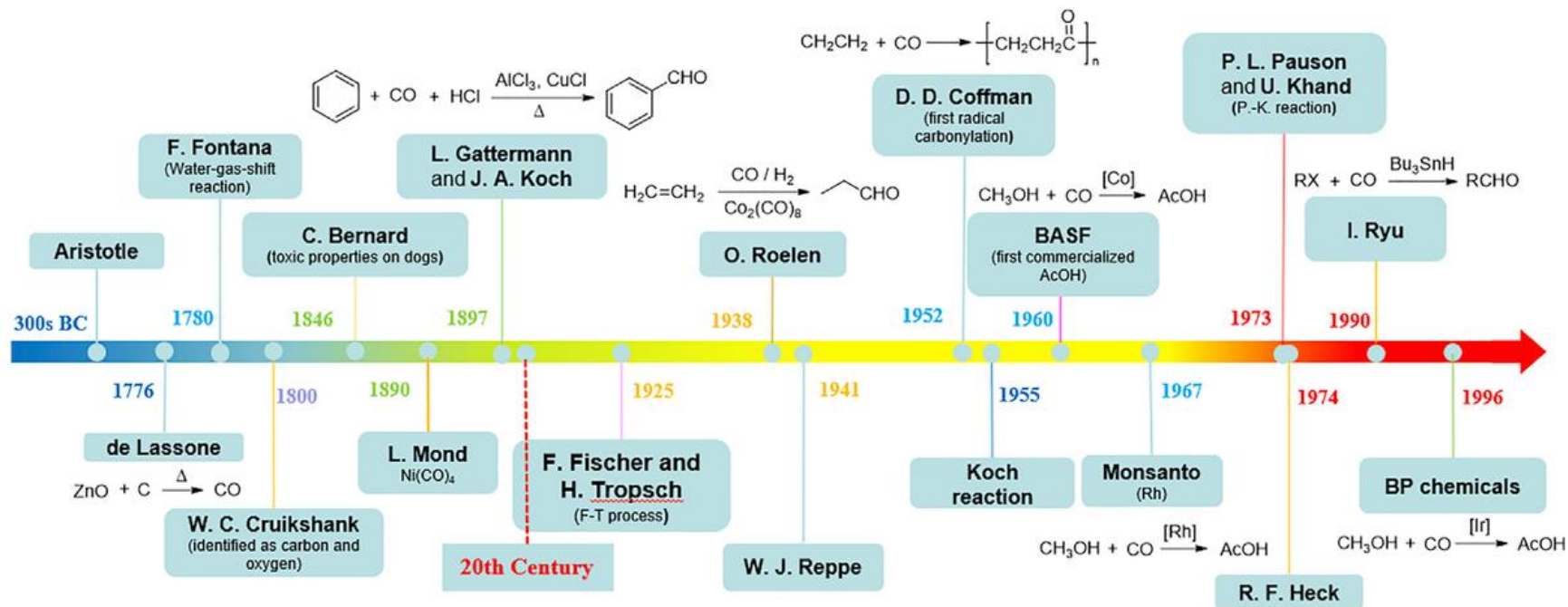


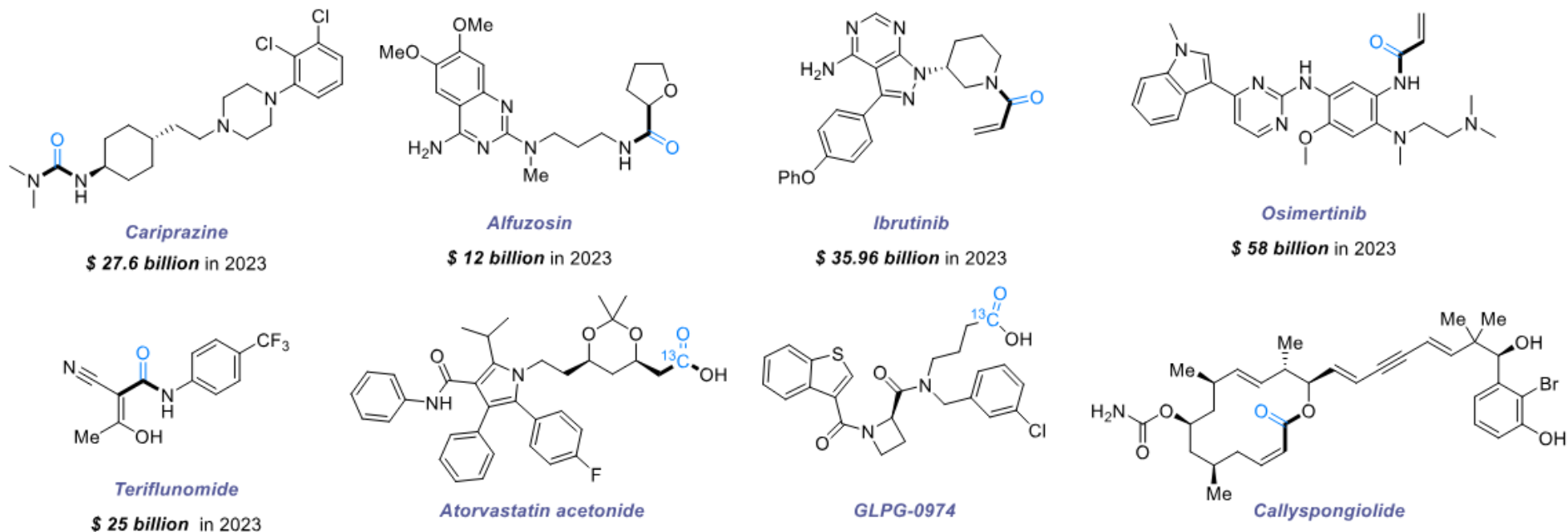
# Procesy kabonylowania (reakcje z udziałem tlenku węgla)

„Tlenek węgla (CO) jest jednym z najważniejszych gazów dwuatomowych. Jest bezbarwny, bezwonny i bezsmakowy. Najwcześniejsze wzmianki o CO pojawiły się w III wieku p.n.e., kiedy Arystoteles zauważył, że spalanie węgla wytwarza toksyczne opary.

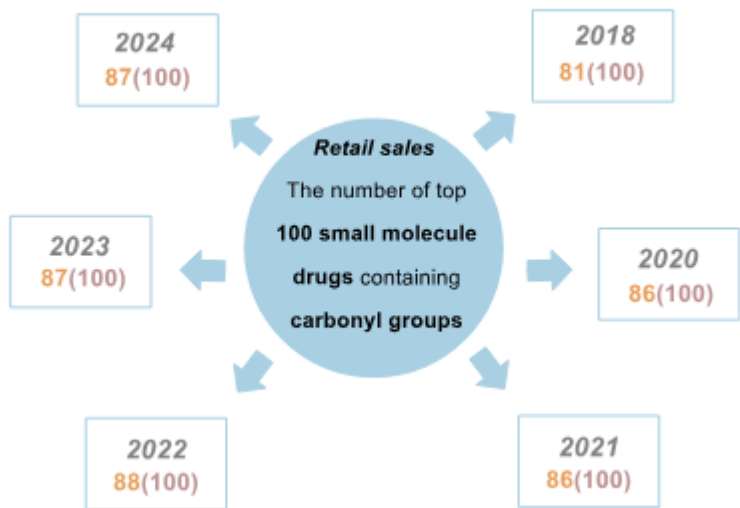
CO został po raz pierwszy uzyskany przez de Lassone'a w 1776 roku poprzez ogrzewanie tlenku cynku z koksem. Niestety, błędnie wywnioskował, że gazowym produktem jest wodór, ponieważ spalał się niebieskim płomieniem. Skład CO został określony dopiero w 1800 roku, kiedy szkocki chemik W.C. Cruikshank odkrył, że związek ten składa się z węgla i tlenu. Około 1846 roku Bernard zbadał toksyczne właściwości CO na psach. Obecnie powszechnie wiadomo, że krew staje się wiśniowoczerwona w kontakcie z CO, zjawisko to jest specyficznym objawem klinicznym zatrucia CO.



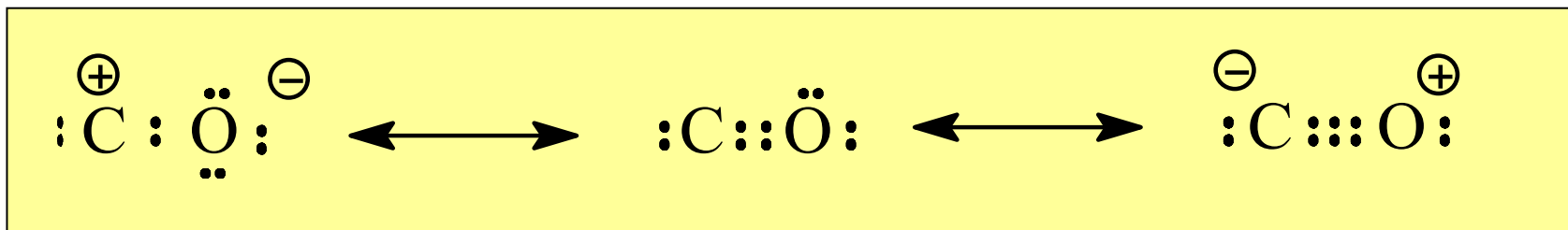
**A** Selected examples of popular drugs constructed by carbonylative methods in this review.



The number of top 100 small molecule drugs containing carbonyl groups by retail sales.



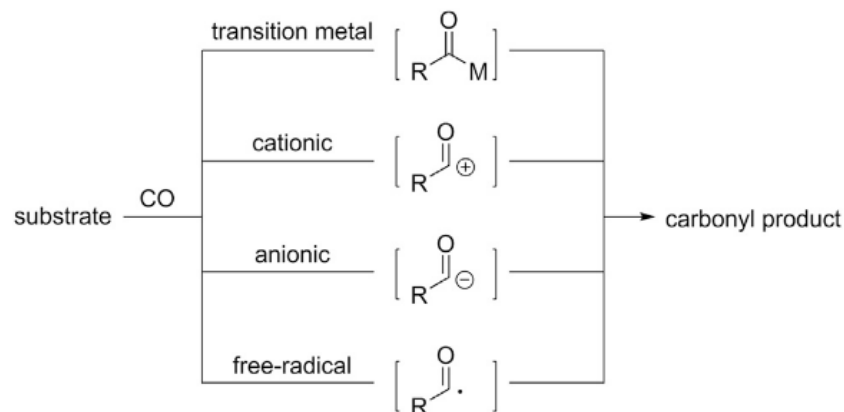
ACS Catal. 2025, 15, 19580–19606



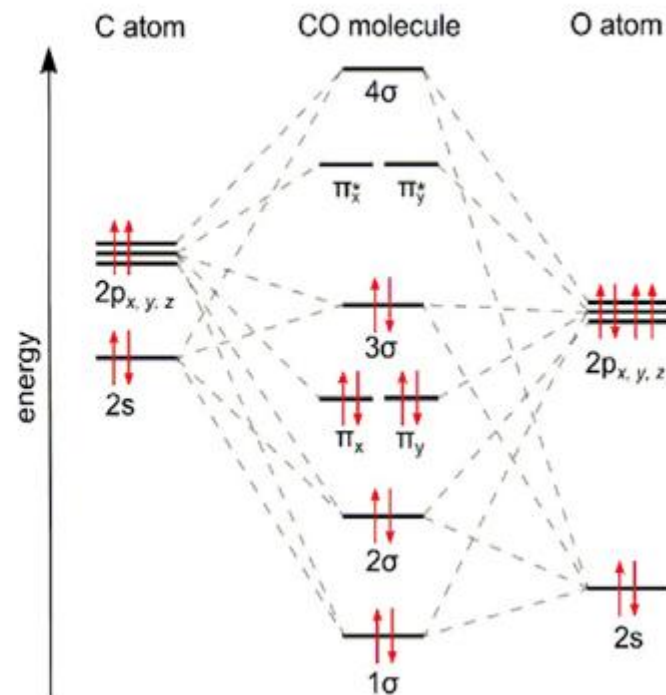
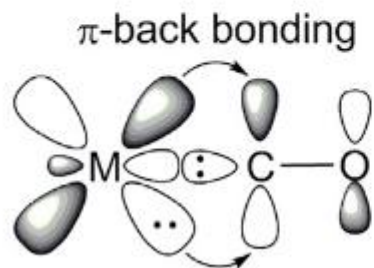
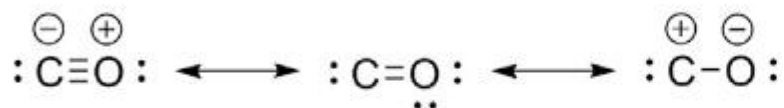
Dla reakcji karbonylacji kluczowa jest aktywacja CO.

## Różne strategie reakcji karbonylacji

- (1) karbonylacja pośredniczona metalami przejściowymi poprzez koordynację CO do metali przejściowych, a następnie migracyjne wstawienie CO do wiązań metaloorganicznych,
- (2) karbonylacja kationowa inicjowana silnym kwasem za pośrednictwem kationów acylowych,
- (3) karbonylacja anionowa poprzez bezpośrednią addycję silnych zasad do CO w celu utworzenia wysoce reaktywnych form acylanionowych
- (4) karbonylacja wolnorodnikowa za pomocą rodników acylowych generowanych w wyniku wychwytu CO przez wolne rodniki organiczne.

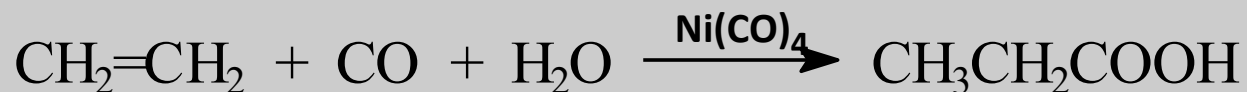


## Wiązanie CO z metalami przejściowymi

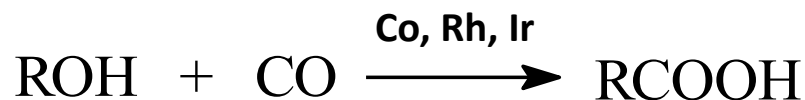
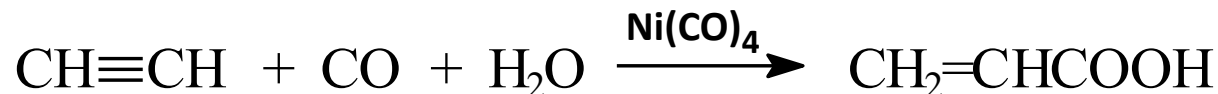
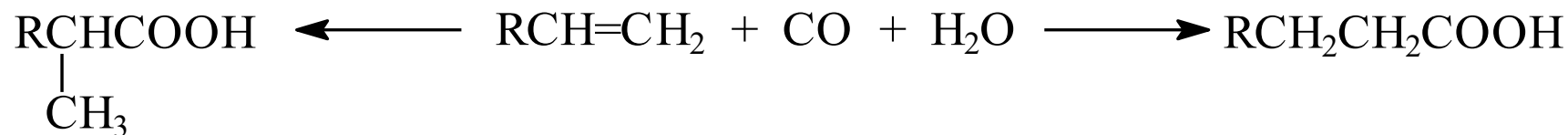


# Synteza kwasów karboksylowych i ich pochodnych

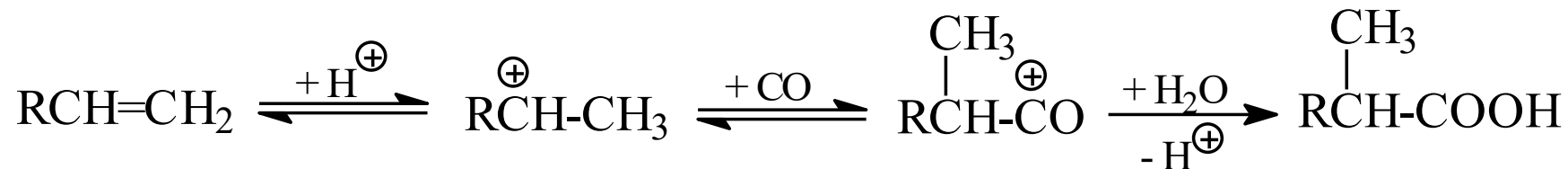
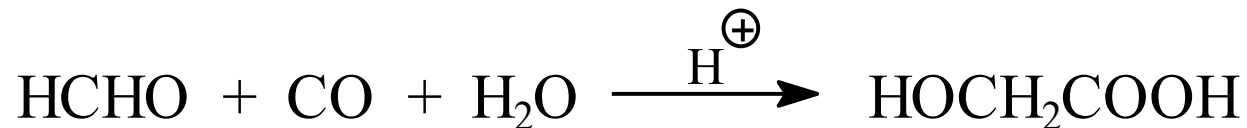
## Kataliza kompleksami metali



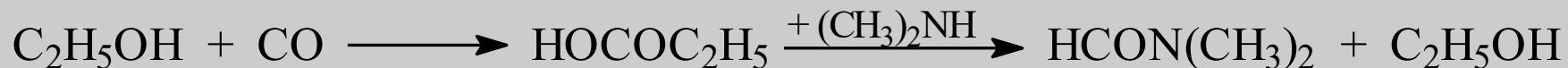
Proces Alpha (I etap produkcji metakrylanu metylu z etylenem; katalizator palladowy z ligandami fosfinowymi)



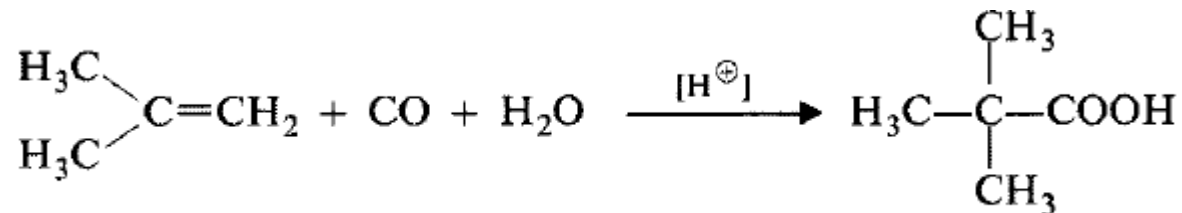
## Kataliza kwasami



## Kataliza zasadami

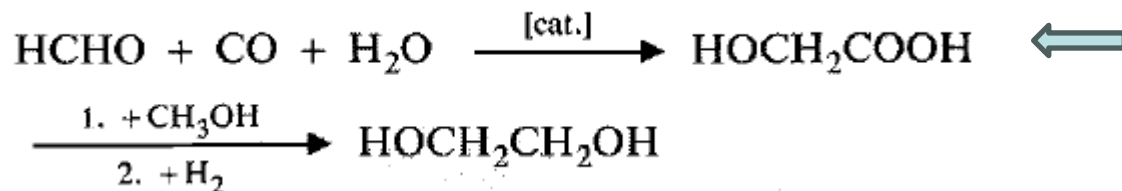


## Karbonylowanie olefin w obecności „kwaśnych” katalizatorów (reakcja Koch’a)



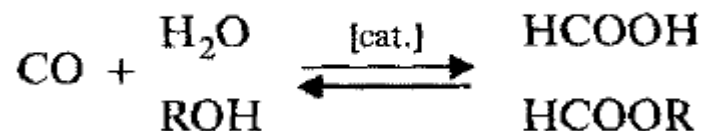
- ☐ Kaskada reaktorów zbiornikowych
- ☐ Temperatura 20-80°, ciśnienie 20-100 bar.
- ☐ Katalizator -  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{BF}_3$
- ☐ Woda wprowadzana na drugim stopniu
- ☐ Oddzielenie katalizatora z fazą wodną
- ☐ Recyrkulacja katalizatora
  
- ☐ W nowszym procesie BASF stosowany katalizator zeolitowy, 250-300°C i 30 MPa.
- ☐ wysoka konwersja olefin; 80-100% selektywność III-rz. kwasów karboksylowych
- ☐ Produkty uboczne – kwasy karboksylowe z dimeryzowanych olefin
  
- Procesy wytwarzania kwasu piwalinowego z izobutanu oraz innych rozgałęzionych olefin realizują Shell, BASF, Exxon, Kuhlmann i Du Pont.
- Otrzymywane kwasy Kocha są komercyjne znane jako *Versatic Acids* (Shell), *Neo Acids* (Exxon), lub *CeKanoic Acids* (Kuhlmann).
- Światowa produkcja kwasów Kocha – ok. 150000 ton.

## Hydroksykarbonylowanie formaldehydu do kwasu glikolowego



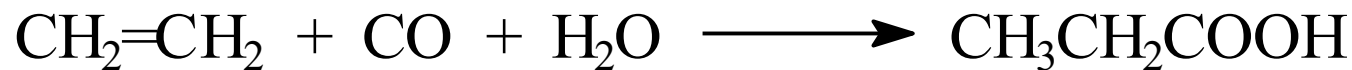
- ☐ Proces pierwotnie stosowany przez Du Pont jako etap wytwarzania glikolu etylenowego. Zaniechany w latach 1960-tych. Obecnie stosowany jedynie I etap w instalacji o zdolności produkcyjnej ok. 60000 ton/r.
- ☐ możliwe katalizatory HF, HF/BF<sub>3</sub>, kwaśne żywice jonowymienne (Chevron, Mitsubishi) lub membrany jonowymienne typu Nafion (silnie kwaśna żywica z kwasu perfluorosulfonowego) (Exxon).
- ☐ Katalizatory Exxon aktywne przy ciśnieniu ok. 10 MPa, temperatura ok. 150°C .
- ☐ Wydajność kwasu glikolowego – ok. 70%

## Wytwarzanie kwasu mrówkowego i mrówczanów



- ☐ Hydroliza lub alkoholiza CO
- ☐ Równowagę reakcji z wodą można przesunąć w prawo za pomocą NaOH lub  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- ☐ Ciśnienie 0,8-3 MPa CO, temperatura 150°C.
- ☐ Możliwe zastosowanie gazu syntezowego w miejsce czystego CO
- ☐ W wypadku tworzenia mrówczanów konieczne zakwaszenie przed destylacją lub ekstrakcją. Do ekstrakcji stosuje się np. eter diizopropylowy. Proces używany od 1989 r. w instalacji 40000 t/r.
- ☐ Produkcja mrówczanu metylu według technologii BASF, Halcon-SD i Leonard.
- ☐ Możliwa hydroliza CO autokatalizowana kwasem mrówkowym połączona z estryfikacją metanolem w temperaturze 80-140°C , pod ciśnieniem 0,3-1,8 MPa

## Synteza kwasu propionowego (proces firmy BASF)



### Wariant 1

- ☐ tetrakarbonyl niklu  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  z dodatkiem kwasów zawierających chlorowce (Cl, Br)
- ☐ Temperatura - 280°C
- ☐ Ciśnienie - 30 MPa

Wada - bardzo wysoka korozyjność środowiska reakcji,

### Wariant 2

- ☐ Tetrakarbonyl niklu z jodowodorem lub pirydyną jako promotorami
- ☐ Temperatura do ok. 160°C
- ☐ Niskie ciśnienie
- ☐ Wydajność kwasu - 92-95%

## ***Zastosowanie kwasu propionowego***

1. Efektywny środek konserwujący, umożliwiający długotrwałe przechowywanie wilgotnego ziarna zbóż.
2. Estry kwasu propionowego jako rozpuszczalniki, np. propionian amylu dobrze rozpuszcza żywice i pochodne celulozy. Propionian winylu jest ważnym komonomerem. **Propionian metylu – półprodukt do metakrylanu metylu.**

W skali światowej produkuje się rocznie ok. 170 tys. t kwasu propionowego.

# Karbylowanie etylenu w obecności metanolu

(I etap wytwarzania metakrylanu metylu w procesie Alpha)



## Warunki:

- ☐ Proces ciągły w układzie ciec-z-gaz
- ☐ reaktor zbiornikowy z mieszadłem
- ☐ **Katalizator palladowy z ligandami fosfinowymi**
- ☐ łagodne warunki temperatury i ciśnienia
- ☐ odpowiednie mieszanie oraz dobór stężeń reagentów zapewnia optymalne warunki wymiany masy

Proces Alfa sprawdzony został przez firmę *Lucide* w małej instalacji pilotowej. Bardzo korzystne wyniki tych testów zdecydowały o podjęciu decyzji o bezpośrednim wdrożeniu procesu w instalacji przemysłowej o zdolności produkcyjnej 120 tys. ton/r w Singapurze (tj. w skali ponad 25,000:1 w stosunku do instalacji pilotowej). Budowę instalacji zakończono w 2008 roku. Instalacja ta została praktycznie natychmiast wykupiona przez Mitsubishi Rayon, która następnie podpisała list intencyjny z saudyjską firmą SABIC (Saudic Basic Industries Corp) na budowę kolejnej instalacji według technologii Alfa o zdolności produkcyjnej 250 tys. ton rocznie. Ulokowana ona zostanie w Arabii Saudyjskiej, gdzie ze względu na bardzo dobrą sytuację surowcową koszty wytwarzania MMA stanowiąc powinny jedynie ok 40% kosztów wytwarzania tego związku metodą cyjanohydrynową.

## Karbonylowanie metanolu



**1960 - proces BASF – katalizatory kobaltowe z jodem jako kokatalizatorem; 0,1 M  $\text{CoI}_2$ , 200°C, 700 atm, selektywność na metanolu 90%;**

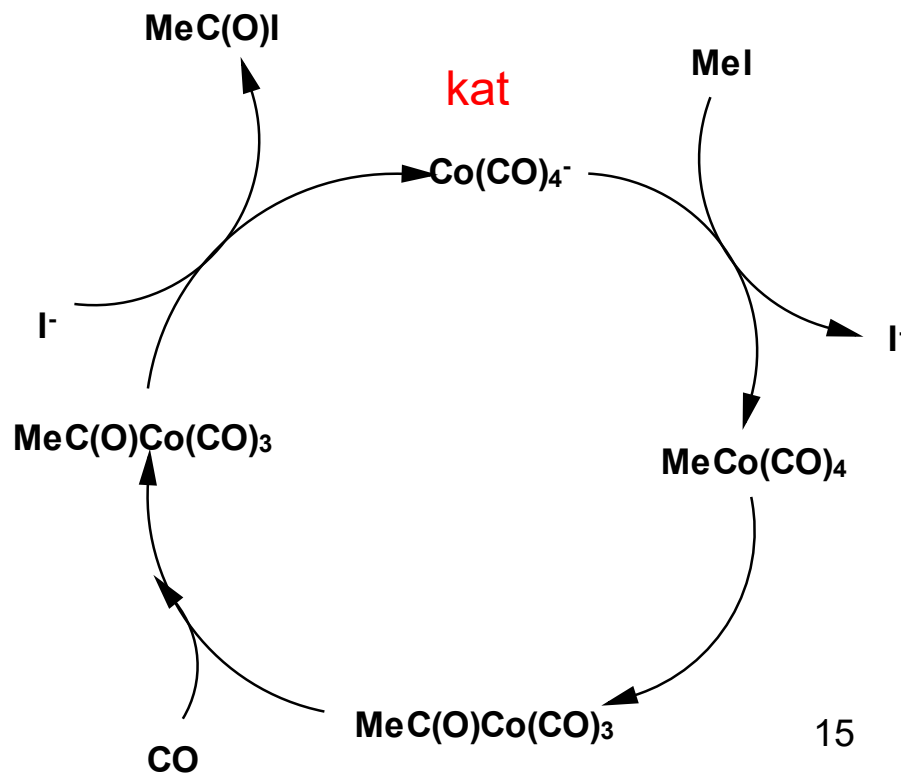
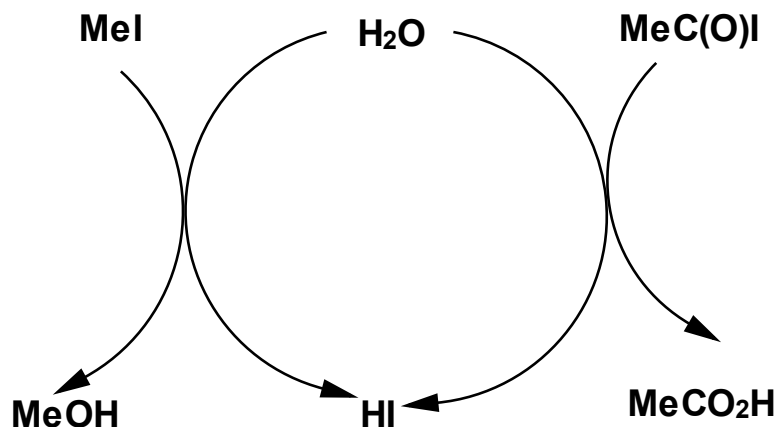
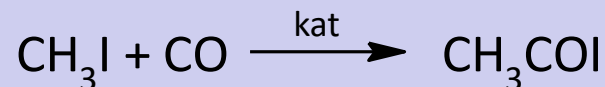
**1966 – proces Monsanto – katalizatory rodowe z jodem jako kokatalizatorem; 180°C, 30 atm, selektywność na MeOH 99%;**

**1996 – proces BP Cativa – katalizatory irydowe z jodkiem jako promotorem.**

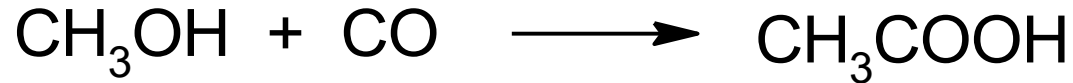
# Proces BASF (1960)

## Parametry procesu:

- ☐ Katalizator –  $\text{CoI}_2$
- ☐ Stężenie metalu – 0,1 mol/l
- ☐ Temperatura – 230°C
- ☒ Ciśnienie – 500-700 atm
- ☒ Selektywność względem MeOH – 90%, CO – 70%
- ☐ Produkty uboczne: metan, aldehyd octowy, etanol, dwutlenek węgla

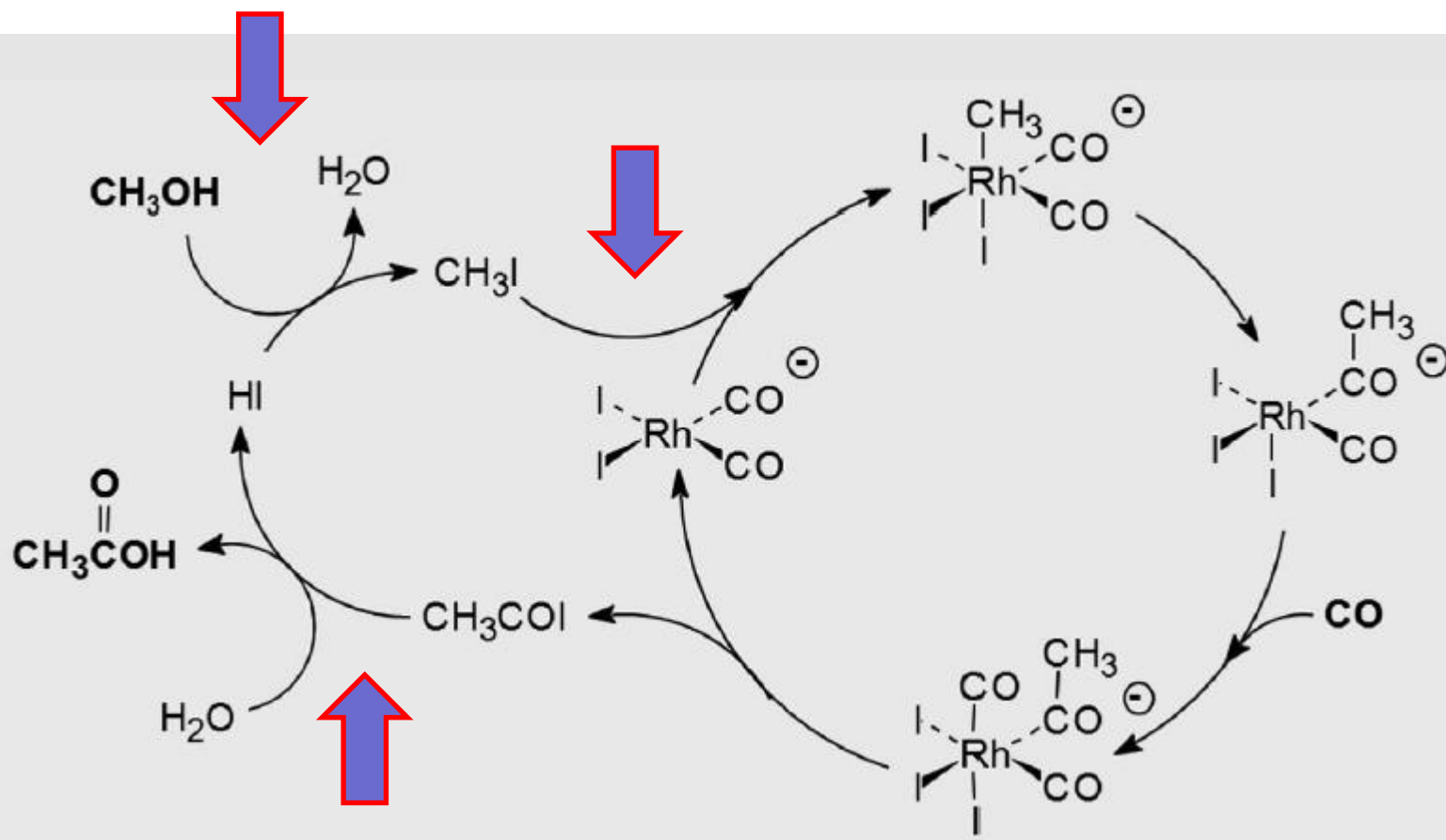
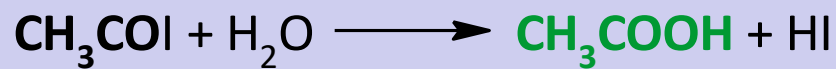
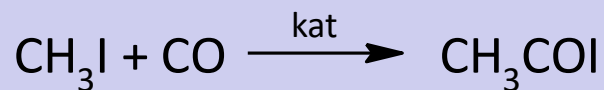


## Proces Monsanto (1970) - proces dominujący do 1996 r.

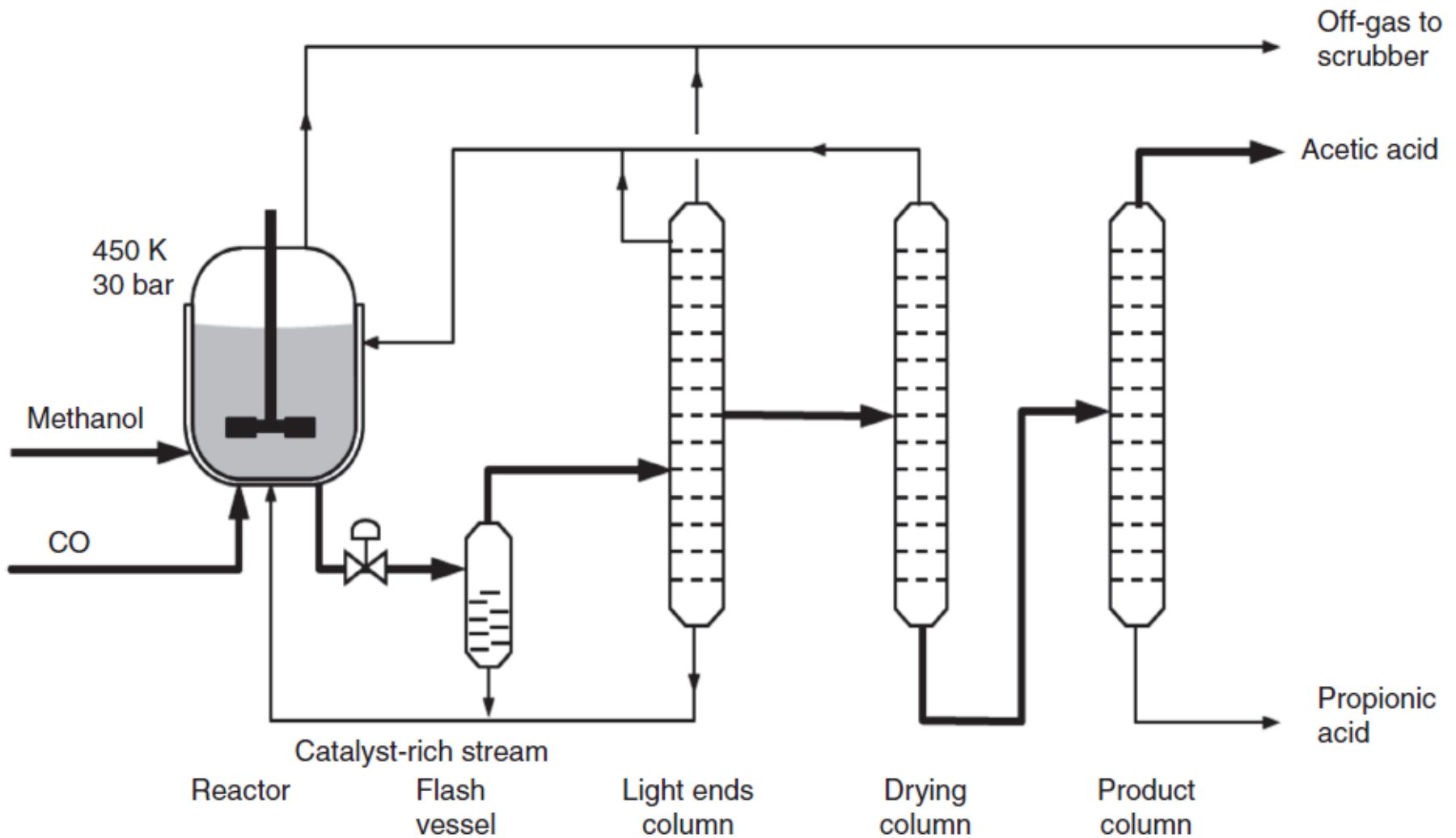


### Parametry procesu:

- ☐ Katalizator –  $\text{RhX}_3, \text{I}^-$
- ☐ Stężenie metalu – **0,001 mol/l**
- ☐ Temperatura – 180-190°C
- ☐ Ciśnienie - **30-49 atm**
- ☐ **Reaktor zbiornikowy z mieszadłem**
- ☐ Selektowność względem
  - MeOH - **>99%**
  - **CO – 90%**
- ☐ Produkty uboczne –  $\text{CO}_2, \text{H}_2$



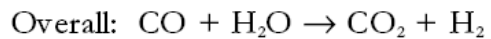
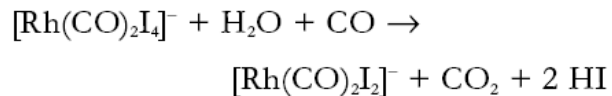
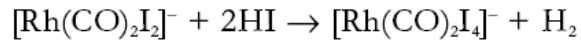
# Schemat procesu Monsanto



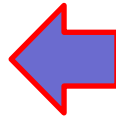
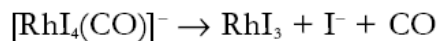
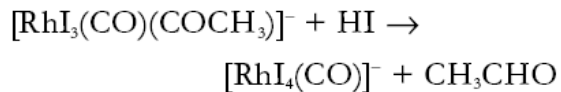
# Problemy technologiczne w procesie Monsanto:

## Reakcje uboczne:

### ❑ Konwersja CO



### ❑ Wytrącanie katalizatora



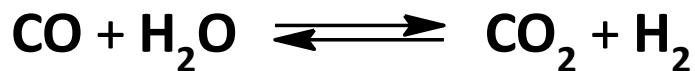
❑ Niestabilność kompleksu katalitycznego przy zbyt niskim ciśnieniu CO.

❑ Konkurencyjna addycja HI do  $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2]^-$  może skutkować tworzeniem nieaktywnej katalitycznie formy  $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_4]^-$ , a w rezultacie końcowym wytrącaniem się  $\text{RhI}_3$  (czemu sprzyja mniejsza ilość wody)

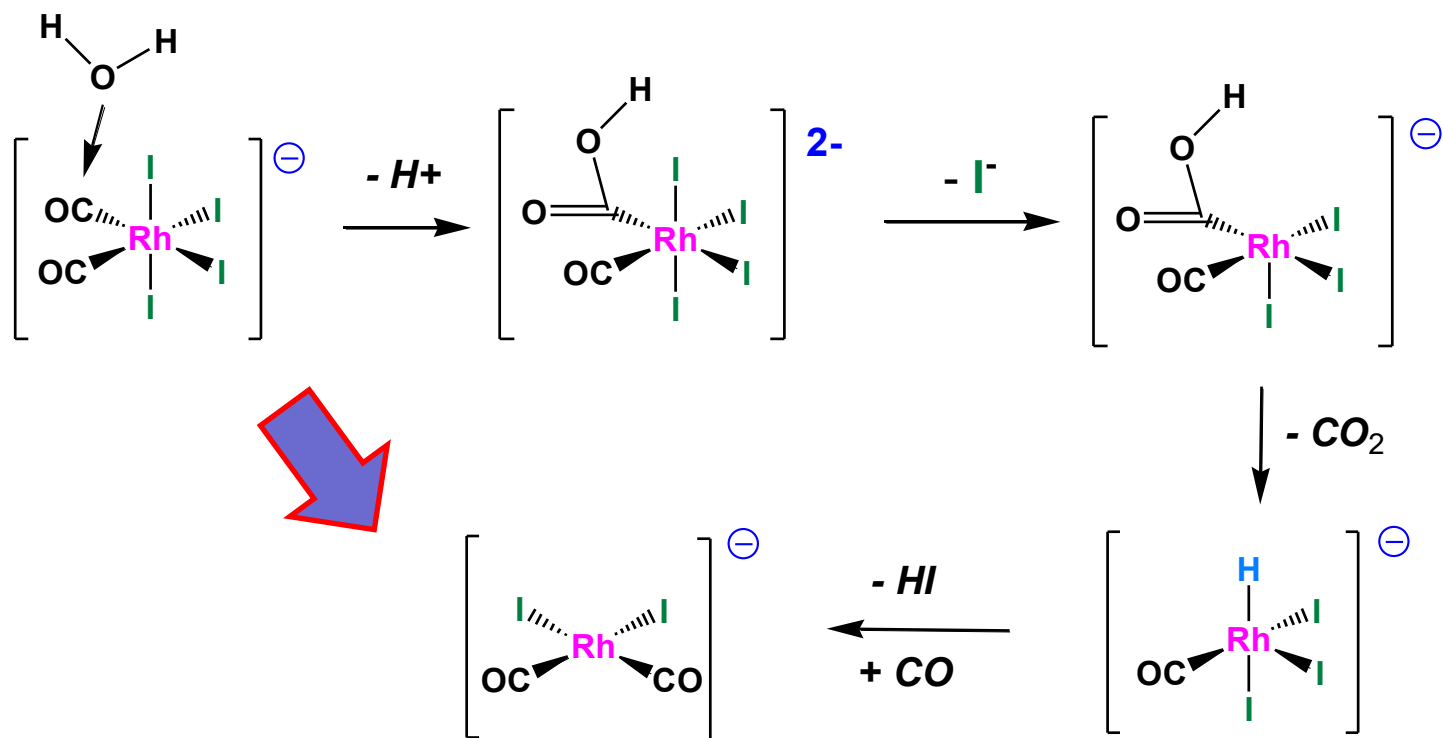
❑ Dla zachowania aktywności katalitycznej i stabilności katalizatora oraz ekonomicznie uzasadnionej szybkości reakcji wymagane jest minimum 8-10% wag. wody.

❑ Obecność wody utrudnia uzyskanie bezwodnego kwasu octowego.

W oryginalnym procesie Monsanto stosunkowo duża ilość wody wymagana jest do generowania wodoru w reakcji:



Woda i wodór odpowiadają za reakcję z wytracającym się  $\text{RhI}_3$  i “nieaktywnym”  $[\text{RhI}_4(\text{CO})_2]^-$  umożliwiając regenerację aktywnej formy katalizatora zawierającej  $\text{Rh(I)}$ .

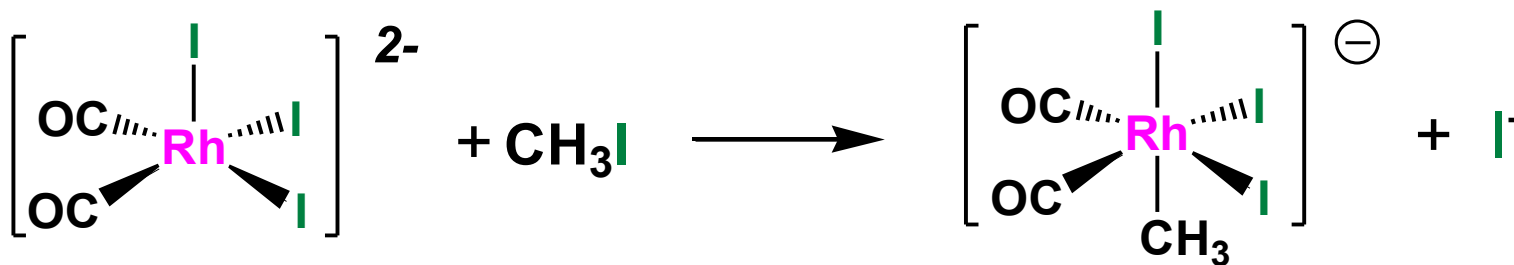


## Process Celanese

(Lil Modified “Low Water” Catalyst System (koniec lat 1970-tych))

### Zastosowanie katalizatora modyfikowanego jodkiem litu

- ❑ pozwala na zmniejszenie wymaganej ilości wody  $\text{H}_2\text{O}$  (i  $\text{HI}$ ).
- ❑ zwiększa stabilność katalizatora minimalizując przebieg reakcji ubocznych prowadzących do nieaktywnych form  $\text{Rh(III)}$ .
- ❑ zwiększa ilość bardziej reaktywnego kompleksu  $[\text{RhI}_3(\text{CO})_2]^{2-}$ , co znacząco zwiększa aktywność katalizatora wydajność i efektywność procesu.



**In 2003 the German chemicals company Celanese announced the construction of a new 600,000 t/yr acetic acid plant in Nanjing, eastern China.**

**In September 2007 Celanese opened its integrated chemical complex at the Nanjing Industrial Park. The heart of this is the acetic acid plant, which can be upgraded to produce 1,200,000 t per year if the market demands it.**

**Celanese is the world's leading producer of acetic acid. The company's total output, which currently stands at 1.95 million t/year is said to represent some 25% of global production.**

**C**elanese plans to expand its acetic acid capacity in Clear Lake, Texas, from 1.3 million metric tons to 2 million t per year by 2021. The initiative follows an agreement that Celanese signed last month to buy a 365,000 t per year synthesis gas plant from Linde at the site. Acetic acid is made via the carbonylation of methanol with the synthesis gas constituent carbon monoxide. Celanese says the Clear Lake expansion improves its cost structure and will allow it to reduce capacity in Singapore and Nanjing, China, by 600,000 t per year. The company adds that the Clear Lake project will allow for \$100 million worth of productivity and efficiency benefits. Celanese recently completed an expansion in Clear Lake for the acetic acid derivative vinyl acetate.

---

<https://cen.acs.org/business/petrochemicals/Celanese-expanding-acetic-acid-Texas/97/i5>

Chemical & Engineering News

ISSN 0009-2347

Copyright © 2021 American Chemical Society

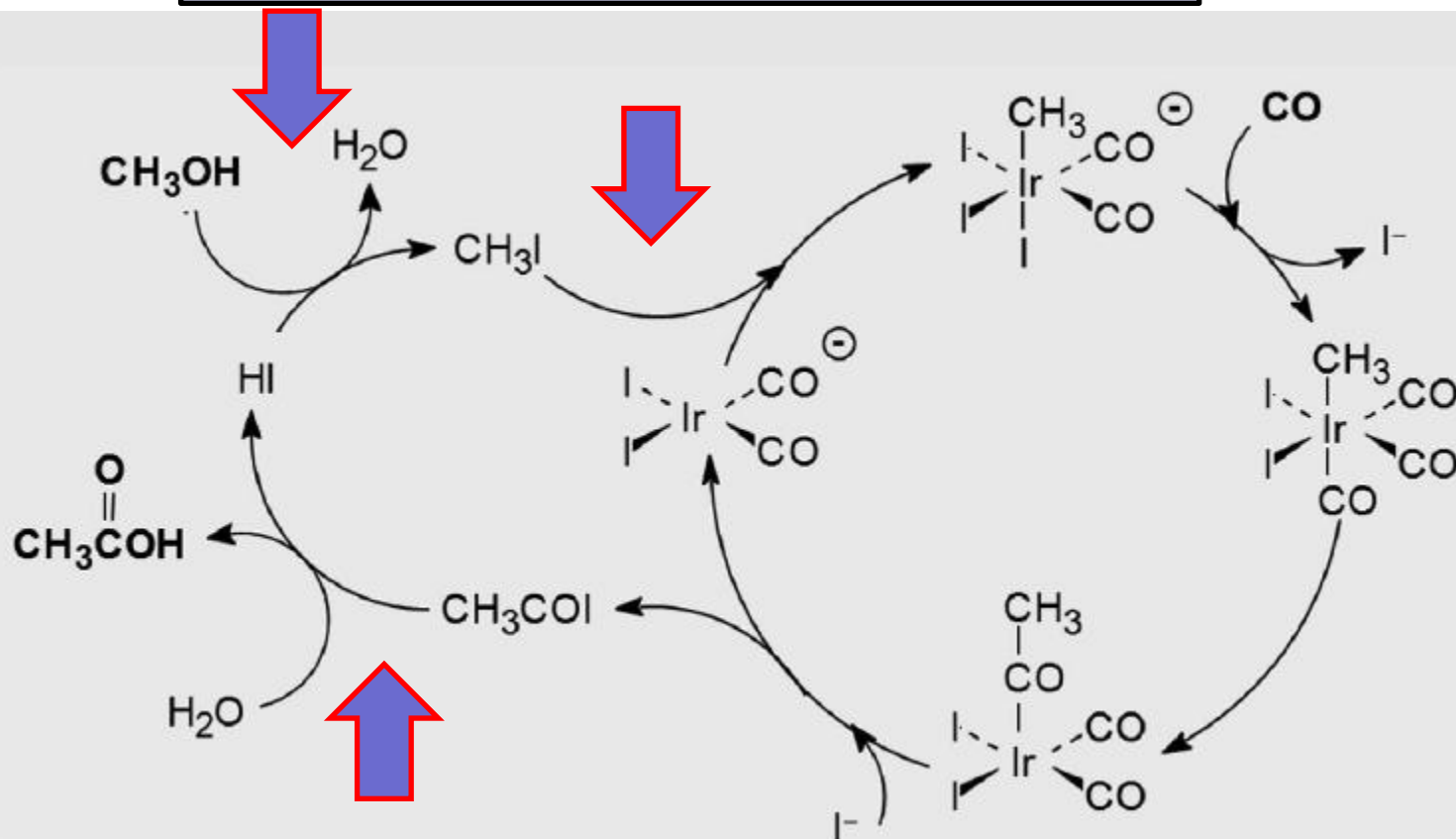
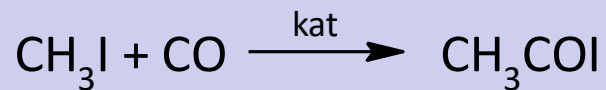
# Proces Cativa™ (od 1996 r.) BP-Amoco - katalizator irydowy

- ❑ **Wydajność ponad 99% w przeliczeniu na metanol i 96% na CO,**
- ❑ **Koszty aparaturowe- ~30% mniejsze niż dla technologii z katalizatorem rodowym,**
- ❑ **Koszty kapitałowe - ~30% mniejsze niż dla technologii z katalizatorem rodowym,**
- ❑ **Ok. 30% mniej dwutlenku węgla (ok. 70% mniejsza bezpośrednia emisja CO<sub>2</sub>)**

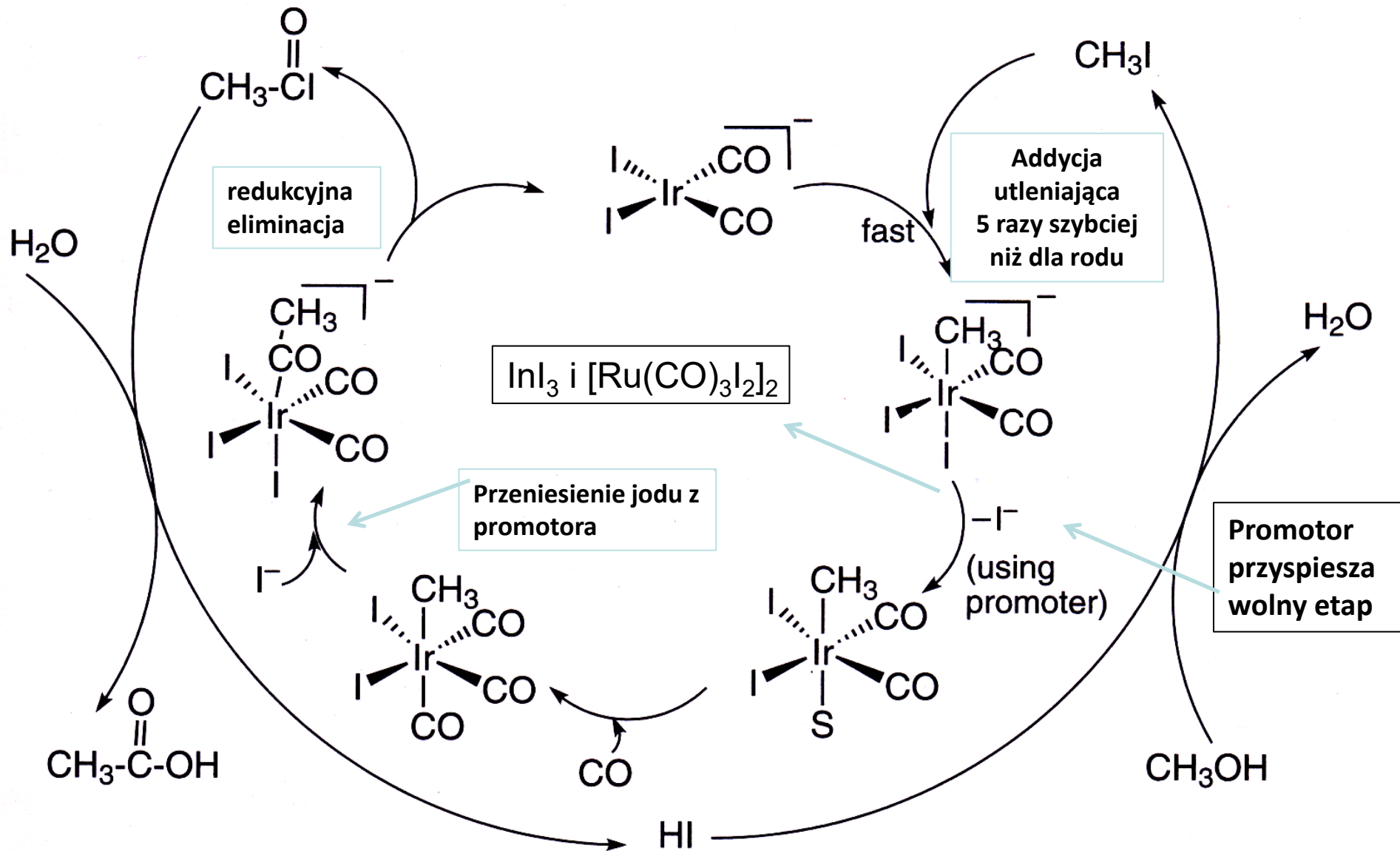


CATIVA acetic acid plants in Hull, UK (above left), and Chongqing, China (above right)

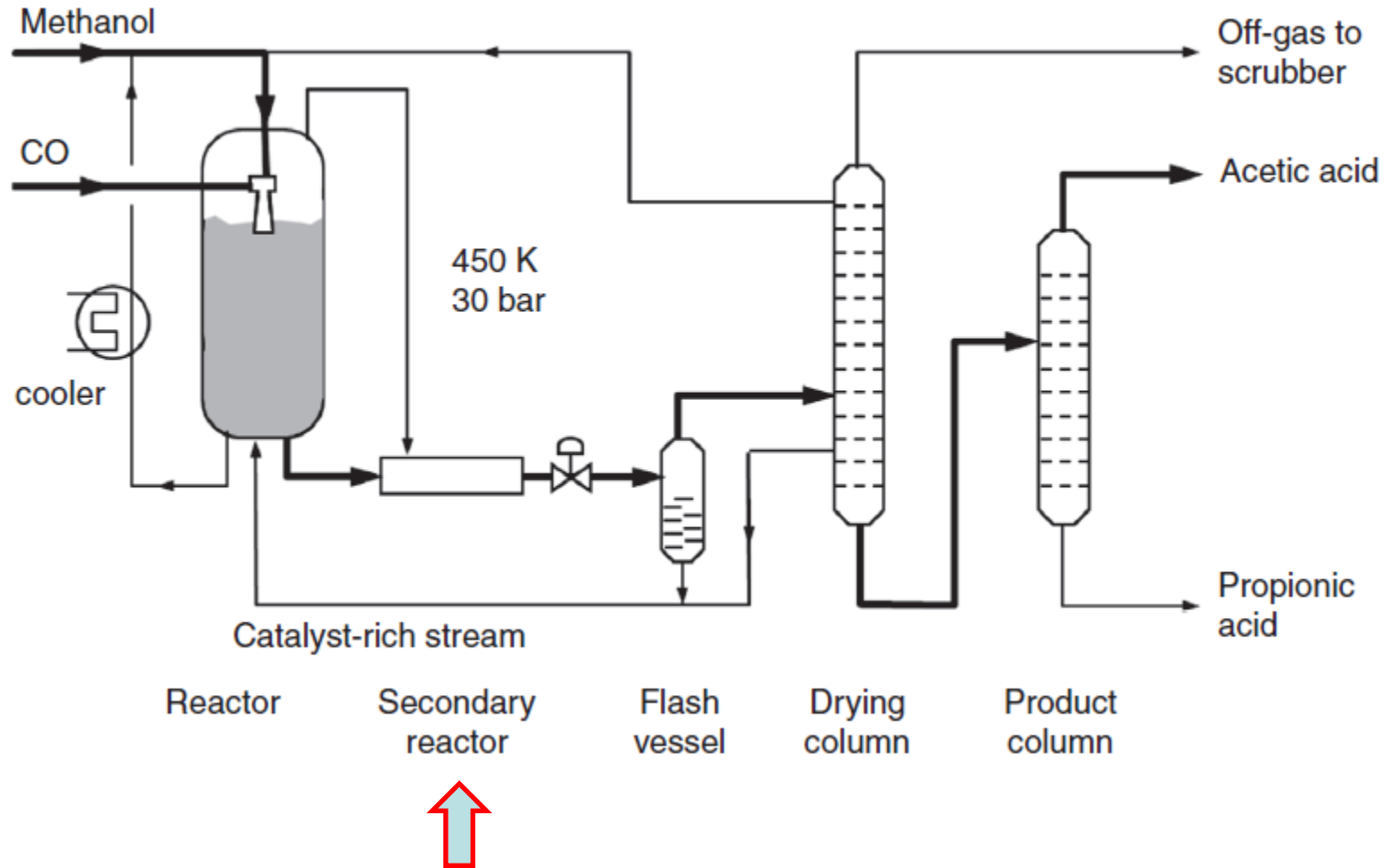
## Cykl katalityczny dla procesu Cativa



# Cykl katalityczny dla procesu Cativa



# Process Cativa

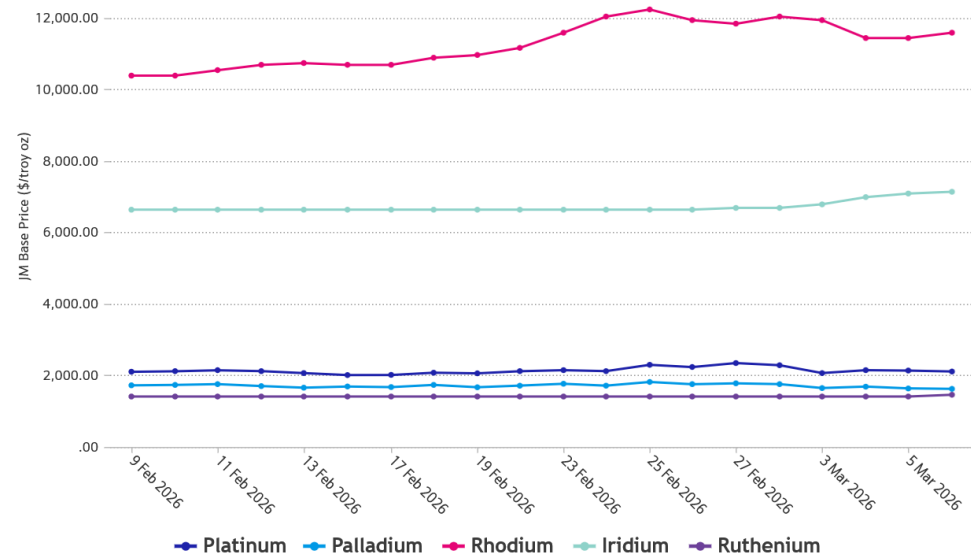


## Inne korzyści z użycia kompleksu irydu:

- ❑ **Znacznie niższy koszt irydu w stosunku do rodu,**
- ❑ Większa aktywność - mniejsze stężenie katalizatora;
- ❑ Dużo większy TON, co wydłuża okresy wymiany katalizatora,
- ❑ Większa selektywność, co zwiększa wydajność kwasu octowego i redukuje ilość produktów ubocznych, obniża koszty oczyszczania i redukuje ilość odpadów;
- ❑ **Kompleks katalityczny trwały przy stężeniu wody 0,5% wag. (wobec 8-10%-wag. dla Rh).**
- ❑ Większa rozpuszczalność kompleksu Ir niż Rh,
- ❑ Użycie mniejszej ilości wody redukuje koszty oczyszczania kwasu octowego;
- ❑ **Istniejące instalacje mogą być modyfikowane na potrzeby procesu Cativa przy kosztach o połowę mniejszych niż budowa nowej instalacji,**
- ❑ Instalacje Cativa gwarantują większą zdolność produkcyjną, ok. 75% więcej kwasu octowego z jednej instalacji.

| Metal                                                                               | Current price<br>(\$/troy oz) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> <span style="color: blue;">●</span> Platinum    | 2,127.00                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> <span style="color: cyan;">●</span> Palladium   | 1,640.00                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> <span style="color: magenta;">●</span> Rhodium  | 11,600.00                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> <span style="color: teal;">●</span> Iridium     | 7,150.00                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> <span style="color: purple;">●</span> Ruthenium | 1,475.00                      |

Last update : 06 Mar 2026/New York



Platinum average: \$2152,40

Palladium average: \$1727,70

Rhodium average: \$11 272,50

Iridium average: \$6727,50

Ruthenium average: \$1427,50

<http://www.platinum.matthey.com/prices/price-tables>

## Proces Cativa™ (1996 r.) firma BP-Amoco - katalizator irydowy

### BP CATIVA® Technology Projects

- 1995 - Installed at Sterling Chemicals, Texas City in late 1995
- 1997 - Debottleneck at SSBP, Korea
- 1998 - Debottleneck at BP Hull, UK
- 2000 - New build at BPPA, Malaysia
- 2002 - Debottleneck at GNFC, India
- 2005 - Debottleneck at Yaraco, China
- 2005 - New build at FBPC, Taiwan
- 2007 - New build planned in Nanjing, China



*The Cativa™ acetic acid plant which is now operating at Hull.*

## Proces Cativa

| <b>Instalacja</b>                      | <b>Lokalizacja</b>        | <b>Rok</b>     | <b>Wzrost wydajności (%) lub wydajność nowej instalacji</b> |
|----------------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Sterling Chemicals</b>              | <b>Texas City, USA</b>    | <b>1995</b>    | <b>20 %</b>                                                 |
| <b>Samsung-BP</b>                      | <b>Ulsan, South Korea</b> | <b>1997</b>    | <b>75%</b>                                                  |
| <b>BP Chemicals</b>                    | <b>Hull, UK</b>           | <b>1998</b>    | <b>25%</b>                                                  |
| <b>Yaraco (Sichuan Vinylon and BP)</b> | <b>Chongqing, China</b>   | <b>1998</b>    | <b>200000 t rocznie</b>                                     |
| <b>Sterling Chemicals</b>              | <b>Texas City, USA</b>    | <b>1999</b>    | <b>25%</b>                                                  |
| <b>BP Petronas</b>                     | <b>Kertih, Malaysia</b>   | <b>2000</b>    | <b>500,000 t rocznie</b>                                    |
| <b>Yaraco</b>                          | <b>Chongqing, China</b>   | <b>by 2003</b> | <b>Podwojenie wydajności</b>                                |

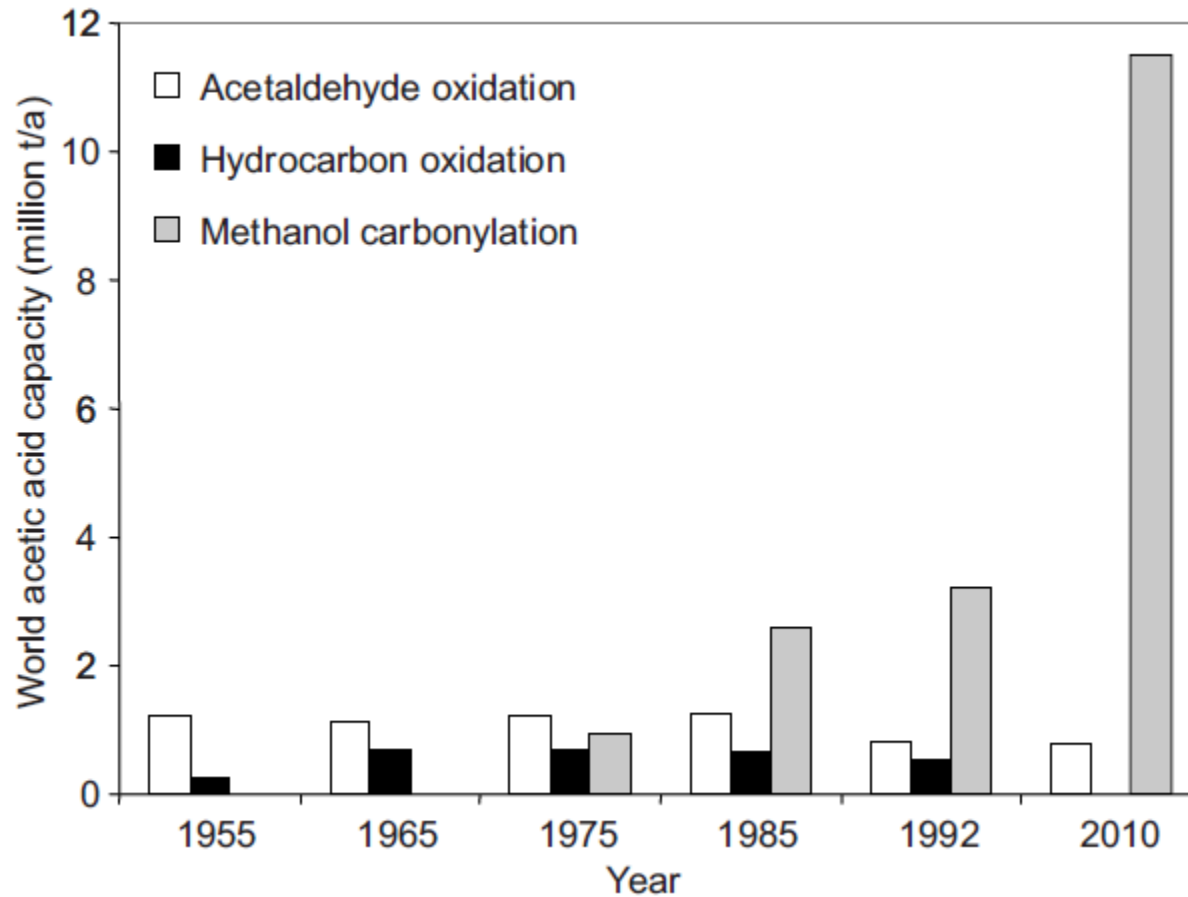
## ACETIC ACID PLANTS USING THE CATIVA PROCESS



## Najnowsze projekty i instalacje Cativa

W ostatnich latach ogłoszono kilka znaczących projektów wykorzystujących technologię **Cativa XL** (najnowszą generację tego procesu):

- ❑ **Chiny (Zhoushan):** BP i Zhejiang Petroleum and Chemical Corporation (ZPCC) podpisały protokół ustaleń (MoU) w sprawie budowy nowej fabryki o wydajności **1 miliona ton rocznie**.
- ❑ **USA (Zatoka Meksykańska):** Firma **INEOS Acetyls** (która przejęła biznes acetyłów od BP w 2021 roku) prowadzi studium wykonalności budowy zakładu kwasu octowego o skali światowej.
- ❑ **Indie (Jamnagar):** Reliance Industries planuje ogromny zakład o wydajności **3,0 mln ton rocznie**, którego uruchomienie przewidziane jest na 2030 rok.
- ❑ **Malezja:** Technologia ta została wdrożona w zakładach w celu zwiększenia przepustowości poprzez tzw. debottlenecking (usuwanie wąskich gardeł)



Moulijn J. A., Makkee M., Van diepen A. E., Chemical Process Technology, Wiley, 2013.

**Przewiduje się, że globalne moce produkcyjne kwasu octowego znacząco wzrosną w ciągu najbliższych czterech lat, potencjalnie zwiększając się z 20,51 mln ton rocznie (mtpa) w 2023 r. do 29,09 mtpa do 2028 r.**

Obecnie dziesięć planowanych i ogłoszonych projektów produkcji kwasu octowego ma rozpocząć działalność na całym świecie do 2028 r., z czego większość zlokalizowana jest w Azji, a pozostałe na Bliskim Wschodzie i w Afryce. Oczekuje się, że Azja zwiększy moce produkcyjne o 6,20 mtpa dzięki siedmiu nowym projektom. Jeśli chodzi o rozbudowę mocy produkcyjnych, region ten ma zwiększyć moce produkcyjne o 0,50 mtpa dzięki projektowi rozbudowy. W Azji wszystkie dodatkowe moce produkcyjne kwasu octowego wynikają z przyszłych projektów w Chinach. Największy wzrost nastąpi dzięki planowanej „Zakładowi Kwasu Octowego Jieyang w ramach technologii Guangdong Shengyuanda”, który może pochwalić się mocą produkcyjną na poziomie 1,50 mtpa. Ten zakład jest obecnie w budowie i jego uruchomienie planowane jest na 2026 rok. Tuż za nim znajdują się zakłady „Zhejiang Petrochemical Ineos JV Daishan Acetic Acid Plant” oraz „ShengHong Holding Group Lianyungang Acetic Acid Plant”, każdy o wydajności 1,0 mln ton rocznie. Przewidywane daty rozpoczęcia ich działalności to odpowiednio 2026 i 2028 rok. Następnie na Bliskim Wschodzie, gdzie planowane jest zwiększenie mocy produkcyjnych o 0,30 mln ton rocznie w ramach projektu „Bushehr Petrochemical Company Assaluyeh Acetic Acid Plant” w Iranie. Projekt ten, zlokalizowany w stanie Bushehr, ma zostać uruchomiony w 2025 roku.

<https://www.offshore-technology.com/analyst-comment/asia-dominate-global-acetic-acid-capacity-additions-2028/?cf-view>

## Comparison of processes for acetic acid production

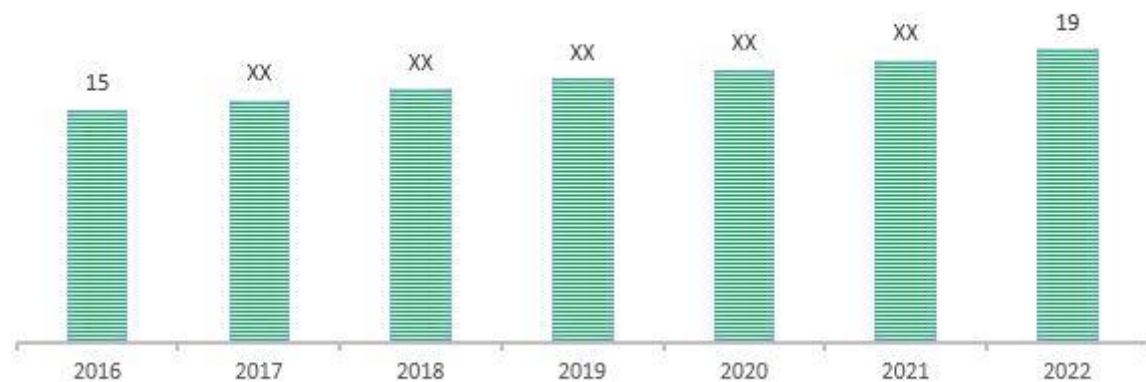
| Process                            | Yield (mol %)                       | $T$ (K)              | $p$ (bar) | Catalyst           |
|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------|--------------------|
| Acetaldehyde oxidation             | 93–96                               | 335–355              | 3–10      | Mn/Co <sup>b</sup> |
| <i>n</i> -butane/naphtha oxidation | 40–80                               | 395–475 <sup>a</sup> | 45–55     | Mn/Co <sup>b</sup> |
| Methanol carbonylation             |                                     |                      |           |                    |
| BASF                               | 90 (CH <sub>3</sub> OH), 70 (CO)    | 455–515              | >500      | Co/HI              |
| Monsanto                           | 99 (CH <sub>3</sub> OH), 85–90 (CO) | 425–475              | 30–60     | Rh/HI              |
| BP-Cativa                          | 99 (CH <sub>3</sub> OH), > 94 (CO)  | 455–465              | 20–40     | Ir/HI + Ru         |

<sup>a</sup>The lower temperatures are used for naphtha, the higher for *n*-butane.

<sup>b</sup>Salts (usually acetate salts) of these metals are employed.

**Utlenianie etanu – katalizatory: Mo, V, Nb, Pd, La – firma Sabic uruchomiła w 2005 r. instalację w Yanbu w Arabii Saudyjskiej**

### Global Acetic Acid Market: Production Volume Forecast 2016-2022 (in Million Tons)



Source: Expert Market Research

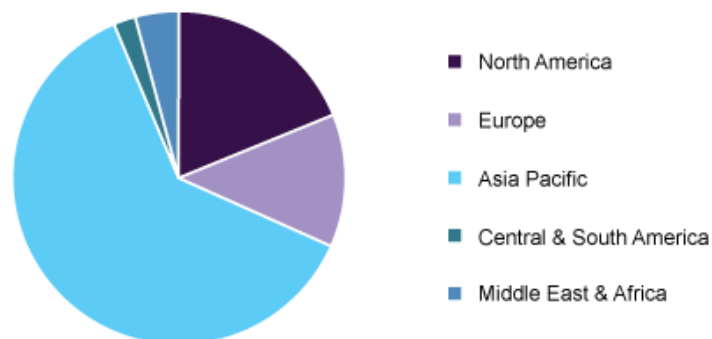
### Top players

- ☐ British Petroleum
- ☐ Celanese
- ☐ Shanghai Wujing
- ☐ Jiangsu Sopo
- ☐ Reliance

<https://www.expertmarketresearch.com/pressrelease/global-acetic-acid-market>



### Global acetic acid market share, by region, 2019 (%)



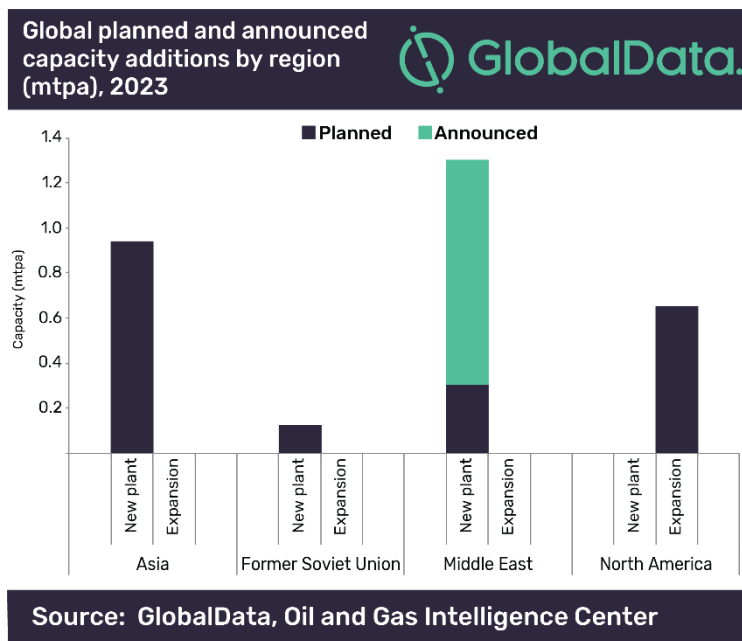
Source: [www.grandviewresearch.com](http://www.grandviewresearch.com)

BP and China's Zhejiang Petroleum and Chemical Corp. (ZPCC) have signed a memorandum of understanding to explore a new equally-owned joint venture to build and operate an acetic acid plant in eastern China, Kallanish Energy reports.

**The plant, with the capacity to produce 1 million tons of product per year, will be located in Zhoushan, in Zhejiang Province.**

The proposed facility would utilize BP's CATIVA XL technology to produce acetic acid, a versatile intermediate chemical used in paints, adhesives and solvents.

<https://www.kallanishenergy.com/2019/10/22/bp-zpcc-to-build-acetic-acid-plant-in-china/>



<https://www.globaldata.com/the-middle-east-set-to-propel-global-acetic-acid-capacity-additions-by-2023-says-globaldata/>