

## **Oponentský posudek disertační práce Ing. Anny Švarcové na téma**

### **„Vliv ozařování a hydrolýzy na mechanické vlastnosti a krystalizaci u vybraných kopolymerů“**

Předložená disertační práce Ing. Anny Švarcové je zpracována jako souborová práce tvořená čtyřmi recenzovanými publikacemi, které byly zveřejněny v impaktovaných časopisech *Molecules*, *Processes* a *Crystals*. Autorka se zaměřila na vliv ozařování elektronovým paprskem u kopolymerů EVA a na vliv hydrolýzy u biodegradabilního kopolyesteru PBSA, přičemž u obou systémů byly sledovány změny ve struktuře, krystalinitě, mechanických vlastnostech a krystalizační kinetice.

Práce propojuje výsledky ze dvou různých, ale komplementárních oblastí výzkumu, stabilizace polymerů ozařováním a řízená degradace biodegradabilních polyesterů a nabízí tak ucelený pohled na procesy, které modifikují polymerní materiály buď směrem ke zvýšení stability, nebo k urychlení rozkladu.

Cílem disertační práce bylo experimentálně objasnit, jak elektronové ozařování ovlivňuje fyzikálně-mechanické vlastnosti a strukturu kopolymerů EVA a jak hydrolytická degradace působí na molekulární a krystalizační charakteristiky kopolyesteru PBSA.

Z pohledu oponenta lze konstatovat, že všechny cíle byly naplněny ve velmi vysoké kvalitě. Autorka prokázala schopnost samostatné experimentální práce, kritické analýzy a spojení výsledků z různých metod.

Metodika je pečlivě navržená a odpovídá vysokým požadavkům experimentální polymerní vědy. U EVA kopolymerů bylo provedeno ozařování v rozsahu záření (60–180 kGy) a výsledky byly kvantifikovány kombinací DMA, DSC, WAXD a obsahu gelu. Významným přínosem je propojení dynamicko-mechanických dat s Charlesby-Pinnerovou analýzou, která umožnila rozlišit procesy síťování a štěpení řetězců.

Část věnovaná PBSA je metodicky velmi robustní. Hydrolýza byla provedena při třech teplotách (37, 58 a 70 °C) v pufrovaném prostředí a vývoj degradace byl sledován pomocí GPC, DSC a POM. Pozitivně hodnotím studium krystalizace využitím teoretických modelů (Avramiho, Ozawovy, Hoffman–Lauritzenovy) pro kvantitativní popis změn krystalizační kinetiky.

Získané výsledky jsou logicky zpracované, doprovázené vhodnými grafy a tabulkami a srozumitelně interpretované.

U EVA kopolymerů bylo prokázáno, že vyšší obsah vinylacetátu (12 %) zvyšuje účinnost radiačního zesíťování a zlepšuje mechanickou stabilitu při zvýšených teplotách. Výsledky DMA (nárůst  $G'$ , pokles  $\tan \delta$ ) a DSC/WAXD potvrzují vyšší podíl amorfní fáze, která usnadňuje tvorbu sítě.

U PBSA autorka prokázala, že hydrolyza selektivně narušuje amorfní oblasti, což vede ke snížení molární hmotnosti, zvýšení polydisperzity a ke zdánlivému nárůstu krystalinity. Tato část je doplněna o kvalitní kinetickou analýzu krystalizace, která prokazuje zrychlení nukleačních procesů s postupující degradací.

Interpretace výsledků je věcná, konzistentní a opírá se o relevantní literaturu. Z vědeckého hlediska představuje práce významný příspěvek k pochopení vztahů mezi strukturou, stupněm zesíťování a krystalinitou polymerních materiálů. Z praktického pohledu jsou výsledky využitelné v oblasti modifikace polymerů pro kabelové izolace, obalové a pěnové materiály (EVA), stejně jako ve vývoji biodegradabilních plastů pro kompostovatelné aplikace (PBSA).

Publikační výstupy v kvalitních časopisech (Molecules, Processes, Crystals) a jejich tematická provázanost dokládají vysokou úroveň samostatnosti i schopnost prezentovat výsledky mezinárodní vědecké komunitě. Disertační práce je formálně velmi dobře zpracována, jazyk je kultivovaný a srozumitelný. Grafická a tabulková dokumentace je přehledná.

Zkontroloval jsem přítomnost publikací na Web of Science, se jménem studentky tam jsou čtyři. Dokonce byl jeden citován dvěma cizími autory.

- [1] Svarcova A, Svoboda P. Dynamic Mechanical and Charlesby-Pinner Analyses of Radiation Cross-Linked Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer (EVA). *Molecules*. 2025;30(7). <https://doi.org/10.3390/molecules30071485>.
- [2] Svarcova A, Svoboda P. Enhanced Mechanical Properties of Irradiated Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer. *Processes*. 2025;13(5). <https://doi.org/10.3390/pr13051562>.
- [3] Svarcova A, Dvorackova M, Svoboda P. Influence of Hydrolysis on Non-Isothermal Crystallization of Poly(Butylene Succinate-Co-Adipate) (PBSA). *Molecules*. 2025;30(11):25. <https://doi.org/10.3390/molecules30112252>.
- [4] Svarcova A, Svoboda P. Hoffman-Lauritzen Analysis of Crystallization of Hydrolyzed Poly(Butylene Succinate-Co-Adipate). *Crystals*. 2025;15(7). <https://doi.org/10.3390/cryst15070645>.

Dotazy:

- 1) Jaké výhody a nevýhody by mělo případné kombinování radiačního zesíťování EVA s chemickým zesíťováním (např. peroxidy nebo silany)?
- 2) V příložených člancích I a II se mi zdá nejasný význam exponentu  $n$  v mocninové funkci. Tu autorka definuje v článku II rovnicí (3) na str. 81 a zřejmě na jejím základě určila hodnoty  $n$  uvedené v tabulce 3 na str. 45. Autorka z nich zcela správně usoudila na pseudoplastické chování. Její hodnoty jsou záporné v rozmezí -0,75 až -0,92, ale v práci [28] citované na str. 45 jsou hodnoty  $n$  kladné v rozmezí 0,39 až 0,50, resp. 0,03 až 0,12 s DCP. Kdo má pravdu?
- 3) Uvažujete o možnosti urychlení hydrolytického rozkladu PBSA přidáním vhodného katalyzátoru nebo pomocí enzymů? Jaký mechanismus by podle Vás převážil?

Oponentský posudek disertační práce Ing. Anny Švarcové



4) PBSA je kopolymer s polydisperzitou 2 odpovídající nahodilé nejpravděpodobnější distribuci. Hydrolýza esterových skupin je rovněž nahodilý proces, jehož výsledkem by měl být polymer s polydisperzitou opět 2. Lze zjištěné rozšíření distribuce mol. hmotnosti vysvětlit přednostní hydrolýzou amorfních oblastí a případnou rozdílnou rychlostí hydrolýzy adipátových a sukcinátových jednotek, když lze předpokládat, že jejich rozložení v řetězci je stejné v amorfní i krystalické fázi?

Disertační práce Ing. Anny Švarcové představuje velmi kvalitní a vyváženou vědeckou práci, která kombinuje experimentální přesnost, široké teoretické zázemí a schopnost zobecnění výsledků do aplikační roviny. Autorka prokázala vysokou odbornou úroveň, schopnost samostatné vědecké práce i přehled v oboru fyziky polymerů a makromolekulární chemie.

Tato disertační práce neobsahuje viditelné nedostatky, a proto ji doporučuji k obhajobě.

Na základě výše uvedených skutečností doporučuji, aby Ing. Anně Švarcové byl udělen akademický titul Ph.D.

V Praze 13.11.2025

doc. Ing. Antonín Kuta, CSc  
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze  
Fakulta technologická, Ústav polymerů  
Technická 5, 166 28 Praha 6

- 1

Hoffman-Lauritzen Analysis of Crystallization of Hydrolyzed Poly(Butylene Succinate-Co-Adipate)

Svarcova, A and Svoboda, P

Jul 14 2025 | CRYSTALS 15 (7)

Enriched Cited References

This study systematically investigates the impact of hydrolytic degradation on the crystallization kinetics and morphology of poly(butylene succinate-co-adipate) (PBSA). Gel Permeation Chromatography (GPC) confirmed extensive chain scission, significantly reducing the polymer's weigh ... [Show more](#)

K.UTB

Free Full Text from Publisher

...

89

References

Related records

2

Influence of Hydrolysis on Non-Isothermal Crystallization of Poly(Butylene Succinate-Co-Adipate) (PBSA)

Svarcova, A; Dvorackova, M and Svoboda, P

May 22 2025 | MOLECULES 30 (11)

Enriched Cited References

This study investigates the impact of hydrolysis on the crystallization behavior of poly(butylene succinate-co-adipate) (PBSA), a biodegradable polyester. Hydrolysis was conducted in a controlled environment using phosphate-buffered saline at 70 degrees C to isolate the impact of hydrolytic d ... [Show more](#)

K.UTB

Free Full Text from Publisher

...

1

Citation

93

References

Related records

3

Enhanced Mechanical Properties of Irradiated Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer

Svarcova, A and Svoboda, P

May 18 2025 | PROCESSES 13 (5)

Enriched Cited References

This study investigated the effects of electron beam radiation on the room-temperature and high-temperature mechanical properties of two ethylene-vinyl acetate (EVA) copolymers, designated EVA 206 and EVA 212. These copolymers had varying vinyl acetate (VA) contents (6 wt.% and ... [Show more](#)

K.UTB

Free Full Text from Publisher

...

61

References

Related records

4

Dynamic Mechanical and Charlesby-Pinner Analyses of Radiation Cross-Linked Ethylene-Vinyl Acetate Copolymer (EVA)

Svarcova, A and Svoboda, P

Mar 27 2025 | MOLECULES 30 (7)

Enriched Cited References

The properties of EVA copolymers with various vinyl acetate (VA) contents were compared, with EVA 206 (6 wt.% VA) and EVA 212 (12 wt.% VA) having the same melt flow indices of 2 g/10 min. The impact of electron irradiation at levels of 60, 120, and 180 kGy was studied. Four testing methods ... [Show more](#)

K.UTB

Free Full Text from Publisher

...

2

Citations

55

References

Related records

## Publications

4

Total

From 1945 to 2025

## Citing Articles

3

Total

2

Without self-citations

## Times Cited

3

Total

2

Without self-citations

0.75

Average per item

1

H-Index

Oponentský posudek disertační práce Ing. Anny Švarcové

4