



## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

Skutečně víceúčelový mlýn

**Oscilační mlýn MM 400 je skutečně univerzální mlýn určený pro suché, mokré a kryogenní mletí malých množství vzorků do 2 x 20 ml. Během několika sekund promíchá a homogenizuje prášky a suspenze při frekvenci 30 Hz - je bezkonkurenčně rychlý a snadno ovladatelný.**

Kompaktní stolní jednotka je vhodná pro klasické homogenizační procesy i pro rozrušování biologických buněk pro extrakci DNA/RNA a proteinů. Díky dlouhé době zpracování až 99 hodin se přístroj MM 400 ideálně hodí pro výzkumné aplikace, například v mechanochemii.

Z hlediska výkonu a flexibility tohoto mlýnku není na trhu srovnatelná technologie.

Mohou vás také zajímat modely oscilačních mlýnů MM 500 nano a MM 500 vario které pracují na stejném funkčním principu při frekvenci 35 Hz, ale poskytují podstatně vyšší výkon. Pro aplikace, které vyžadují chlazení nebo ohřev vzorku, je ideální volbou oscilační mlýn MM 500 control. Každý oscilační mlýn RETSCH má specifické aplikační zaměření.

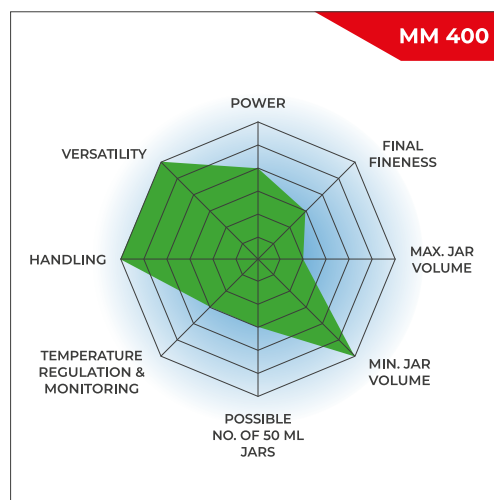


[Kliknutím zobrazíte video](#)

#### Produktové video

#### NEJUNIVERZÁLNĚJŠÍ ZE VŠECH KULOVÝCH MLÝNŮ

- | Max. rychlost 30 Hz
- | Horizontální oscilace způsobuje silné rázové efekty pro efektivní zpracování vzorků
- | Vstupní velikost až 8 mm a konečná jemnost 5 µm
- | 2 mlecí stanice pro nádoby min 2 ml a max 50 ml, adaptér pro 10 x 2 ml lahvičky na jedno použití a 4 x 50 ml kónické centrifugační zkumavky
- | Ocelové nádoby lze manuálně předchladit v kapalném dusíku
- | Kalibrovaná rychlost a čas, malý stolní model, uložitelné SOP a programy cyklu, 7 různých materiálů nádob



## VÝKON A DESIGN

- | Výkonné mletí na principu nárazu a tření až do 30 Hz
- | Vybaven 2 mlecími stanicemi pro mletí až 20 vzorků naráz
- | Paměť pro 12 standardních operačních postupů (SOP) a 6 programových cyklů
- | Pohodlný dotykový displej, výrazné snížení hluku

## BEZKONKURENČNÍ VŠESTRANNOST

- | 3 různé režimy mletí: suchý, mokrý nebo kryogenní
- | Smíchá práškový vzorek a pojivo v plastových nádobách před peletizací, např. pro XRF analýzu
- | Vhodný pro výzkumné aplikace, jako je mechanochemie nebo pro biologické narušení pomocí nárazů perliček
- | Extrakce pesticidů (QuEChERS) a rostlinných složek



## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

# KALIBRACE ZAJIŠŤUJE REPRODUKOVATELNÉ VÝSLEDKY

Reprodukovatelnost je v procesním řetězci od odběru vzorků až po analýzu prvořadá. Laboratorní zařízení, které lze kalibrovat, zaručuje vždy reprodukovatelné výsledky s minimální směrodatnou odchylkou. To je užitečné zejména při porovnávání výsledků získaných na různých místech.

MM 400 je první laboratorní mlýn, který lze kalibrovat. Společnost RETSCH nejprve zkalibruje čas a frekvenci mlýnku a nabízí pravidelnou kalibrační službu, která zajistí reprodukovatelné procesy mletí.

Tato funkce je vhodná zejména pro

- | Zkušební laboratoře s různými lokalitami
- | Akreditované laboratoře, které používají normy ISO/IEC 17025 nebo ISO 9000ff
- | Farmaceutické výrobky



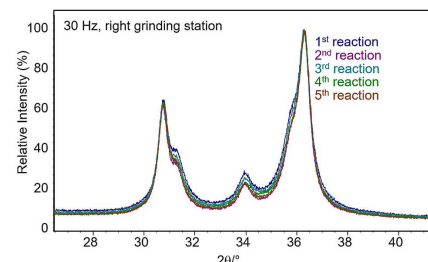
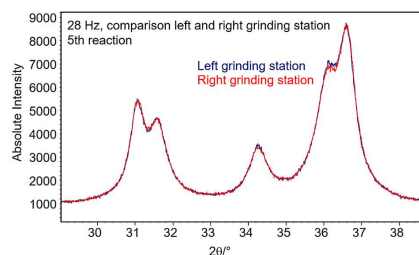
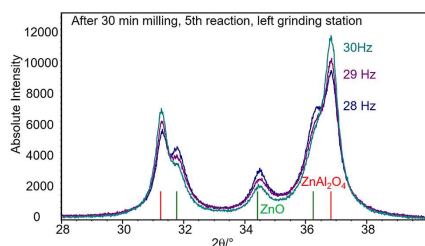
## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

# REPRODUKOVATELNOST MECHANOCHEMICKÝCH REAKCÍ V OSCILAČNÍM MLÝNĚ MM 400

Reprodukovatelnost je základním principem vědeckého výzkumu a je nezbytná pro zajištění důvěryhodnosti a spolehlivosti vědeckých zjištění. Oscilační mlýn MM 400 byl testován z hlediska reprodukovatelnosti v rámci mechanochemické reakce a bylo prokázáno, že poskytuje vynikající reprodukovatelnost během několika opakování, a to pro obě polohy upnutí a také mezi různými zařízeními. [1]

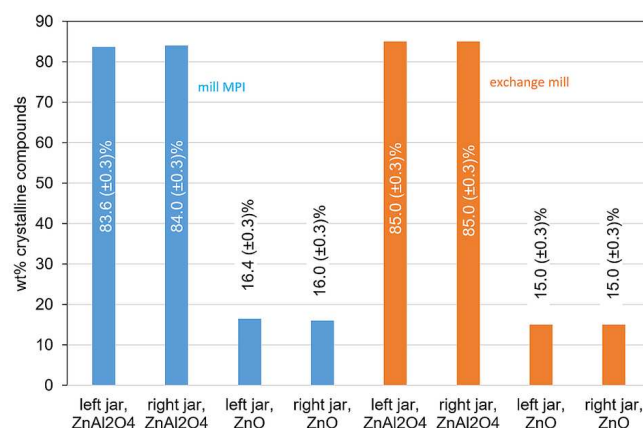
Drobné změny frekvence z 30 Hz na 29 Hz nebo 28 Hz mají vliv na výtěžnost reakce. Zásadní je, aby oscilační mlýn udržoval nastavenou hodnotu, např. 30 Hz, a neodchyloval se od ní. Tento předpoklad splňuje mlýn MM 400, která se dodává s kalibračním certifikátem.

Mechanochemická reakce  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$  probíhala po dobu 30 min za použití 25 ml mlecích nádob, 2 x 15 mm mlecích kuliček, 1 g edukátů, při frekvencích 28 Hz, 29 Hz a 30 Hz pětkrát po sobě. Srovnání mezi levou a pravou upínací stanicí ukázalo vysoce reprodukovatelné výsledky, rovněž srovnání mezi 5 pokusy.



XRD obrazce po mechanochemické reakci  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ : vlevo: broušení při 28 Hz, 29 Hz a 30 Hz, výsledky po 5. reakci. Uprostřed: Srovnání levé a pravé mlecí stanice při 28 Hz vždy po 5. reakci. Vpravo: Reakce 1 až 5 při 30 Hz, pravá mlecí stanice. Výsledky prezentované skupinou Claudie Weidenthalerové. [8]

Experimenty byly opakovány s použitím jiného zařízení MM 400, aby bylo možné porovnat výsledky mezi oběma mlýny. Opět byla ověřena vynikající reprodukovatelnost u 5 testů provedených při frekvenci 30 Hz, a to jak pro levou, tak pro pravou mlecí stanici.



Téměř totožných výsledků (hmotnostní % eduktů a produktu) a reprodukovatelnosti bylo dosaženo s jiným přístrojem MM 400. Výsledky prezentovala skupina Claudie Weidenthalerové. [1]

## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

# ŘEŠENÍ PRO BIOLOGICKÉ APLIKACE A NARUŠENÍ BUNĚK

Oscilační mlýny se často používají k homogenizaci biologických vzorků. Takzvané rozduřování s malými skleněnými perličkami je zavedenou metodou pro rozrušování buněk kvasinek, mikrořas nebo bakterií. Vzorek se při tomto procesu pouze mírně zahřívá, což lze snížit na minimum předchlazením.

Přístroj MM 400 umožňuje účinné rozrušení až 240 ml buněčné suspenze pro extrakci DNA/RNA a proteinů. Pro přesnou diagnostiku infekcí je možné pomocí adaptérů izolovat intaktní bakterie z tkáně v 8 x 30 ml

zkumavkách nebo 10 x 5 ml ampulkách.

Přístroj MM 400 lze provozovat s řadou adaptérů pro ampulky na jedno použití s následujícími kapacitami:

20 x 0.2 ml / 20 x 1.5 or 2 ml / 10 x 5 ml / 8 x 30 ml / 8 x 50 ml

Pro rozmělnění 25 až 30 g rostlinného materiálu, jako je například květ konopí, jsou nejvhodnější kónické centrifugační zkumavky. V těchto 50 ml zkumavkách lze také homogenizovat až 8 vzorků tkání, například čerstvá játra v pufrovacím roztoku, pomocí ocelových nebo zirkoniových kuliček. Aby bylo mechanické namáhání zkumavek co nejmenší, doporučuje se snížená frekvence a vysoká úroveň naplnění, např. pufrem a vzorkem.



[Kliknutím zobrazíte video](#)

Oscilační mlýn MM 400 - narušení buněk kvasinek\*



[Kliknutím zobrazíte video](#)

Oscilační mlýn MM 400 - Homogenizace konopí\*

\*Video ukazuje předchozí model s totožným funkčním principem.

## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

# ŘEŠENÍ PRO KRYOGENNÍ MLETÍ

Kryo sada je cenově výhodné řešení pro kryogenní zpracování vzorků s oscilačním mlýnem MM 400. Sada se skládá ze dvou izolovaných nádob, dvou kleští a ochranných brýlí.

Vzorek určený ke křehčení a mlecí koule se naplní do nerezové mlecí nádoby, která se pevně zašroubuje. Nepřímé křehčení se provádí předchlazením nádoby v lázni s kapalným dusíkem. Přibližně po 2 minutách je vzorek dostatečně ochlazen pro kryogenní zpracování.

Pokud je třeba se vyhnout přímému kontaktu s kapalným dusíkem, je vhodnou volbou mlýn CryoMill nebo oscilační mlýn MM 500 control. Oba mlýny lze provozovat s nádobami z jiných materiálů než z oceli pro kryogenní mletí.



[Kliknutím zobrazíte video](#)

Oscilační mlýn MM 400 - kryogenní mletí\*

## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

# APLIKACE V MECHANOCHEMII

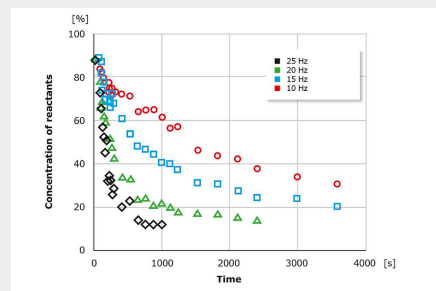
Mechanochemie umožňuje rychlé reakce látek v prostředí bez rozpouštědel. Některé chemické reakce vyžadují třecí síly planetového kulového mlýna, zatímco jiné typy reakcí vyžadují dodání energie prostřednictvím nárazu - zde přichází ke slovu oscilační mlýn MM 400.

Objemy vzorků, které jsou k dispozici pro výzkumné aplikace, jsou často velmi malé. Proto jsou výhodné malé velikosti mlecích nádob do 50 ml, jaké jsou k dispozici pro MM 400. Vzhledem k často dlouhým reakčním dobám je dalším důležitým aspektem možnost naprogramovat procesní časy v délce několika hodin.

Oscilační mlýny nabízejí v mechanochemických aplikacích jedinečnou výhodu oproti planetovým kulovým mlýnům: použití průhledných nádob v kombinaci s typickým horizontálním pohybem nádob umožňuje in-situ RAMAN spektroskopii. To umožňuje sledovat reakční proces v reálném čase, aby bylo možné určit optimální dobu pro dosažení maximálního výtěžku a vyhnout se prodlouženému zpracování.

Model MM 400 nabízí mnoho výhod pro mechanochemické aplikace:

- | Doba zpracování až 99 h
- | Různé velikosti a materiály mlecích nádob
- | Průhledné mlecí nádoby z PMMA umožňují in-situ spektroskopii RAMAN
- | Programovatelná frekvence a časy přestávek
- | Adaptér pro 4 x 5 ml nerezové mlecí nádoby umožňuje až 8 současných reakcí.



Časový průběh Knoevenagelovy reakce mezi vanilinem a kyselinou barbiturovou za mechanochemických podmínek s použitím mlecích kuliček z oxidu zirkoničitého o průměru 2x10 mm v 19 ml mlecí nádobě z PMMA při 30 Hz. Reakce probíhající po dobu 30 minut s viditelným průběhem indikovaným změnou barvy.

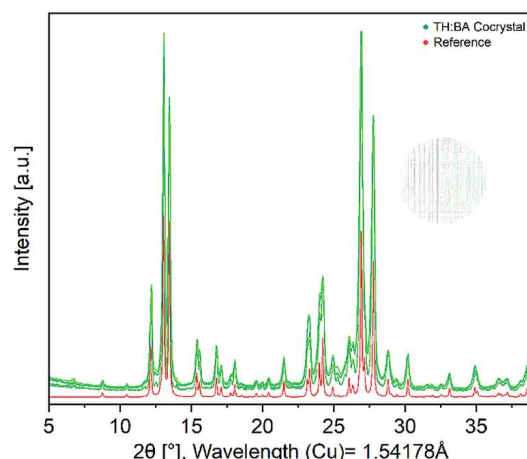
S laskavým svolením Dr. Svena Grätze, Ruhr-University Bochum, Fakulta chemie a biochemie, AG Prof. Borchardt.

## SCREENING KOKRYSTALŮ S MM 400

Screening kokrystalů lze efektivně provádět v míchacích mlýnech. Ve studii [9] s použitím MM 400 byly použity 2ml ocelové zkumavky a odpovídající PTFE adaptér k kokrystalizaci theofylinu a benzamidu v poměru 1:1 za následujících podmínek:

- | Doba mletí 60 minut
- | Frekvence 30 Hz
- | Jedna ocelová kulička o průměru 6 mm na jednu zkumavku
- | Čtyři experimenty bez rozpouštědla a čtyři s 20  $\mu$ l ethanolu

Rentgenové difrakční obrazce práškové metody osmi výsledných vzorků (zobrazených zeleně) se úzce shodují se simulovaným referenčním obrazcem cílového kokryystalu. Všechny pozorované signály odpovídají požadovanému produktu, bez významných dalších signálů, což naznačuje úspěšnou a reprodukovatelnou tvorbu kokryystalu. MM 400 s 2 ml ocelovými zkumavkami poskytuje konzistentní výsledky a tato kompatibilita se vztahuje i na řadu MM 500, která je schopna pracovat i s 2 ml ocelovými zkumavkami.



XRD vzorce po vytvoření kokrystalů theofylinu a benzamidu po 60 minutách mletí v MM 400 ve srovnání se simulovanou referencí. Výsledky prezentované v experimentech Dominika Al-Sabbagha. [2]

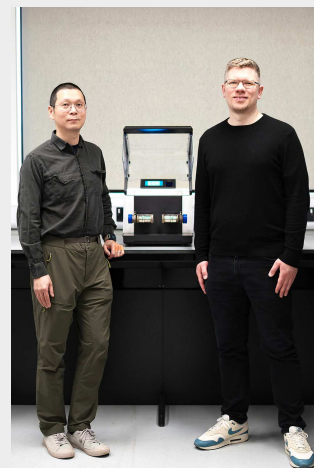
## CHEMIE V MLÝNKU: RECYKLACE TEFLONU (PTFE) S VYUŽITÍM MECHANICKÉ ENERGIE

### MECHANOCHEMICKÁ RECYKLACE PTFE (TEFLONU)

Mechanochemické reakce lze pomocí přístroje MM 400 provádět obzvláště efektivně. Nedávný výzkum ukazuje, jak lze v přístroji MM 400 rozložit PTFE (teflon) reakcí se sodíkem za využití mechanické energie. Intenzivní pohyb mlecích kuliček poskytuje energii potřebnou k rozbití stabilních uhlík-fluorových vazeb – bez jakéhokoli dodatečného tepla nebo tlaku. Tímto způsobem lze velké části materiálu přeměnit na fluorid sodný a uhlík – což je slibný přístup pro budoucí recyklační procesy.

Proces využívající MM 400 byl součástí renomovaného vědeckého pořadu „Forschung aktuell“ na Deutschlandfunk. Poslechněte si ho!

**Tento rozhlasový příspěvek je k dispozici pouze v němčině.**



## FUNKCIONALIZACE BIOMASY PRO FARMACEUTICKÉ APLIKACE PROSTŘEDNICTVÍM MECHANOCHEMIE

Mechanochemie transformuje způsob výroby funkčních biomateriálů a kationtová celulóza je toho ukázkovým příkladem. Pomocí procesu bez použití rozpouštědel se bavlněná vlákna kombinují s katalytickou bází a minimálním množstvím přísad a poté se melou společně s kationtovým činidlem, aby se aktivovala reakce pomocí oscilačního mlýna MM 400. Tento přístup v pevné fázi eliminuje vodu a objemová rozpouštědla, čímž dramaticky snižuje spotřebu chemikálií a odpad ve srovnání s konvenčními metodami. Po mletí následuje krátký krok zrání, který dokončí reakci a poskytne vysoce nabitá celulózová vlákna s výjimečným výkonem. [3]

Optimální reakční podmínky: Bavlněná vlákna byla pomleta v nerezové nádobě o objemu 50 ml s 3 x 10 mm kuličkami po dobu 5 minut při 25 Hz, poté byl přidán EPTMAC a směs se mlela dalších 30 minut. Následné zrání reakční směsi při 50 °C po dobu 24 hodin, následované Soxhletovou extrakcí (48 h) a lyofilizací, vedlo k izolaci čistého cCF materiálu.

### **Proč je to pro farmaceutický průmysl zajímavé?**

Tato kationtová vlákna vykazují silnou elektrostatickou vazbu na viry, což umožňuje efektivní odstranění patogenů z vody a procesních toků – což je klíčové pro sterilní výrobu a aplikace v čisté vodě. Kromě filtrace nabízí materiál potenciál pro dodávání léků, antimikrobiální povrchy a bioprosesní pomůcky. Proces dosahuje vynikajících ukazatelů udržitelnosti, které jsou v souladu s principy zelené chemie a cíli průmyslu. Umožňuje také přesnou kontrolu hustoty náboje pro přizpůsobený výkon.

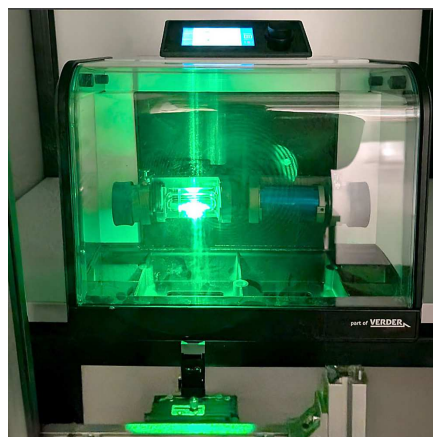
Tato inovace ukazuje, jak mechanochemie může přinášet vysoce hodnotná, ekologická řešení pro farmaceutickou výrobu – kombinující bezpečnost, efektivitu a udržitelnost v jednom průlomovém přístupu.

### **OSCILAČNÍ MLÝN MM 400**

## **RAMANOVA SPEKTROSKOPIE IN-SITU**

*Ramanova spektroskopie in-situ* je výkonná analytická technika, která umožňuje sledovat a analyzovat materiály v jejich přirozeném nebo procesním prostředí. Tato metoda využívá Ramanův rozptyl, jev, při kterém světlo interaguje s molekulárními vibracemi, což vede k posunům vlnové délky rozptýleného světla. Tyto posuny poskytují jedinečný spektrální otisk analyzovaného materiálu a umožňují nahlédnout do jeho chemického složení nebo molekulární struktury.

Aspekt "*in-situ*" se týká možnosti pozorovat a měřit tyto charakteristiky přímo během probíhajícího procesu. To může zahrnovat pozorování změn za přítomnosti různých chemických reakcí, také tzv. mechanochemii. Mechanochemie zahrnuje použití nárazů, stříhů nebo tření k vyvolání chemických změn v pevných látkách. Tento přístup je stále populárnější pro svou schopnost obejít potřebu rozpouštědel, což potenciálně nabízí ekologicky šetrnější a energeticky účinnější způsob chemické syntézy. Ramanova spektroskopie může poskytnout neocenitelné poznatky o reakčním mechanismu, fázových přeměnách, reakční kinetice nebo pro optimalizaci reakčních podmínek.



Model MM 400 je „připraven na Ramanovu analýzu“, což umožňuje snadné odstranění vložky spodní desky. Spodní deska má otvory pro Ramanovu sondu, aby bylo možné důsledně měřit na dně sklenic umístěním Ramanovy sondy pod mlýn, a tedy pod sklenice, kde je interakce částic nejintenzivnější, což zajišťuje přesné údaje. Mlecí nádoby Retsch PMMA díky své průhlednosti a chemické odolnosti zlepšují spektrální data bez kontaminace. Rovné vnější tvary nádobek dále zlepšují spektroskopická data. Tyto konstrukční úpravy zefektivňují experimentální pracovní postup. Výzkumníci nyní mohou provádět Ramanovu spektroskopii *in-situ* s větší lehkostí a přesností, což otevírá nové možnosti pro hloubkovou analýzu materiálů.

PRO BEZPEČNÉ A ÚČINNÉ PROCESY MLETÍ  
**PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO MM 400**



#### MLECÍ NÁDOBY ZE 7 RŮZNÝCH MATERIÁLŮ

Jmenovitý objem mlecích nádob se šroubovacím uzávěrem se pohybuje od 1,5 ml do 50 ml; dostupné materiály zahrnují kalenou ocel, nerezovou ocel, achát, karbid wolframu, oxid zirkoničitý a PTFE, což zajišťuje přípravu vzorků bez kontaminace.

Průhledné mlecí nádoby z PMMA se používají pro in-situ spektroskopii RAMAN, ale umožňují také aplikace s fotochemickými reakcemi. Navíc jsou odolné vůči různým chemikáliím. Tyto nádoby lze použít s předchůdcem MM 400, stejně jako jsou starší modely nádob kompatibilní s nejnovějším modelem oscilačního mlýnku.



#### 2 ML ZKUMAVKY PRO KRYOGENNÍ MLETÍ

Malé ocelové zkumavky o objemu 2 ml se používají pro kryogenní aplikace. Až 20 těchto zkumavek lze upnout do MM 400 pomocí adaptéru. Výhoda: odolávají nízkým teplotám a mechanickému namáhání a nerozbijí se jako jednorázové nádoby. Ideální pro nejmenší množství vzorků v kryogenní oblasti.



#### ADAPTÉRY PRO JEDNORÁZOVÉ AMPULE

V MM 400 lze použít adaptéry pro 0,5 / 1,5 / 2 / 5 ml ampule na jedno použití. Pro větší množství vzorků, např. pro extrakci bílkovin jsou k dispozici adaptéry pro 50 ml kónické centrifugační zkumavky nebo 30 ml lahve se širokým hrdlem.



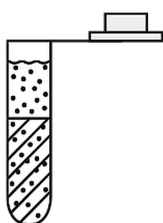
#### ADAPTÉRY PRO ZVÝŠENÍ PROPUŠTNOSTI VZORKŮ

Přístroj MM 400 lze vybavit adaptéry, které pojmu čtyři 5ml nerezové mlecí nádoby, což umožňuje současné rozmělnění maximálně 8 vzorků. Tato zvýšená kapacita je výhodná zejména pro mechanochemické aplikace.

## AMPULKY, LAHVIČKY A ZKUMAVKY PRO MM 400

### 1.5 nebo 2 ml

jednorázové uzavírací  
ampulky na jedno použití  
2 x 10 zkumavek max.



- | Narušení buněk pro DNA/RNA proteiny/metabolity
- | Kryogenní mletí měkkých vzorků (tkáň, rostliny, buněčné pelety, hmyz)
- | Suchá nebo mokrá homogenizace měkkých vzorků (tkáň, hmyz)

### 5 ml

jednorázové  
uzavírací ampule  
2 x 5 ampule max.



- | Narušení buněk pro DNA/RNA proteiny/metabolity
- | Kryogenní mletí měkkých vzorků (tkáň, rostliny, buněčné pelety, hmyz)
- | Suchá nebo mokrá homogenizace měkkých vzorků (tkáň, hmyz)

### 30 ml

jednorázové lahvičky  
se širokým hrdlem  
2 x 4 lahvičky max.



- | Narušení buněk pro DNA/RNA proteiny/metabolity
- | Suchá nebo mokrá homogenizace měkkých vzorků (tkáň, hmyz)
- | Suché mletí tvrdých vzorků (křemenný písek)

### 50 ml

jednorázové kónické  
centrifugační zkumavky  
2 x 4 zkumavky max.



- | Narušení buněk pro DNA/RNA proteiny/metabolity
- | Suchá nebo mokrá homogenizace měkkých vzorků (tkáň, hmyz)
- | Extrakce pesticidů z potravin/rostlin (QuEChERS)
- | Míchání prášku a vosku pro lisování pelet pro XRF

OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

## DOPORUČENÉ PLNĚNÍ NÁDOB KULIČKAMI

Velikost nádoby by měla být přizpůsobena objemu vzorku, aby byly zajištěny optimální výsledky. V ideálním případě jsou mlecí kuličky třikrát větší než největší kus vzorku. Počty a velikosti kuliček uvedené v tabulce níže se řídí tímto pravidlem. Pro rozmělnění například 20 ml vzorku sestávajícího z částic o velikosti 8 mm se doporučuje použít nádobku o objemu 50 ml a kuličky o velikosti 25 mm. Podle tabulky je zapotřebí jedna mlecí koule. 20 ml vzorku s částicemi o velikosti 5 mm však lze homogenizovat pomocí čtyř 15mm kuliček.

| Mlecí nádoba<br>nominální<br>objem | Množství<br>vzorků | Max. vstupní<br>velikost | Doporučené plnění kuličkami (v kusech) |           |            |            |            |            |            |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                    |                    |                          | Ø 5<br>mm                              | Ø 7<br>mm | Ø 10<br>mm | Ø 12<br>mm | Ø 15<br>mm | Ø 20<br>mm | Ø 25<br>mm |
| 1.5 ml                             | 0.2 – 0.5 ml       | 1 mm                     | 1 – 2                                  | -         | -          | -          | -          | -          | -          |
| 5 ml                               | 0.5 – 2 ml         | 2 mm                     | -                                      | 1 – 2     | -          | -          | -          | -          | -          |
| 10 ml                              | 2 – 4 ml           | 4 mm                     | -                                      | 5 – 7     | 1 – 2      | 1 – 2      | -          | -          | -          |
| 25 ml                              | 4 – 10 ml          | 6 mm                     | -                                      | -         | 5 – 6      | 2 – 4      | 1 – 2      | -          | -          |
| 35 ml                              | 6 – 15 ml          | 6 mm                     | -                                      | -         | 6 – 9      | 4 – 6      | 2 – 3      | 1          | -          |
| 50 ml                              | 8 – 20 ml          | 8 mm                     | -                                      | -         | 12 – 14    | 6 – 8      | 3 – 4      | 1          | 1          |

V tabulce jsou uvedeny doporučené náplně (v kusech) různě velkých mlecích koulí ve vztahu k objemu mlecí nádoby, množství vzorku a maximální velikosti vstupního materiálu.

OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

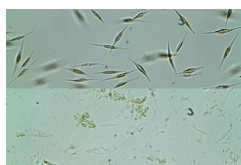
## TYPICKÉ VZORKY MATERIÁLU

Oscilační mlýny RETSCH jsou skuteční všestranní pomocníci. Homogenizují například slitiny, krmivo pro zvířata, kosti, keramiku, obiloviny, chemické výrobky, uhlí, koks, léky, elektronický šrot, sklo, zrní, vlasy, minerály, olejnatá semena, rudy, papír, rostlinné materiály, plasty, odpadní vody, zemina, sláma, tablety, textil, papír, tabák, vzorky odpadu, dřevo, vlna atd.



### VLÁKNITÝ: VLASY

30 ml vzorku  
50 ml nádoba z  
nerezové oceli  
1 x 25 mm kulička  
z nerezové oceli  
2 min při 30 Hz



### NARUŠENÍ BUNĚK: MIKROŘASY

30 ml buněčné  
suspenze  
8 x 50 ml kónická  
centrifugační  
zkumavka  
(adaptér)  
každá s 25 ml  
skleněných  
perliček; 0,5-0,75  
mm  
30 s při 30 Hz



### ELASTICKÝ- KAPALNÝ: KAPSLE S TEKUTINOU

15 ml vzorku  
50 ml nádoba z  
nerezové oceli  
1 x 25 mm kulička  
z nerezové oceli  
křehčení v LN<sub>2</sub> po  
dobu 3 min  
4 x 2 min při 30  
Hz s  
mezichlazením



### STŘEDNĚ TVRDÝ/ VLÁKNITÝ: PŮDA

20 ml vzorku  
50 ml nádoba z  
nerezové oceli  
1 x 25 mm koule z  
nerezové oceli  
1 min při 30 Hz



Kliknutím  
zobrazíte video

### PETRŽEL



**HOUŽEVNATÝ-  
VLÁKNITÝ:  
DŘEVO**

5 ml vzorku  
10 ml nádoba z  
oxidu  
zirkoničitého  
2 x 12 mm kuličky  
z oxidu  
zirkoničitého  
3 min při 30 Hz



**ELASTICKÝ A  
PEVNÝ:  
POLYURETANOVÉ  
PELETY**

20 ml vzorku  
50 ml nádoba z  
nerezové oceli  
1 x 25 mm koule z  
nerezové oceli  
křehčení v LN<sub>2</sub> po  
dobu 3 min  
4 x 2 min při 30  
Hz s  
mezichlazením



**VLÁKNITÝ:  
CANNABIS**

3 g vzorku  
50 ml nádoba z  
nerezové oceli  
1 x 25 mm kulička  
z nerezové oceli  
křehčení pomocí  
LN<sub>2</sub> po dobu 2  
minut  
90 s při 30 Hz



**KŘEHKÝ A  
TVRDÝ: BETON**

10 ml vzorku  
25 ml nádoba z  
oxidu  
zirkoničitého  
2 x 15 mm kuličky  
z oxidu  
zirkoničitého  
2 min při 30 Hz

**OSCILAČNÍ MLÝN MM 400**

**PRINCIP FUNKCE**

Mlecí nádoby MM 400 radiálně oscilují ve vodorovné poloze. Setrvačnost mlecích koulí způsobí jejich náraz s vysokou energií na materiál vzorku na zaoblených koncích mlecích nádob a jeho rozmělnění na prášek. Také pohyb mlecích nádob v kombinaci s pohybem kuliček vede k intenzivnímu míchání vzorku.

Stupeň míchání lze ještě zvýšit pomocí několika menších kuliček. Pokud se použije několik malých kuliček (např. skleněné kuličky), může dojít například k narušení biologických buněk. Účinky velkého tření mezi kuličkami zajišťují účinné narušení buněk.



[Kliknutím zobrazíte video](#)

## OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

# TECHNICKÉ ÚDAJE

|                                                         |                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aplikace</b>                                         | zmenšování velikosti, míchání, homogenizace, rozrušování buněk, kryogenní mletí, mechanochemie.                                                                                                    |
| <b>Oblast použití</b>                                   | biologie, chemie / plasty, geologie / metalurgie, medicína / farmaceutika, potraviny, sklo / keramika, stavební materiály, strojírenství / elektronika, zemědělství, životní prostředí / recyklace |
| <b>Vstupní materiál</b>                                 | tvrdé, středně tvrdé, měkké, křehké, elastické, vláknité                                                                                                                                           |
| <b>Princip redukce velikosti zrna</b>                   | náraz, tření                                                                                                                                                                                       |
| <b>Vstupní velikost materiálu*</b>                      | <= 8 mm                                                                                                                                                                                            |
| <b>Konečná jemnost*</b>                                 | ~ 5 µm                                                                                                                                                                                             |
| <b>Velikost dávky / vstupní množství*</b>               | max. 2 x 20 ml                                                                                                                                                                                     |
| <b>Počet mlecích stanic</b>                             | 2                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Frekvence vibrací</b>                                | 3 - 30 Hz (180 - 1800 ot/min)                                                                                                                                                                      |
| <b>Průměrná doba mletí</b>                              | 30 s - 2 min                                                                                                                                                                                       |
| <b>Max. doba mletí</b>                                  | 99 hodin                                                                                                                                                                                           |
| <b>Suché mletí</b>                                      | ano                                                                                                                                                                                                |
| <b>Mletí za mokra</b>                                   | ano                                                                                                                                                                                                |
| <b>Kryogenní mletí</b>                                  | ano                                                                                                                                                                                                |
| <b>Zpracování buněčného materiálu pomocí mikroskopu</b> | ano, až do 20 x 2.0 ml                                                                                                                                                                             |
| <b>Samocentrující upínací zařízení</b>                  | ano                                                                                                                                                                                                |
| <b>Druhy mlecích nádobek</b>                            | nádoby se šroubovacím víčkem                                                                                                                                                                       |
| <b>Materiál mlecích nástrojů</b>                        | kalená ocel, nerezová ocel, karbid wolframu, achát, oxid zirkoničitý, PTFE, PMMA                                                                                                                   |
| <b>Velikosti mlecích nádob</b>                          | 1.5 ml / 5 ml / 10 ml / 25 ml / 35 ml / 50ml                                                                                                                                                       |
| <b>Nastavení doby mletí</b>                             | digitální, 10 s - 8 h                                                                                                                                                                              |
| <b>Uložitelné SOP</b>                                   | 12                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Uložitelné cyklistické programy</b>                  | 6                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Elektrické napájení</b>                              | 100-240 V, 50/60 Hz                                                                                                                                                                                |
| <b>Připojení k elektrické síti</b>                      | 1-fázové                                                                                                                                                                                           |
| <b>Kód ochrany</b>                                      | IP 30                                                                                                                                                                                              |
| <b>Spotřeba energie</b>                                 | 165W                                                                                                                                                                                               |
| <b>Š x V x H zavřený</b>                                | 385 x 350 x 470 mm                                                                                                                                                                                 |

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>Váha netto</b> | ~ 27,5 kg |
|-------------------|-----------|

|              |    |
|--------------|----|
| <b>Normy</b> | CE |
|--------------|----|

\*v závislosti na vstupním materiálu a nastavení zařízení/nastavení

## REFERENCE

[1] Reakční schéma a provedení experimentů: RNDr: Dr. Claudia Weidenthaler, vedoucí výzkumné skupiny pro práškovou difrakci a povrchovou spektroskopii heterogenní katalýzy, Max-Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr.

[2] Reaction scheme and performance of the experiments: Dominik Al-Sabbagh, Chemistry Laboratory Technician, Division 6.3 – Structure Analysis, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin.

[3] Tatsiana Nikonovich, Yao Yu, Mikko Korkiakoski, Chengji Yang, Iris Seitz, Daniel Langerreiter, Mauri A. Kostiainen, Eduardo Anaya-Plaza, and Sandra Kaabel; Solid-State Synthesis of Cationic Cellulose Fibers from Low-Processed Cotton for Efficient Virus Capture; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2025 13 (42), DOI: 10.1021/acssuschemeng.5c07884

[4] With permission of Dr Erli Lu, Associate Professor in Mechanochemistry & Sustainable Synthesis School of Chemistry, University of Birmingham

[www.retsch.com/mm400](http://www.retsch.com/mm400)

## OBJEDNACÍ DATA A ŽÁDOST

### OSCILAČNÍ MLÝN MM 400

**Oscilační mlýn MM 400 s rychloupínacím zařízením (mlecí nádoby a koule objednejte, prosím, samostatně)**

20.715.0001



MM 400

100–240 V, 50/60 Hz

### MLECÍ NÁDOBY MM 400, ŠROUBOVACÍ

#### KALENÁ OCEL

01.462.0237



25 ml

#### NEREZOVÁ OCEL

01.462.0230



1,5 ml

01.462.0231



5 ml

01.462.0290

5 ml (pro použití s adaptérem 02.706.0351)

01.462.0236



10 ml

01.462.0213



25 ml

01.462.0214



35 ml

01.462.0216



50 ml

#### KARBID WOLFRAMU

01.462.0235



10 ml

01.462.0217



25 ml

#### ACHÁT

01.462.0232



5 ml

01.462.0233



10 ml

#### OXID ZIRKONIČITÝ

01.462.0234



10 ml

01.462.0201



25 ml

01.462.0215



35 ml

#### PTFE

01.462.0238



25 ml

01.462.0244



35 ml

22.041.0004



Míchací kádinky polystyren, 56 ml 100 kusů

#### PMMA, PRŮHLLEDNÉ NÁDOBY PRO MECHANOSYNTÉZU

01.462.0539



10 ml, 10 kusů

02.462.0539



10 ml, 2 kusy

#### PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO AERACI A ZVÝŠENÍ TLAKU

01.462.0548

Sada: aerační nádoba o objemu 28 ml z nerezové oceli, filtr 10 µm, těsnění a

armatury 2 x 1/8" pro hadici o průměru 3 mm a tloušťce stěny 0,65 mm (včetně hadice 2 x 3 m)

22.050.0005 Konverzní sada obsahující 2 konektory pro hadice na mlecím rameni, spodní desku pro vyvedení hadic z krytu a protizávaží

## PŘÍSLUŠENSTVÍ K MLECÍM NÁDOBÁM PRO MM 400

22.486.0005 Klíč pro mlecí nádoby, 2 kusy



02.706.0351 Adaptér pro použití 2/4 mlecích nádob 5 ml (01.462.0550)



22.085.0007 Těsnění pro mlecí nádobu 1,5 ml, 10 ks



22.085.0008 Těsnění pro mlecí nádobu 5 ml, 10 ks (pro mlecí nádobu 01.462.0231)



22.111.0001 Těsnění pro mlecí nádobu 5 ml, 10 ks (pro mlecí nádobu 01.462.0550)

22.085.0009 Těsnění pro mlecí nádobu 10 ml, 10 ks



22.085.0006 Těsnění pro mlecí nádobu 25 ml tvrzená ocel a nerezová ocel, 10 ks



22.085.0003 Těsnění pro mlecí nádobu 25 ml oxid zirkoničitý a karbid wolframu, 10 ks



22.085.0005 Těsnění pro mlecí nádobu 35 ml nerezová ocel, 10 ks



22.085.0004 Těsnění pro mlecí nádobu 35 ml oxid zirkoničitý, 10 ks



22.085.0002 Těsnění pro mlecí nádobu 50 ml nerezová ocel, 10 ks



## PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO MÍCHÁNÍ A NARUŠENÍ BUNĚK MM 400

22.001.0020 Adaptér pro 4 kónické centrifugační zkumavky (např. Falcon® zkumavky), 2 kusy, vč. 20 zkumavek

05.026.0001 Kónické centrifugační zkumavky, 50 ml, 20 pieces



22.001.0021



Adaptér pro 4 širokohrdlé lahve, 2 kusy, vč. 12 širokohrdlých lahví, 30 ml

## PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO KRYO MLETÍ MM 400

22.354.0001



Kryo sada pro chlazení mlecích nádob s kapalným dusíkem (sada zahrnuje: 2 x izolované nádoby (1 a 4 litry), 2 x kleště na mlecí nádoby, 1 x ochranné brýle)

## PŘÍSLUŠENSTVÍ MM 400

99.200.0043

IQ/OQ Dokumentace pro MM 400

## PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO NARUŠENÍ BUNĚK A TKÁNÍ

22.008.0010



Adaptér pro 5 reakčních ampulí 5,0 ml, vyrobený z PTFE

22.008.0014

Adaptér pro 10 reakčních zkumavek 1,5 a 2,0 ml, vyrobený z PTFE nebo nerezové oceli

22.008.0005



Adaptér pro 5 reakčních zkumavek o objemu 1,5 a 2,0 ml, vyrobený z PTFE nebo nerezové oceli

22.008.0006



Adaptér pro 10 reakčních zkumavek 0,2 ml, vyrobených z PTFE

22.749.0006

Uzavíratelné reakční zkumavky 5.0 ml, 200 kusů

22.749.0001



Uzavíratelné reakční zkumavky 2,0 ml, 1 000 kusů

22.749.0002



Uzavíratelné reakční zkumavky 1,5 ml, 1 000 kusů

22.749.0004



Uzavíratelné reakční zkumavky 0,2 ml, 1 000 kusů

22.749.0008



Reakční lahvičky z nerezové oceli 316L, 2,0 ml, 10 ks (pro použití s adaptérem 22.008.0014)

## MLECÍ KOULE

KALENÁ OCEL

05.368.0029 5 mm Ø



05.368.0030 7 mm Ø



05.368.0059 10 mm Ø



05.368.0032 12 mm Ø



05.368.0108 15 mm Ø



#### NEREZOVÁ OCEL

22.455.0010 2 mm Ø, 500 g (cca 110 ml)



22.455.0011 3 mm Ø, 500 g (cca 120 ml)



22.455.0002 3 mm Ø, 200 ks (cca 6 ml)



22.455.0001 4 mm Ø, 200 ks (cca 14 ml)



22.455.0003 5 mm Ø, 200 ks (cca 25 ml)



05.368.0034 5 mm Ø



05.368.0035 7 mm Ø



05.368.0063 10 mm Ø



05.368.0037 12 mm Ø



05.368.0109 15 mm Ø



05.368.0062 20 mm Ø



05.368.0105 25 mm Ø



#### KARBID WOLFRAMU

22.455.0006 3 mm Ø, 200 ks (cca 6 ml)



22.455.0005 4 mm Ø, 200 ks (cca 14 ml)



22.455.0004 5 mm Ø, 200 ks (cca 25 ml)



05.368.0038 5 mm Ø



05.368.0039 7 mm Ø



05.368.0071 10 mm Ø



05.368.0041 12 mm Ø



05.368.0110 15 mm Ø



#### ACHÁT

05.368.0024 5 mm Ø



05.368.0025 7 mm Ø



05.368.0067 10 mm Ø



05.368.0027 12 mm Ø



#### OXID ZIRKONIČTÝ

05.368.0089  2 mm Ø, 0.5 kg (cca 135 ml)

05.368.0090  3 mm Ø, 0.5 kg (cca 135 ml)

22.455.0007  3 mm Ø, 200 ks (cca 6 ml)

22.455.0009  5 mm Ø, 200 ks (cca 25 ml)

05.368.0146 7 mm Ø

05.368.0094  10 mm Ø

05.368.0096  12 mm Ø

05.368.0113  15 mm Ø

05.368.0093  20 mm Ø

05.368.0106  25 mm Ø

#### PTFE S OCELOVÝM JÁDREM

05.368.0045  10 mm Ø

05.368.0046  12 mm Ø

05.368.0114  15 mm Ø

05.368.0047  20 mm Ø

#### POLYAMID PRO MÍCHACÍ KÁDINKY

05.368.0042 5 mm Ø



05.368.0043 7 mm Ø



05.368.0044 9 mm Ø



05.368.0003 12 mm Ø



#### SKLENĚNÉ KORÁLKY

22.222.0001 0.10 – 0.25 mm Ø, 500 g (cca 320 ml)



22.222.0002 0.25 – 0.50 mm Ø, 500 g (cca 320 ml)



22.222.0003 0.50 – 0.75 mm Ø, 500 g (cca 320 ml)



22.222.0004 0.75 – 1.00 mm Ø, 500 g (cca 320 ml)



22.222.0005 1.00 – 1.50 mm Ø, 500 g (cca 320 ml)

