



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**



www.vscht.cz

Význam oxidu siřičitého v pivovarství

Pavel Dostálek, Josef Dvořák, Tomáš Kinčl, Lukáš Jelínek

Ústav biotechnologie

Fakulta potravinářské a biochemické technologie

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Technická 5, 166 28 Praha 6

Pavel.Dostalek@vscht.cz

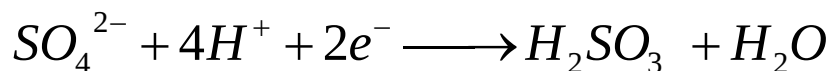
ENVishop 2021 – Praha
25.11.2021

■ Role SO₂ v pivu

- **antioxidační vlastnost**
chrání pivo od negativního vlivu rozpuštěného kyslíku, což zajišťuje fyzikálně-chemickou a senzorickou stabilitu piva po dlouhou dobu skladování v rámci poskytování několikaměsíčních a víc než ročních garancí
- **vytváří sloučeniny s karbonylovými sloučeninami**
omezuje vliv těchto sloučenin na chuť piva
- **antimikrobiální vlastnosti oxidu siřičitého při jeho vyšších koncentracích**

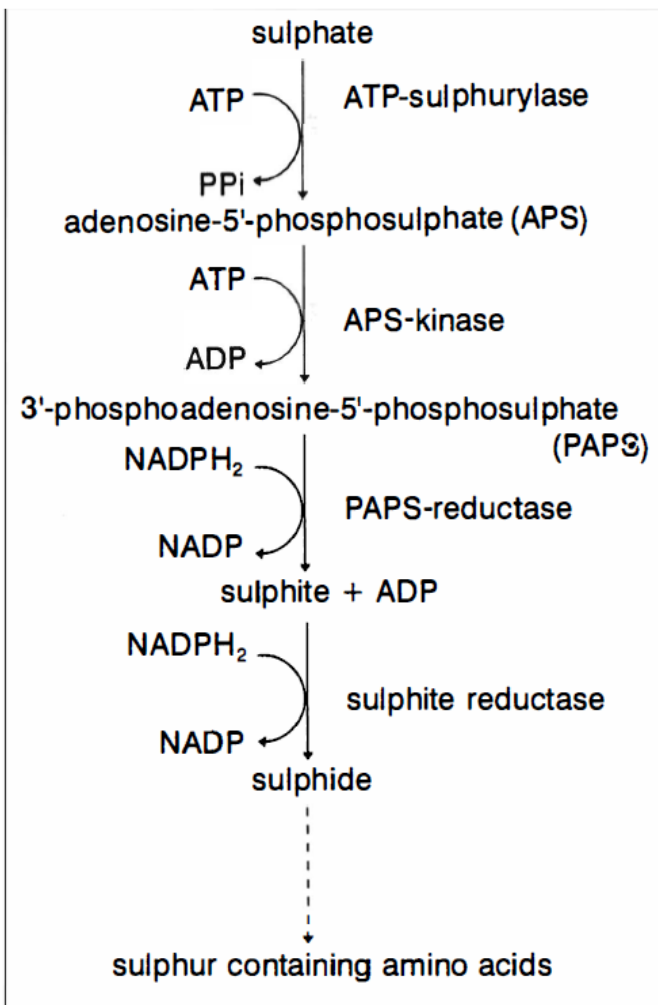
Vznik SO₂ v pivu

Vzniká činností pivovarských kvasinek ze síranů



$$E^0 = 0,119\text{V}$$

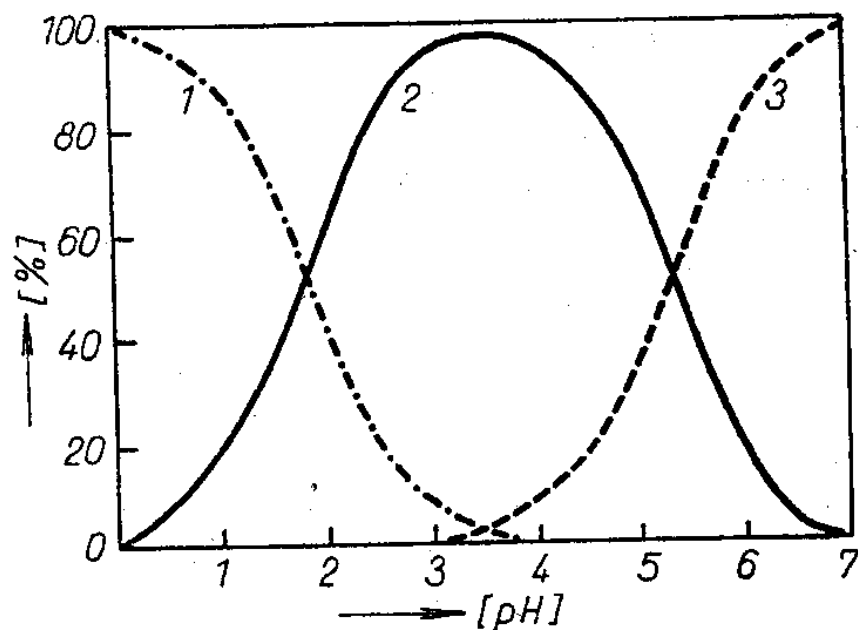
Saccharomyces cerevisiae (pastorianus) produkují oxid siřičitý během syntézy aminokyselin obsahujících síru (cystein a methionin) ze síranu. Síran je přeměněn na APS (adenosin-5-fosfosulfát) enzymem ATP-sulfurylasa. ATP je poté přeměněn na PAPS (3-fosfoadenosin-5-fosfosulfát) enzymem APS-kinasou. PAPS je enzymem PAPS-reduktasou přeměněn na siřičitan. Enzym sulfit-reduktasa redukuje siřičitan na sulfid, který je užíván k produkci aminokyselin. Tato dráha je kontrolována zpětnou inhibicí ATP-sulfurylasy, pokud je produkováno víc siřičitanů než je potřeba k syntéze aminokyselin pak je rozdíl uvolněn do okolí.



Forma SO₂ v roztoku

- Závisí na pH
- Závisí na látkách v roztoku (interakce)

Forma SO₂ v roztoku



Ve vodném roztoku se oxid siřičitý vyskytuje v několika odlišných formách v závislosti na pH roztoku. Při nízkých hodnotách pH je slabě vázán na molekulu vody a nevyskytuje se ve volné formě jak by se očekávalo. Při hodnotách pH obvyklých pro pivo (3,8–4,4) se většina vyskytuje jako hydrogensiřičitan. Při hodnotách pH vyšších než 7 se většina oxidu siřičitého vyskytuje jako siřičitan.

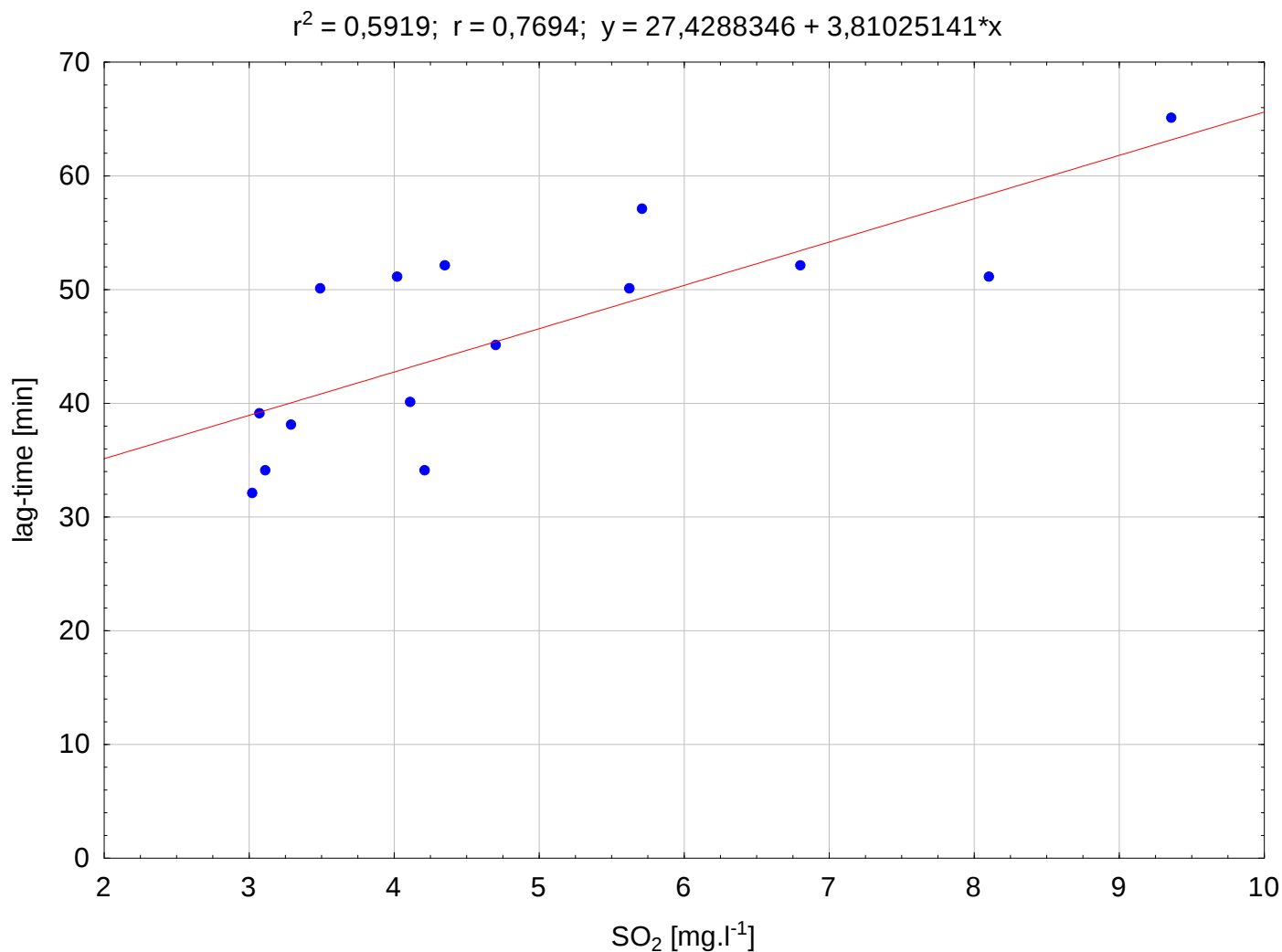
■ Role SO₂ v pivu během stárnutí

- Antioxidant – reakce s kyslíkem a volnými radikály
- Interakce s karbonyly, omezení těkavosti a činí je senzory inaktivní

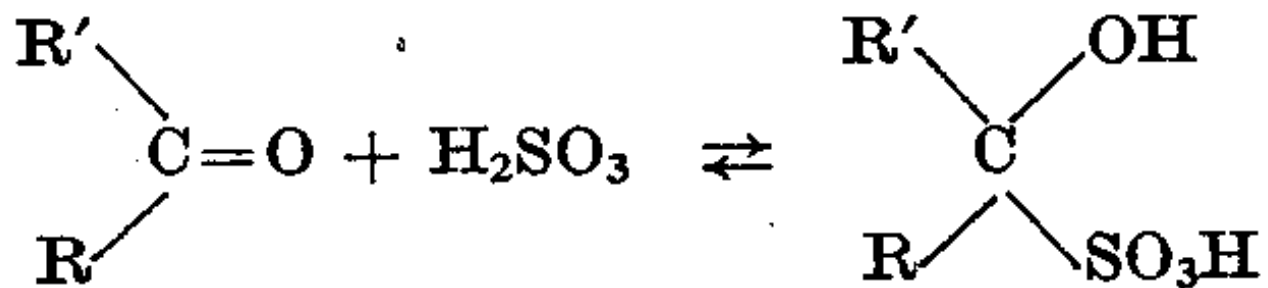
X

- Omezená stabilita aduktů, jejich rozpad

Závislost hodnot lag-time na koncentraci SO_2



Interakce s karbonyly



α -hydroxysulfonáty

Stanovení SO₂

- Volný
- Vázaný
- Volný + vázaný = celkový

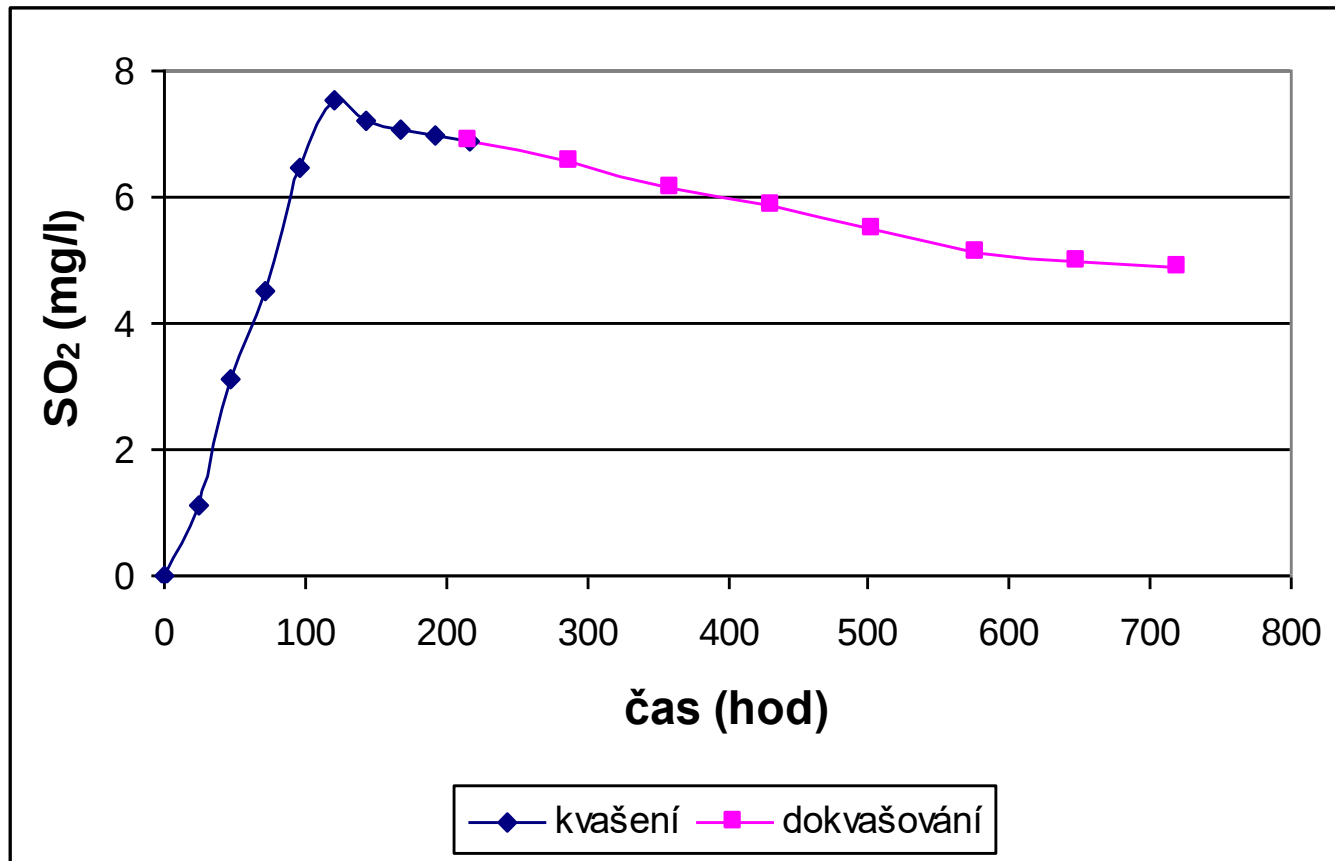
Termín „volný“ oxid siřičitý zahrnuje plynný a všechny jeho další formy v roztoku. Termín „vázaný“ oxid siřičitý zahrnuje oxid siřičitý vázaný na sloučeniny jako jsou aldehydy, ketony, cukry. Mezi vázaným a volným existuje rovnováha.

Termín „celkový“ označuje součet vázaného a volného .

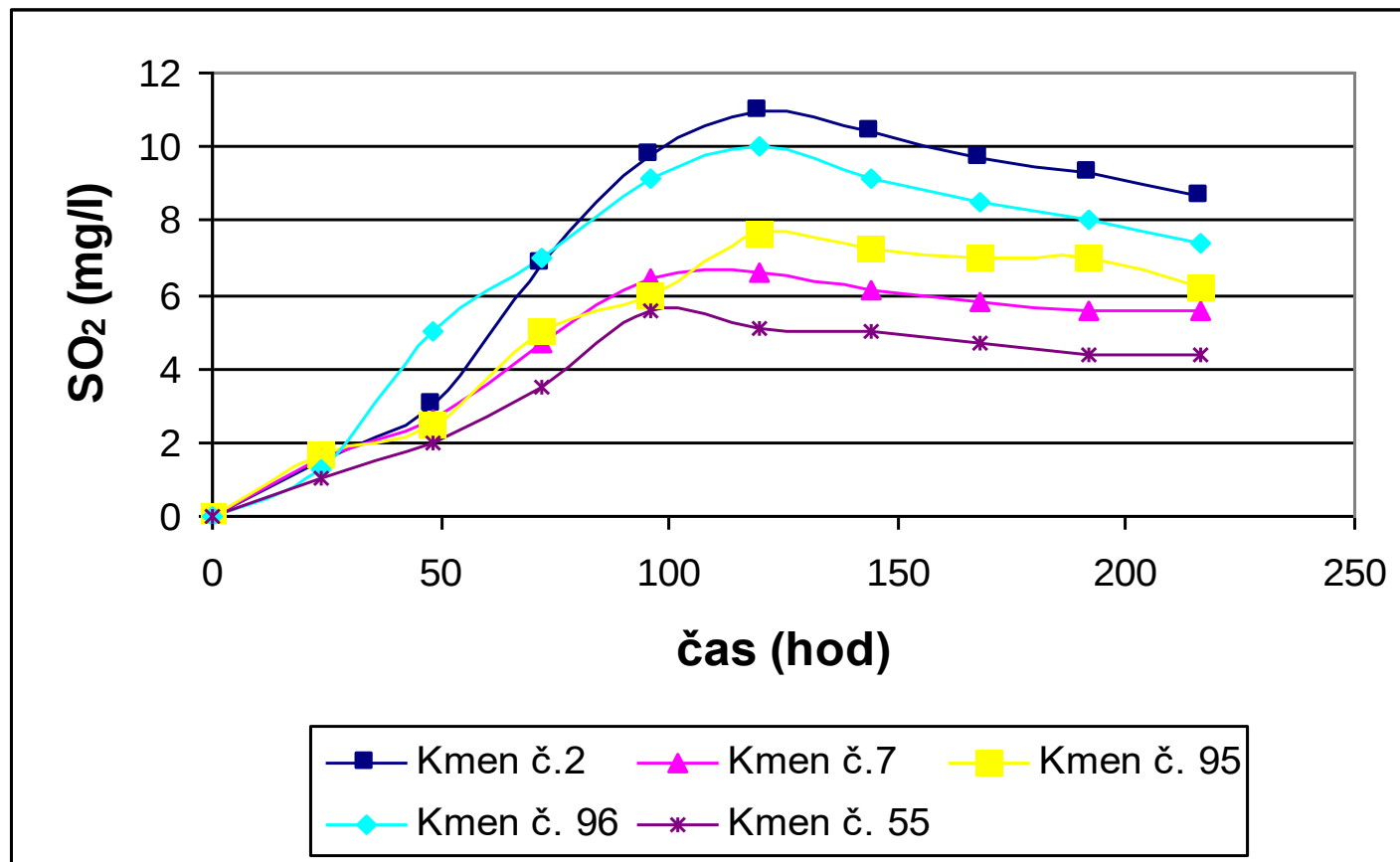
Stanovení celkového SO₂

- Destilační metoda – EBC 9.25.1, MEBAK 6.8, IOB 9.18
- Enzymová metoda – EBC 9.25.2
- Spektrofotometrická metoda – p-rosanilin
ASBC – Beer-21-Total Sulphur Dioxide
IOB 9.19
- Elektrochemicky – průtoková chronopotenciometrie
- HPLC s elektrochemickou detekcí – MEBAK 3.8

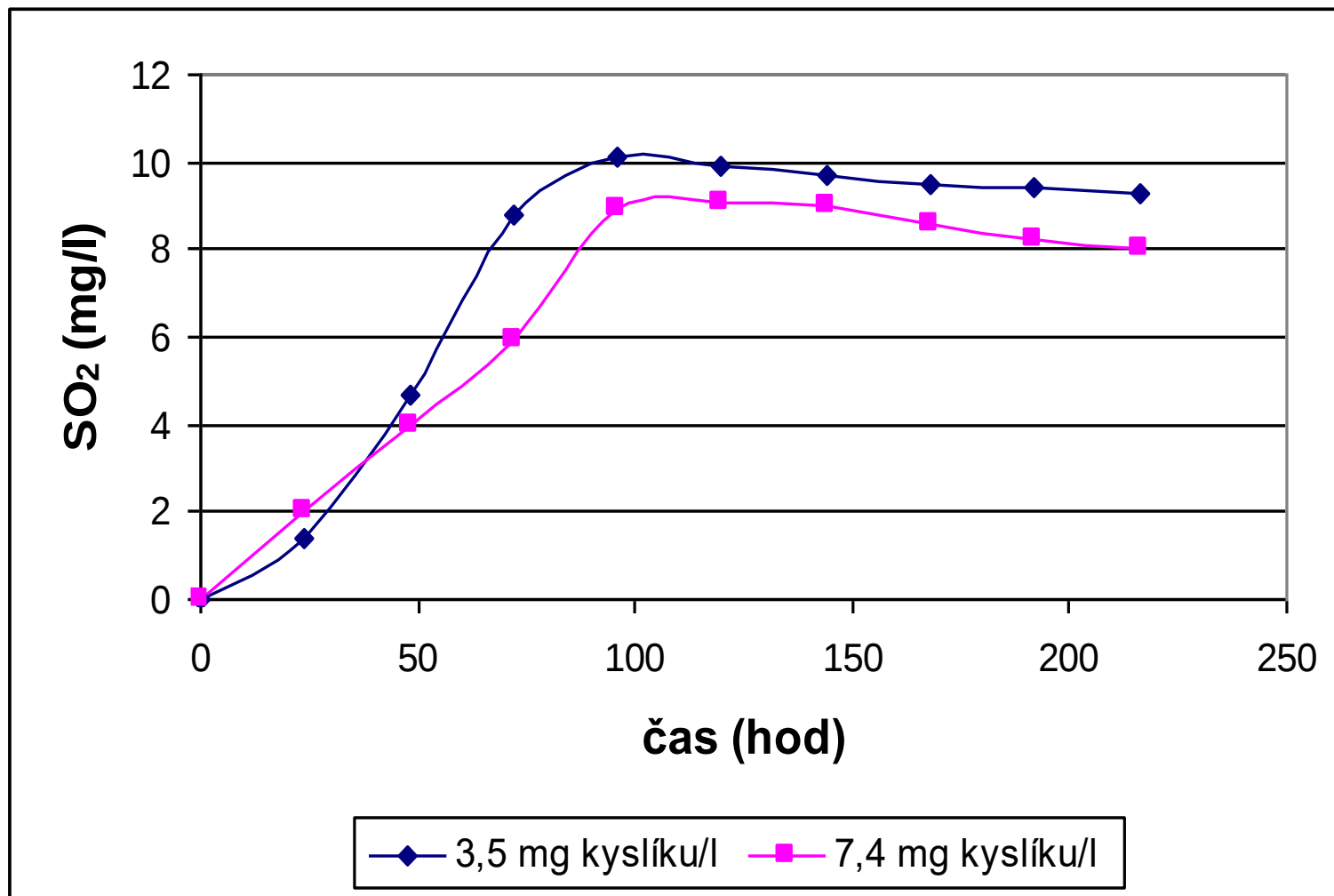
Tvorba oxidu siřičitého při kvašení a jeho úbytek při dokvašování



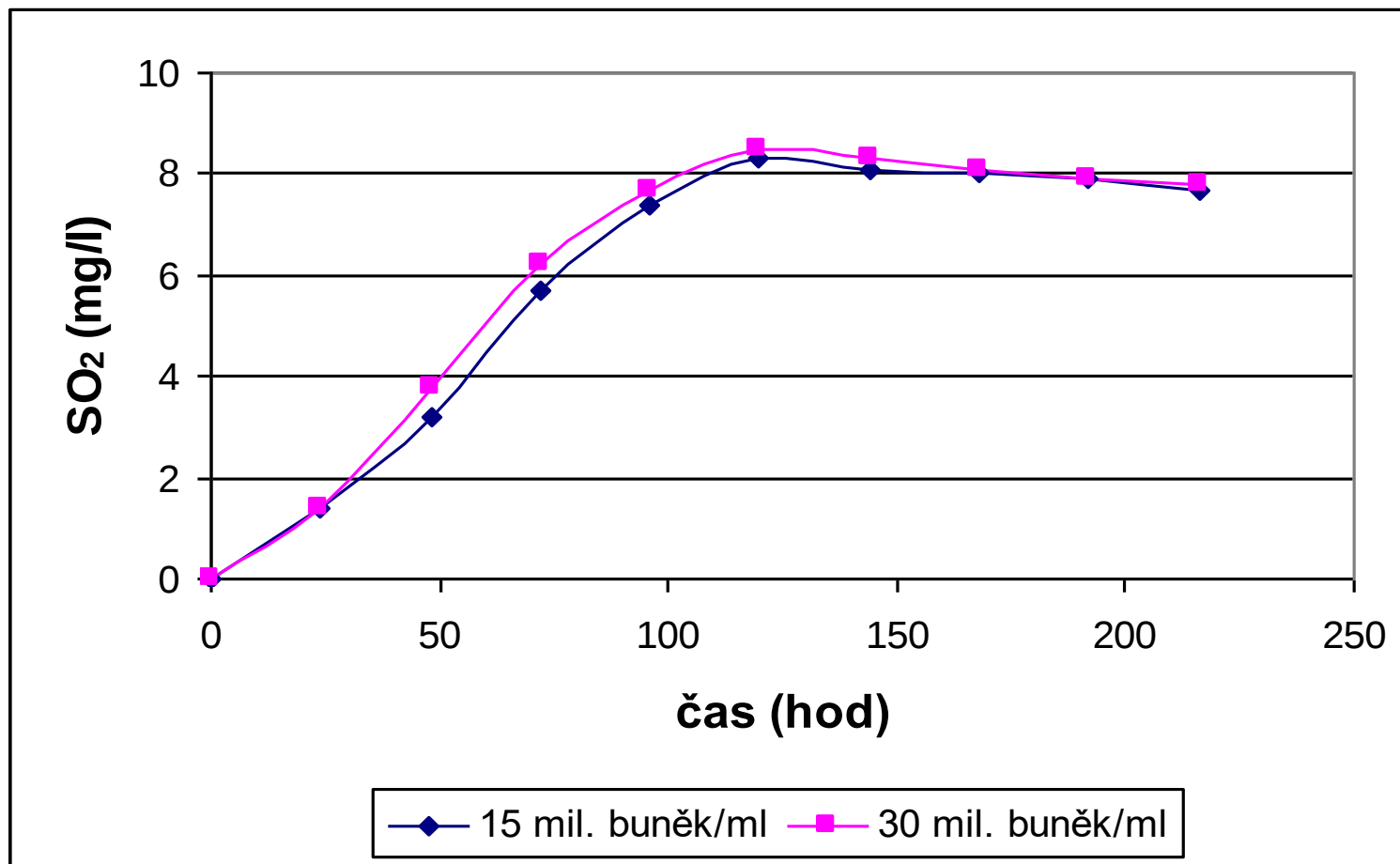
Tvorba oxidu siřičitého při kvašení – porovnání testovaných kmenů



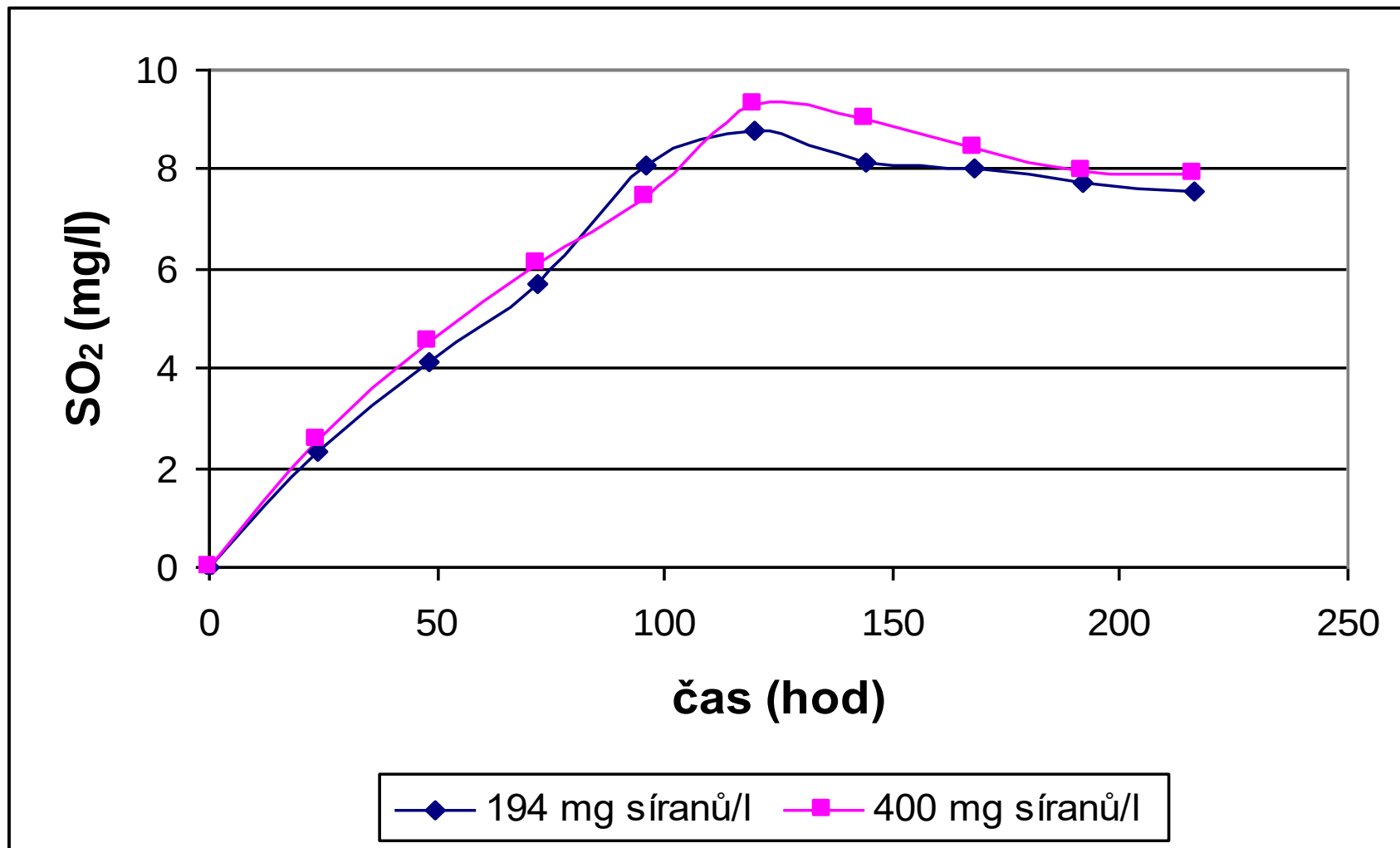
Tvorba oxidu siřičitého při kvašení pro různé koncentraci kyslíku v mladině



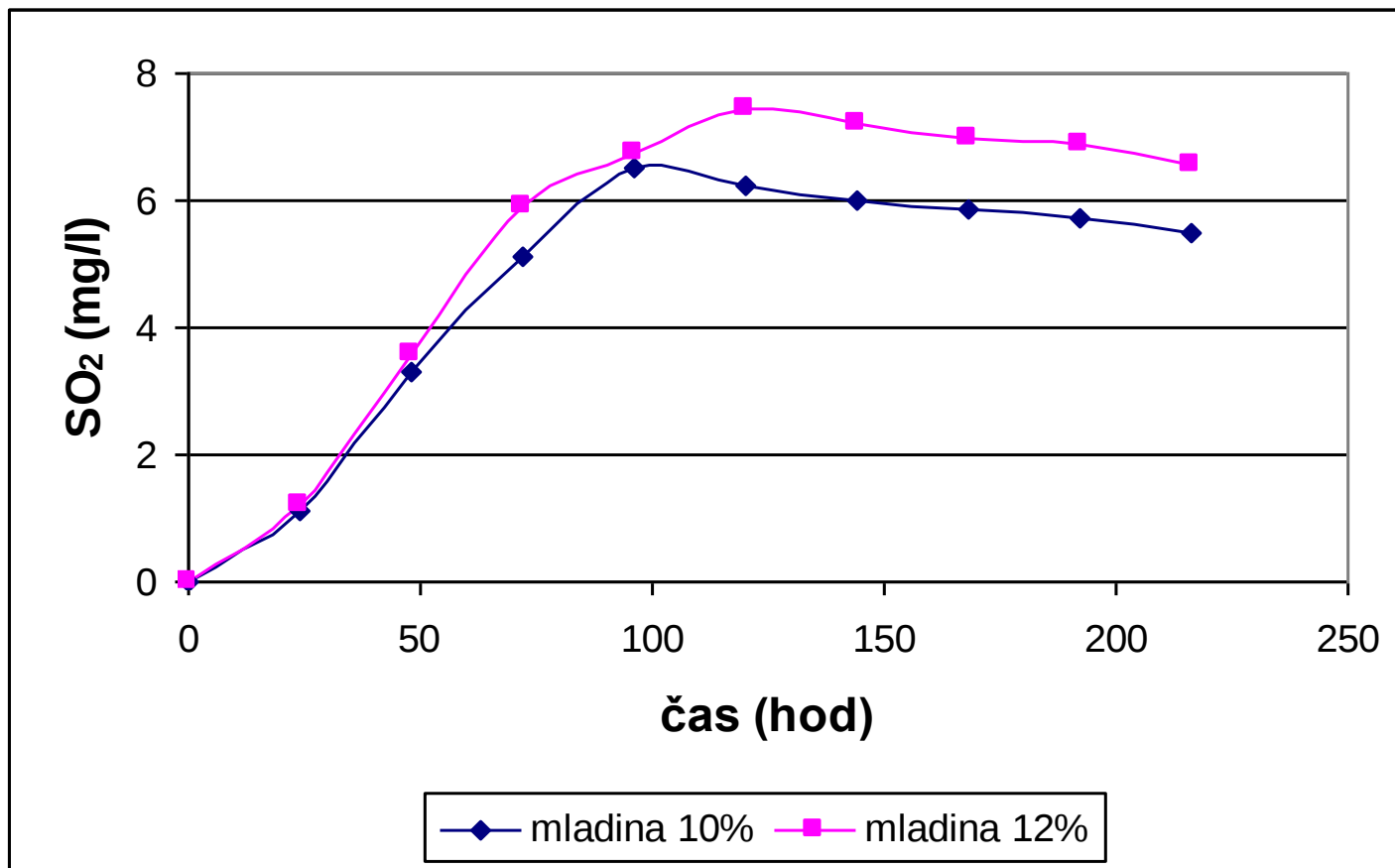
Tvorba SO_2 při kvašení pro různou zákvasnou dávku



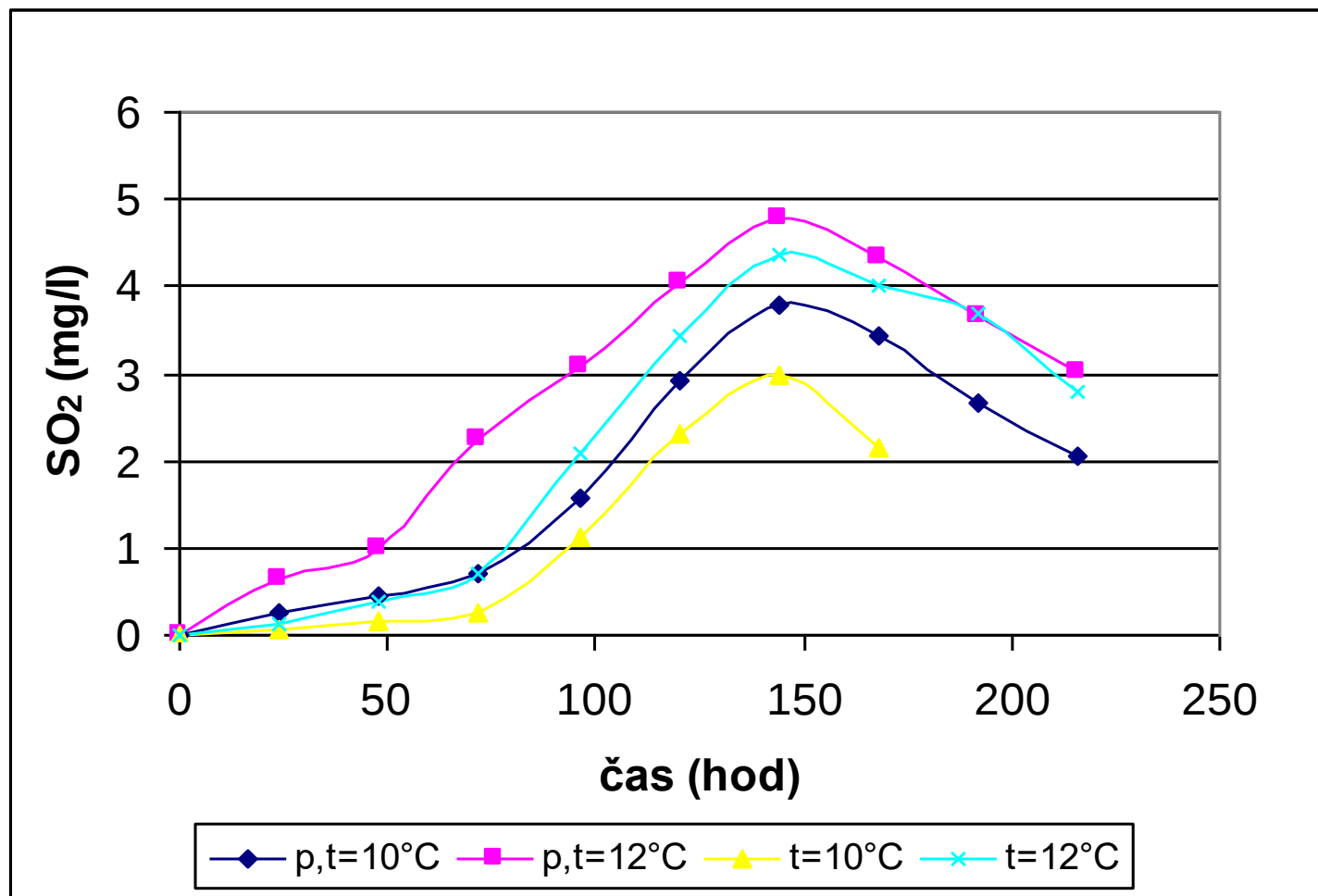
Tvorba oxidu siřičitého při kvašení pro různé koncentrace síranů v mladině



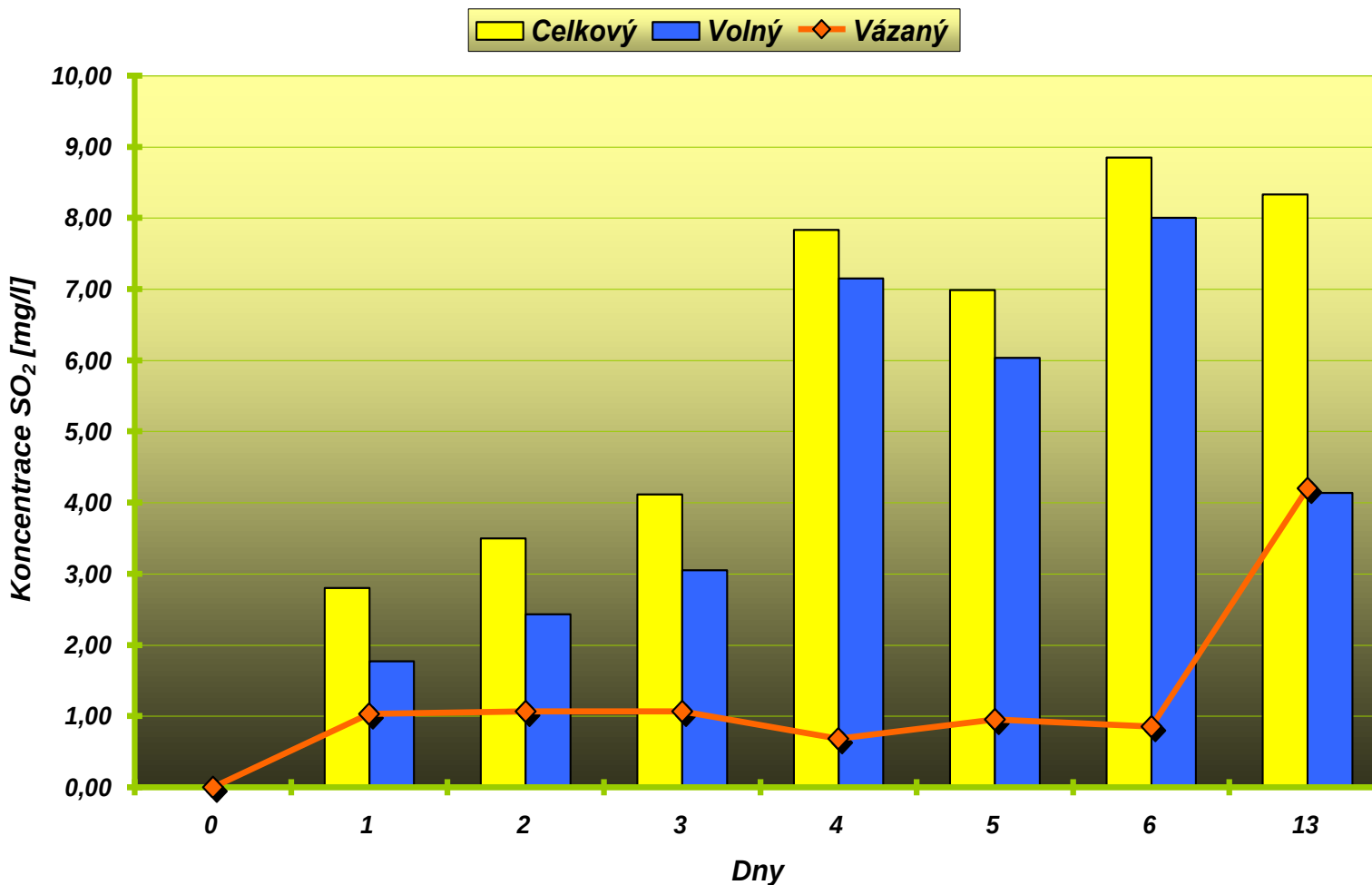
Tvorba oxidu siřičitého při kvašení mladiny s různou původní koncentrací mladiny



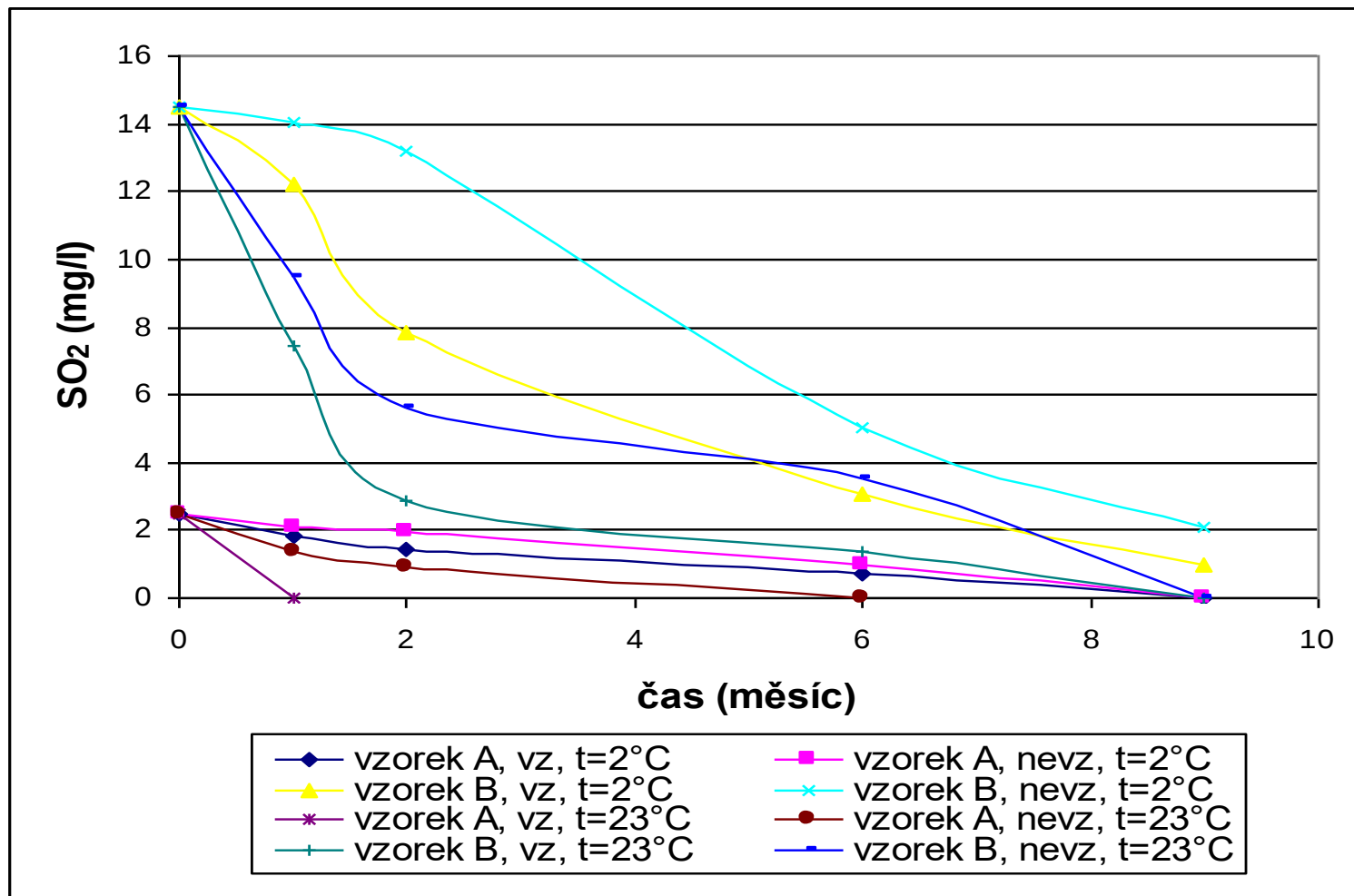
Vliv aplikace tlaku a teploty na tvorbu oxidu siřičitého během kvašení



Obsah volného a vázaného SO₂ během hlavního kvašení a dokvašení



Vliv míry provzdušnění a teploty skladování na úbytek oxidu siřičitého během skladování vzorku - porovnání vzorků A a B



Závěr – Obsah oxidu siřičitého závisí

- na použitém kmenu kvasinek
- na teplotě a tlaku, obsahu kyslíku v mladině
- na koncentraci mladiny
- Ostatní faktory nejsou tak výrazné

Závěr – Obsah oxidu siřičitého v pivu během skladování závisí

- na počáteční koncentraci SO_2
- na teplotě skladování
- na obsahu kyslíku v pivu



KVASNÁ CHEMIE
A BIOINŽENÝRSTVÍ

VELKOPRAŽSKÉ
PIVO



kvasnicové
pivo 12

Děkuji za pozornost

