

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2015**

**Barbora Hynková**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

Studijní program: Veřejné zdravotnictví B 5347

**Barbora Hynková**

Studijní obor: Asistent ochrany a podpory veřejného zdraví 5346R007

**NANOTECHNOLOGIE A OCHRANA VEŘEJNÉHO  
ZDRAVÍ**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: MUDr. Otto Kott, CSc.

PLZEŇ 2015

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 20. března 2015

.....

vlastnoruční podpis

**Poděkování:**

Děkuji panu MUDr. Otto Kottovi, CSc. za odborné vedení práce, konzultace a poskytování cenných rad při jejím zpracování.

# ANOTACE

Příjmení a jméno: Hynková Barbora

Katedra: Záchranářství a technických oborů

Název práce: Nanotechnologie a ochrana veřejného zdraví

Vedoucí práce: MUDr. Otto Kott, CSc.

Počet stran: číslované 50 , nečíslované 26

Počet příloh: 3

Počet titulů použité literatury: 25

Klíčová slova: nanotechnologie, nanomateriály, potravinářství, nanoobjekty, nanokapsle, struktura a vlastnosti nanomateriálů, nanomateriály přicházející do styku s potravinami

Souhrn:

Bakalářská práce se zabývá problematikou nanotechnologií a ochrany veřejného zdraví.

V teoretické části je práce zaměřena na obecnou charakteristiku nanotechnologií, strukturu a vlastnosti nanomateriálů, využití nanomateriálů a především se věnuje nanotechnologiím a nanomateriálům v potravinářství. Poslední kapitola upozorňuje na možná rizika těchto technologií na lidské zdraví.

Praktická část sumarizuje výsledky průzkumu získané pomocí dotazníkového šetření zaměřeného na informovanost veřejnosti o problematice nanotechnologií a na jejich postoj k nanotechnologiím používaných v potravinářství.

# ANNOTATION

Surname and name: Hynková Barbora

Department: Department of Paramedical rescue and Technical studies

Title of thesis: Nanotechnology and public health protecting

Consultant: MUDr. Otto Kott, CSc.

Number of pages: numbered 50 , unnumbered 26

Number of appendices: 3

Number of literature items used: 25

Key words: nanotechnology, nanomaterials, food, nano-objects, nanocapsules, structure and properties of nanomaterials, food contact materials

Summary:

This bachelor thesis is about nanotechnology and public health protecting.

The teoretical part of the thesis is focused on general characteristics of nanotechnology, the structure and properties of nanomaterials, uses of nanomaterials and especially it's about nanotechnology and nanomaterials in the food industry.

Applied part of the thesis sumarizes the results of the survey, that was performed by questionnaires focused on the knowledge and awareness of the general public about the problematics of nanotechnology and public point of view on nanotechnology in the food industry.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 DEFINICE A ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>13</b>
<b>2 HISTORIE NANOTECHNOLOGIE</b> .....	<b>15</b>
<b>3 STRUKTURA A VLASTNOSTI NANOMATERIÁLŮ</b> .....	<b>17</b>
3.1 NEJČASTĚJI POUŽÍVANÉ NANOMATERIÁLY .....	17
3.1.1 <i>Kovové nanomateriály</i> .....	17
<i>Ag nanočástice</i> .....	18
<i>Au nanočástice</i> .....	18
3.1.2 <i>Uhlíkové nanomateriály</i> .....	18
<i>Diamanty</i> .....	19
<i>Fullereny</i> .....	19
<b>4 NANOMATERIÁLY NA BÁZI PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ</b> .....	<b>21</b>
<b>5 VYUŽITÍ NANOMATERIÁLŮ</b> .....	<b>23</b>
5.1 VYUŽITÍ NANOTECHNOLOGIÍ A NANOMATERIÁLŮ V MEDICÍNĚ.....	23
5.2 VYUŽITÍ NANOTECHNOLOGIÍ A NANOMATERIÁLŮ V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ .....	25
5.2.1 <i>Čištění vody</i> .....	26
5.2.2 <i>Čištění půdy</i> .....	27
5.2.3 <i>Biologicky rozložitelné plasty</i> .....	27
<b>6 NANOTECHNOLOGIE A NANOMATERIÁLY V POTRAVINÁŘSTVÍ</b> .....	<b>28</b>
6.1 VYTVOŘENÉ NANOMATERIÁLY – ENMS.....	28
6.1.1 <i>Anorganické nanomateriály</i> .....	28
6.1.2 <i>Organické nanomateriály</i> .....	29
6.1.3 <i>Povrchově funkcionalizované nanomateriály</i> .....	29
6.2 NANOOBJEKTY POUŽÍVANÉ V POTRAVINÁŘSTVÍ .....	29
6.2.1 <i>Nanokapsle</i> .....	29
6.2.2 <i>Biopolymerní nanočástice</i> .....	30
6.2.3 <i>Nanolamináty</i> .....	30

6.2.4	<i>Nanokompozity</i> .....	31
6.2.5	<i>Nanotrubice</i> .....	31
6.2.6	<i>Nanovlákná</i> .....	31
6.3	POTENCIÁLNÍ APLIKACE NANOTECHNOLOGIE V AGRO-POTRAVINÁŘSKÉM SEKTORU .....	32
6.4	NANOTECHNOLOGIE A OBALOVÁ TECHNIKA .....	33
6.4.1	<i>Aktivní obaly</i> .....	34
6.4.2	<i>Inteligentní obaly</i> .....	34
6.4.3	<i>Nanosenzory</i> .....	35
6.5	MATERIÁLY PŘICHÁZEJÍCÍ DO STYKU S POTRAVINAMI .....	36
<b>7</b>	<b>ZDRAVOTNÍ RIZIKA NANOTECHNOLOGIÍ .....</b>	<b>37</b>
7.1	RIZIKA NANOTECHNOLOGIÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ .....	37
	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>FORMULACE PROBLÉMU .....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY.....</b>	<b>41</b>
9.1	CÍLE PRÁCE .....	41
9.2	HYPOTÉZY .....	41
<b>10</b>	<b>METODIKA A ZPRACOVÁNÍ PRŮZKUMU .....</b>	<b>42</b>
10.1	METODIKA PRŮZKUMU A SBĚR DAT .....	42
10.2	DOTAZNÍK.....	42
10.3	ZPRACOVÁNÍ DAT .....	42
<b>11</b>	<b>VÝSLEDKY PRŮZKUMU.....</b>	<b>43</b>
11.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉHO SOUBORU.....	43
11.2	PROBLEMATIKA NANOTECHNOLOGIÍ.....	46
	<b>DISKUZE .....</b>	<b>57</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>66</b>



<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>67</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>69</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>70</b>

# ÚVOD

V současné době stále častěji pronikají do podvědomí člověka pojmy jako nanotechnologie a nanomateriály. Tento intenzivně se rozvíjející obor již zasahuje téměř do všech průmyslových odvětví. V užším slova smyslu dokážou nanotechnologie využívat ojedinělých vlastností, které v sobě nesou velký potenciál.

Využití nanotechnologií zásadně narůstá i v potravinářském sektoru. Zde tyto technologie nabízejí inovace, co se týče zpracovatelnosti, trvanlivosti, bezpečnosti nebo i chuti potravin. Otázkou ovšem stále zůstává, nakolik mohou používané nanomateriály a nanotechnologie ohrozit naše zdraví.

Tato bakalářská práce je rozdělena na dvě části. Část teoretickou a praktickou.

V úvodu teoretické části práce jsme se zaměřili na charakteristiku nanotechnologie obecně, tzn. - jsou zde definovány základní pojmy týkající se problematiky nanotechnologií. Další kapitola je věnována historii tohoto oboru. Následně jsou zde popsány vlastnosti a struktura nejčastěji používaných nanomateriálů a poté stručně shrnuty nanomateriály na bázi přírodních materiálů. Navazující kapitola se zabývá využitím nanomateriálů a to hlavně v medicíně a v ochraně životního prostředí. Více prostoru v této bakalářské práci zaujímají nanotechnologie a nanomateriály používané v potravinářství a to z důvodu zaměření práce – nanotechnologie a ochrana veřejného zdraví. Právě potravinářský průmysl je jedním z rozvíjejících se oborů kam tyto technologie zasahují a zároveň má také nemalý vliv na naše zdraví. V této kapitole jsou rozepsány nanoobjekty používané v potravinářství, potencionální aplikace nanotechnologie v agro-potravinářském sektoru a především nanotechnologie a obalová technika, nebo materiály přicházející do styku s potravinami. Poslední kapitola teoretické části je věnována možným zdravotním rizikům.

Praktickou část naší bakalářské práce jsme zaměřili právě na nanotechnologie spojené s potravinářstvím. Pomocí dotazníkového šetření jsme získali a následně zpracovali odpovědi týkající se informovanosti a postoje veřejnosti k použití nanotechnologií v tomto oboru. Výsledky jsou zpracovány do grafů a v samotném závěru této práce jsou shrnuty.

## **TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 DEFINICE A ZÁKLADNÍ POJMY

Přestože je pojem nanotechnologie v posledních letech jeden z nejskloňovanějších termínů, všeobecně uznávaná definice zatím neexistuje.

Existuje mnoho různých definic nanovědy a nanotechnologií, které se od sebe více nebo méně liší. Nejčastěji se asi používají definice, které byly zformulované při zpracování britské studie „Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties“ z roku 2004 (1).

Samotná předpona „nano“ je obecně známá a vyjadřuje násobek – jednu miliardtinu ( $10^{-9}$ ) základní jednotky (2).

Nanotechnologie v podstatě není úplně nová vědní disciplína, ale spíše se jedná o novou oblast, která spojuje klasické obory jako je fyzika, kvantová mechanika, chemie, biochemie, elektronika a další.

Jedna z definicí uvádí: „Nanotechnologie je výzkum a technologický vývoj na atomové, molekulární nebo makromolekulární úrovni, v rozměrové škále 1 – 100 nm. Je to též vyvážení a používání struktur, zařízení a systémů, které mají v důsledku svých rozměrů nové vlastnosti a funkce. Je to také dovednost manipulovat s objekty na atomové úrovni (3)“.

Jelikož se ale celý svět včetně nás samých skládá z atomů a molekul a těmito stavy a ději se již dlouhodobě zabývají vědní obory jako je například biologie, chemie nebo fyzika, musíme pojem „nanotechnologie“ více konkretizovat (2).

*„Za nanotechnologie lze tedy označit jen takové materiály, systémy, jejich aplikace nebo způsoby tvorby, které splňují následující podmínky:*

- 1. Mají alespoň jeden rozměr nebo svoji vnitřní strukturu v intervalu velikostí 1-100 nm*
- 2. Využívají fyzikálních nebo chemických vlastností na úrovni atomů a molekul, takže mají neobvyklé charakteristiky v porovnání se stejným materiálem nebo systémem, který nemá složky s nanorozměry*
- 3. Mohou být kombinovány tak, aby vytvářely větší struktury s důsledky do makrosvěta“ (2, s.6).*

Tato průřezová technologie se již rozvíjí v řadě oblastí. Například nanomateriály, nanochemie, nanoelektronika, nanooptika, nanovýroba, nanoanalytika nebo

nanobiotechnologie a to zejména v oblasti lékařské techniky a molekulární diagnostiky (4).

Hošek (2) uvádí, že to co dává nanotechnologiím takový potenciál (přibližně za 40 let mají ovlivňovat nebo být přítomny snad ve všech produktech či službách), je skutečnost, že nejde pouze o zmenšení již používaných principů nebo zařízení, ale nabízejí kvalitní změnu vlastností a funkcí oproti identickému makroskopickému materiálu nebo jinému řešení.

## 2 HISTORIE NANOTECHNOLOGIE

V časopise 21. Století (5, s. 46) se uvádí: „*Nanotechnologie tu byly dávno před vznikem lidstva. Jen bylo třeba je objevit.*“

Už ve starém Egyptě a Číně bylo objeveno „rozpuštěné zlato“, které bylo používáno například při barvení keramiky, k léčení srdečních problémů, úplavice, nádorů, epilepsie nebo pro diagnózu syfilis. Je tedy zřejmé, že byly nanočástice zlata již v této době používány pro mnohé účely. Je ale také velmi pravděpodobné, že nevěděli nic o velikosti těchto částic ani neznali metody pro jejich měření nebo určení (6).

Za další mezník historie nanotechnologie bychom mohli považovat rok 1857, kdy anglický fyzik a chemik Michael Faraday objevil jak vytvořit koloidní zlato redukcí vodného roztoku tetrachlorozlatitanu. Následně pak rok 1861, kdy byl skotským chemikem Thomasem Grahamem pojmenován koloidní roztok, což je v podstatě vodný roztok dispergovaných nanočástic v rozmezí 5-200 nm, které jsou tak lehké, že vliv gravitace je zanedbatelný oproti jejich kinetické energii a tak nedochází k jejich usazování na dně nádoby (6).

Na počátku 30. let 20. století objevili vynálezci Max Knoll a Ernst Ruska elektronový mikroskop, který umožňoval vidět objekty menší než 1 nanometr (5).

Jako skutečný počátek nanotechnologií se však považuje rok 1959, kdy potenciál skrytý v nanotechnologiích poprvé světu představil fyzik Richard Phillips Feynman.

Feynmanova publikace článku „There is plenty of room on the bottom“ tedy „Tam dole je spousta místa“ rozpoutala mezi fyziky další snahu v oblasti zkoumání materiálů na úrovni nanometrů (6).

Richard Phillips Feynman, nositel Nobelovy ceny, patřil mezi nejvýznamnější fyziky 20. století a tvrdil, že pokud příroda dokáže fungovat a tvořit živé organismy na úrovni molekul, není důvod, proč by to nedokázal i člověk. Stejně tak byl přesvědčen, že neexistují žádné fyzikální překážky, které by vědcům bránily přemísťovat molekuly nebo atomy tak, jak chtějí. Tento převratný názor významně ovlivnil další směřování vědy a v podstatě dal vznik nového průmyslového odvětví, které změnilo podstatu života (5).

„*Feynman tehdy také naznačil, že k naplnění jeho předpovědi bude moci dojít, až bude k dispozici experimentální technika, která vědcům umožní pracovat s “nano“ objekty a hlavně budou moci měřit jejich vlastnosti.*“ (4, s.13)

V současnosti se řada jeho úvah a názorů, které byly dříve považovány za nereálné,

již dočkala uskutečnění (2).

*„Moderní historie nanotechnologie se počítá od prvního užitého spojení dvou slov - nano a technologie. První, kdo použil pojem nanotechnologie, byl Norio Taniguchi. Referoval o výrobní technologii s extrémně vysokou přesností a ultra jemnými rozměry v řádu 1 nanometru.“ (6, s.8)*

*„Od roku 1960 tak dochází k postupnému vývoji metod tvorby nanočástic nebo fotolitografických metod. Nicméně zásadní zlom v rozvoji nanotechnologií přinesl až objev mikroskopových metod Scanovacího (rastrovacího) tunelovacího mikroskopu (STM) a Mikroskopu atomových sil (AFM) v 80. letech minulého století, umožňující sledovat a měřit děje až na úrovni jednotlivých atomů. Od této doby dochází k exponenciálnímu nárůstu objevů, publikací, patentů a praktického použití nanotechnologií ve všech oborech lidské činnosti. Hlavní výhodou aplikací nanotechnologií je, že veškeré strukturální změny nastávají na atomární a molekulární úrovni, avšak se zřetelnými důsledky do makrosvěta. Protože vše kolem nás, včetně nás, je složeno z atomů a molekul, jsou nanotechnologie aplikovatelné na veškeré lidské aktivity od tvorby materiálů nových vlastností, přes vytváření mikro a nanostrojů zajímavých schopností a jejich aplikace v technice, biologii i v běžném životě.“ (2, s.7)*

### 3 STRUKTURA A VLASTNOSTI NANOMATERIÁLŮ

O vlastnostech atomů víme dnes již skoro vše, avšak o tom, jak se chovají jejich seskupení ve velikosti nanočástic a jak vznikají jejich často překvapivé vlastnosti, víme jen velmi málo.

Vlastnosti nanomateriálů jsou dány jejich chemickou povahou, ale také závisí na jejich velikosti, tvaru, na uspořádání jejich povrchu, případně na modifikaci jejich povrchu (19).

*„Pro vlastnosti nanomateriálů je také podstatné, že obsahují velký povrch. Respektive velká část atomů nanokrystalu leží na povrchu. Například nanokrystal o velikosti 1 nm má asi 30% atomů na povrchu, zatímco u nanokrystalu o rozměru 10 nm je na povrchu asi 15% atomů. U klasických makroskopických materiálů je jejich povrchová vrstva tvořena pouhým zlomkem procenta všech atomů.“ (7, s. 32)*

Nanomateriály mohou obsahovat krystalické nebo nekrystalické fáze. Podle složení se může jednat o polymery, polovodiče, kovy, sklo nebo keramiku. Podle počtu rozměrů je dělíme na:

- **Nanočástice** – uplatňují se především v katalýze, kde se využívá velkého povrchu nanočástic.
- **Nanodrátky (nanovlákná)** – uplatňují se například jako spojovací elementy aktivních komponent v nanostrojích.
- **Nanovrstvy** – příkladem nanovrstev jsou různé nanostrukturované polymerní filmy.
- **Nanostrukturované krystalicity** – například nanotrubičky, které vznikají stočením atomové vrstvy. Využívají se hlavně v elektronice. (7,s.32)

#### 3.1 Nejčastěji používané nanomateriály

V současnosti jsou nejčastěji používaným materiálem v komerčních aplikacích uhlíkové nanomateriály jako jsou fullereny, uhlíkové nanotuby a nebo nanodiamant. Dalším nejpoužívanějším typem nanomateriálů jsou keramické nanomateriály, které jsou používány různými oxidy. Následují polovodiče a řada dalších typů materiálů (2).

##### 3.1.1 Kovové nanomateriály

Kovové nanomateriály jsou materiály s velice rozsáhlým uplatněním a použitím. Do budoucna se jedná hlavně o kovové nekrystalické slitiny, které mají výborné



mechanické vlastnosti – pevnost a superelasticitu. Dnes je však výroba těchto materiálů omezena na laboratorní a experimentální podmínky. Oproti tomu v současné době nacházejí mnohem širší uplatnění různé keramické, polymerní a bio kompozity nebo nanotekutiny plněné kovovými nanočásticemi, kdy se využívá jejich mechanických, elektromagnetických, optických, termodynamických, katalytických a jiných vlastností (2).

### **Ag nanočástice**

Nanočástice stříbra jsou komerčně a aplikačně nejrozšířenějším typem kovových nanočástic. Důvodem proč jsou tak oblíbené jsou jejich nejen elektromagnetické vlastnosti, ale v první řadě jejich katalytické účinky s širokým využitím v bioaplikacích. Významná je také jejich antibakteriální aktivita. Ag nanočástice vykazují mezi kovy jedinečné antibakteriální vlastnosti bez toho, aby byly toxické pro makroskopické organismy (2).

### **Au nanočástice**

Představují historicky nejstarší použití nanotechnologií. Použití těchto nanočástic je díky vlastnostem zlata velmi široké. Zahrnuje bioaplikace, žádané je pro jeho terapeutické účinky, využívá se k cílené dopravě léků, v chemii se používá pro jeho katalytické účinky, v elektronice jsou to pak nanosenzory a vodiče a využití najde i v optice ve spektrometrii, nebo při realizaci materiálů se záporným indexem lomu (2).

## **3.1.2 Uhlíkové nanomateriály**

Jedny z nejperspektivnějších typů nanomateriálů představují právě uhlíkové nanomateriály. Všeobecně známé jsou dvě krystalické formy uhlíku – grafit a diamant. Výhodou je také to, že uhlík je základním prvkem naprosté většiny organických látek. Uhlíkové materiály jsou charakteristické přítomností převážně stabilních kovalentních vazeb, díky kterým vykazuje uhlík vysokou tepelnou odolnost (2).

Jednotlivé uhlíkové materiály se od sebe liší strukturou a hlavně svými jedinečnými elektrickými, mechanickými, optickými, chemickými a jinými vlastnostmi. Tyto vlastnosti je předurčují pro použití ve speciálních aplikacích. Nabízí se široké spektrum aplikací ve zdravotnictví (cílená doprava léčiv), elektronice (odvod tepla, paměťová média, palivové články, atd.), strojírenství (mechanicky odolné povrchy, snižování tření, atd.), stavebnictví (nanokompozitní materiály), chemický, automobilový, vojenský průmysl a další (6).

## **Diamanty**

Jako první začala umělé diamanty vyrábět firma General Electric v roce 1955. Používala při tom metodu značenou jako HPHT (High Pressure High Temperature). Je to metoda, která napodobuje přírodní procesy vzniku diamantu. V přírodě se vhodné termodynamické podmínky nezbytné pro vznik diamantu vyskytují pouze ve velkých hloubkách 120-200 km pod zemí. Proto se na zemském povrchu jedná o velmi vzácný materiál. Zásadní převrat ve výrobě makro a především nano diamantových materiálů přinesla technologie pomocí metody CVD v 80. letech minulého století v USA a v Rusku. Základem této metody je aktivace řady chemických reakcí pomocí plazmy. Používá se k tomu nejen uhlovodík, ale i směsi uhlovodíků s vodíkem, který přednostně leptá vznikající grafit a umožňuje tak růst pouze čistého diamantu. Diamantové vrstvy vykazují vynikající vlastnosti a je možné je vytvářet ve velkých objemech a na velkých plochách, přesto jsou pro řadu aplikací jejich vynikající vlastnosti vzhledem k vysoké ceně nadbytečné. Proto jsou nahrazovány levnější variantou krystalického diamantu označovanou jako DLC – Diamond Like Carbon. Vlastnosti těchto vrstev se velmi blíží vlastnostem čistého diamantu (2).

Díky mechanickým vlastnostem nanodiamantových nebo DLC vrstev se využívají například jako plnivo polymerních, kovových i keramických nanokompozitů. Jedná se především o plniva pneumatik nebo automobilových laků. Další významnou skupinou kde se využívá nanodiamantu jsou nanotekutiny. Zde jde hlavně o tekutinu ve formě lubrikantu ve strojních a motorových olejích. V tekutinách se také ale využívá optických vlastností diamantu a to konkrétně absorpce UV záření. Proto se nanodiamanty používají například do opalovacích a ochranných krémů. Další skupinou aplikací nanodiamantů jsou bioaplikace. Z čistých diamantových vrstev se vyrábějí například čepele skalpelů nebo ochranné povlaky bioimplantátů atd. (2).

## **Fullereny**

Jednou z nejvýznamnějších skupin uhlíkových materiálů jsou fullereny. Fullereny a fullerénové materiály mají celou řadu aplikací. V současnosti asi nejrozšířenější aplikací je jejich použití ve formě fulleritu pro výrobu syntetických diamantů a diamantových vrstev. Zde se používá fulleritu místo grafitového materiálu kvůli výraznému snížení teploty a tlaku, což je nezbytné pro tvorbu diamantů metodou HPHT. Další rozsáhlou aplikací těchto materiálů jsou optoelektronické materiály, hlavně solární články a LED diody.

Neposledním oborem použití fullerenových molekul je lékařství. Fullereny zde slouží například pro cílenou dopravu léčiv na vybraná místa daných receptorů v těle a to zejména při léčbě nádorových onemocnění (2).

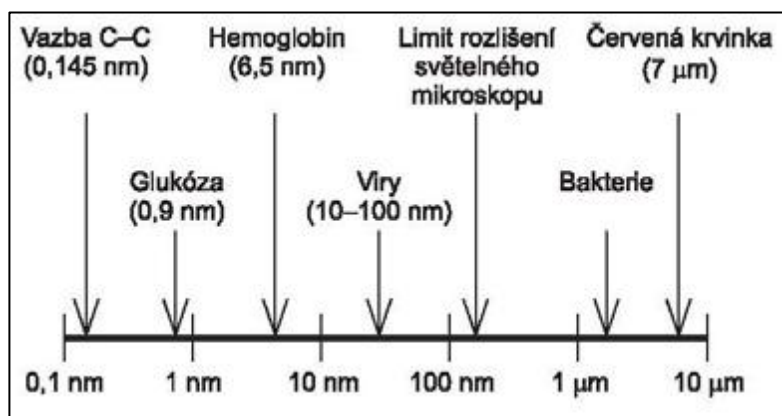
## 4 NANOMATERIÁLY NA BÁZI PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ

V přírodě probíhá většina základních procesů v nanorozměrech. Základními stavebními prvky přírody jsou molekuly, které jsou složeny z jednoho nebo více atomů (4).

Obor, který se zabývá celou skupinou vztahů nanomateriálů s živými organizmy a organickými látkami, přípravou organických nanomateriálů a jejich studiem a využitím, se nazývá bionanotechnologie. Základním důvodem rozsáhlého využití nanotechnologie v biotechnologiích, životním prostředí nebo zdravotnictví je fakt, že příroda sama využívá nanotechnologie a organické struktury s rozměry odpovídající uvedené definici nanotechnologií jako základních prvků ke stavbě a realizaci funkce všech živých organismů (2).

Mnoho biologických materiálů lze klasifikovat jako nanočástice. Velikost bakterií se pohybuje v rozmezí 1 až 10  $\mu\text{m}$ , virů od 10 do 200 nm. Dále například bílkoviny se obvykle vyskytují v rozmezí 4 a 50 nm. Každá z aminokyselin, které jsou stavebním prvkem bílkovin, má přibližně 0,6 nm. Aminokyseliny jsou mezi sebou pospojovány peptidovými vazbami, které tvoří řetězce, tzv. polypeptidy. Ty můžeme považovat za jakési nanodrátky (8).

Obrázek č. 1 - Relativní velikosti atomů, biomolekul, bakterií a buněk



Zdroj: (1)

Z tohoto obrázku je patrné, že i biologické materiály můžeme tedy označit jako nanočástice. Zcela obdobné jevy jako u proteinů se uplatňují i při stavbě větších celků

organických molekul a makromolekul typu DNA a RNA, které s počtem až stovek milionů aminokyselin vytvářejí dvoušroubovici o průměru 2nm. Ta je zkroucena do tvaru chromozomu o rozměrech přibližně 1x6 μm.

Další příkladem může být vlas, jehož základní stavební složkou je protein keratin. Vlas tvoří 6 hierarchických struktur, které mají rozměry v nanometrech a v důsledku toho je vlas pevný, pružný a schopný růstu (4).

## 5 VYUŽITÍ NANOMATERIÁLŮ

Využití nanomateriálů a nanotechnologií je velmi rozsáhlé. V současné době již nalézají uplatnění v mnoha oblastech běžného života jako je elektronika, zdravotnictví, strojírenství, chemický průmysl, elektrotechnický průmysl, textilní průmysl, optický průmysl, automobilový průmysl, kosmický průmysl, vojenský průmysl, potravinářský průmysl a v neposlední řadě také v životním prostředí.

Odhaduje se, že díky současnému rozvoji a hlavně intenzitě výzkumu nanotechnologií se během 20 – 50 let zcela změní schopnosti a možnosti lidstva a to ve všech činnostech a oblastech. Obrovský potenciál zaznamenaly nanotechnologie například v oblasti oděvního průmyslu a to využitím takzvaných „inteligentních materiálů“. Oblečení tak může například generovat elektrický proud, také může obsahovat řadu biosenzorů, které jsou schopny monitorovat zdravotní stav svého nositele a mnoho dalších funkcí (2).

Popsat podrobněji využití těchto materiálů v každé zmíněné oblasti by bylo velmi rozsáhlé, proto se v této práci dále zaměříme na nanotechnologie a nanomateriály v medicíně a životním prostředí a následně celou kapitolu věnujeme potravinářskému průmyslu.

### 5.1 Využití nanotechnologií a nanomateriálů v medicíně

Velký přínos rozvoje nanotechnologií byl zaznamenán v oblasti medicíny a farmaceutického průmyslu. Bezesporu revolučním objevem je využití nanomateriálů při odhalování nemocí, náhrada tělních tkání, nebo cílený transport léčiv neboli dopravování léčiva ve správný čas na správné místo v organismu (6).

Nanomedicína je založena na třech vzájemně propojených postupně výkonnějších molekulových technologiích (9) :

- *nanometricky strukturovaných materiálech a zařízeních pro vývoj pokrokových diagnostických biosenzorů, cíleného transportu léčiv a inteligentních léků, protéz a implantátů*
- *výhodách molekulové medicíny*
- *molekulových strojových systémech, které by umožnily okamžitou diagnostiku, chromozomovou substituci, specifické buněčné operace in vivo, efektivní rozšíření a zlepšení přirozených fyziologických funkcí (4, s.14)*

Nanomateriály a nanosenzory mohou velkou vahou přispět k rozvoji preventivní medicíny a včasné diagnostiky. Zásadní aplikací nanotechnologií v medicíně může do budoucna být identifikace rakovinných buněk a zároveň i jejich likvidace (4).

Znalosti příčin velké řady chorob se dostaly v posledních letech z úrovně orgánového poškození na úroveň znalostí celulární, subcelulární, organelovou a molekulární. I přes současné diagnostické možnosti nejsme schopni účinného terapeutického zásahu bez vedlejších účinků nebo s minimem nežádoucích efektů u řady chorob postihujících velkou skupinu populace. Avšak odhalením cest (s využitím dostupných nanotechnologií), které umožní dopravit léčivo ve správný čas do postiženého buněčného systému a které umožní individuálně reagovat vlastním procesem na signály vychýleného buněčného metabolismu, se přešlo z pouhých domněnek k možnosti skutečného terapeutického zásahu (6).

V terapii pak nanočástice mohou sloužit buď jako nosiče léků, nebo přímo jako aktivní činidla. Jejich použití k cílenému transportu léčiv má ve srovnání s klasickým způsobem mnoho výhod. Je to například ochrana léčiv a dalších biologicky aktivních látek před degradací v organismu, zvýšení stability transportovaných látek nebo větší kontrolu distribuce látek v organismu. Vlastnosti používaných nanočástic jsou závislé na jejich tvaru a velikosti, ale také na jejich povrchové modifikaci. Například pro selektivní dopravu léčiva do specifických tkání jako jsou lymfatické uzliny nebo mozkový tumor, jsou vhodné nanočástice s dextranovou vrstvou. Tento dextranový povrch chrání nanočástici mimo jiné před fagocytosou a prodlužuje dobu pobytu nanočástice v krvi (6).

Cílený transport léčiv do cílové tkáně není jedinou využitelností nanosvětla v medicíně, je však jednou z potenciálně nejzajímavějších aplikací nanotechnologie. To především kvůli tomu, že řada léků působí velmi nespecificky a díky nanotechnologiím může dojít k minimalizaci nežádoucích efektů těchto běžně užívaných léčiv. Tato léčba je na počátku svého vývoje, ale již dosažené výsledky poukazují na to, že její potenciál je obrovský a možnosti v léčbě různých vážných onemocnění a to i nádorových jsou téměř neomezené. Mezi hlavní výhody patří zvýšení rozpustnosti léčiv, nebo dokonce využití léčiv, které nejsou jinak rozpustné ve vodních roztocích. Tím se zvyšuje efektivita léčby a oblasti použití léčiva. Mezi další výhody bezesporu patří výrazné zkrácení doby léčení, čímž se snižuje zátěž pacienta a také cena léčby (6).

Další velkou oblastí použití nanotechnologií v oblasti medicíny jsou nanočástice

stříbra. Nanočástice stříbra působí baktericidně a mají schopnost interagovat s proteiny v bakteriálních membránách (10).

Stříbrné nanočástice jsou přidávány do řady produktů, jako jsou masti a obvazy a to zejména na hnisavé rány a popáleniny nebo se přidávají do respirátorů (2).

Zajímavé je i použití nanotechnologií k zástavě krvácení. Kováč (9) uvádí, že nejnovější metoda, jak zastavit krvácení, je pomocí nanomateriálů, které se při aplikaci do rány samy sloučí a vytvoří nanovláknennou bariéru.

## **Obrázek č. 2. – Nanotechnologie v diagnostice**



*Zdroj: (25)*

Tento obrázek poukazuje na možnosti lékařské diagnostiky pomocí nových screeningových testů poháněných nanotechnologickými zařízeními, které fungují rychle a přesně. Přesná diagnostika je prvním krokem k úspěšné terapii.

## **5.2 Využití nanotechnologií a nanomateriálů v životním prostředí**

Také v oblasti životního prostředí naleznou nanomateriály své uplatnění. V největší míře jsou určeny k čištění vody a půdy.

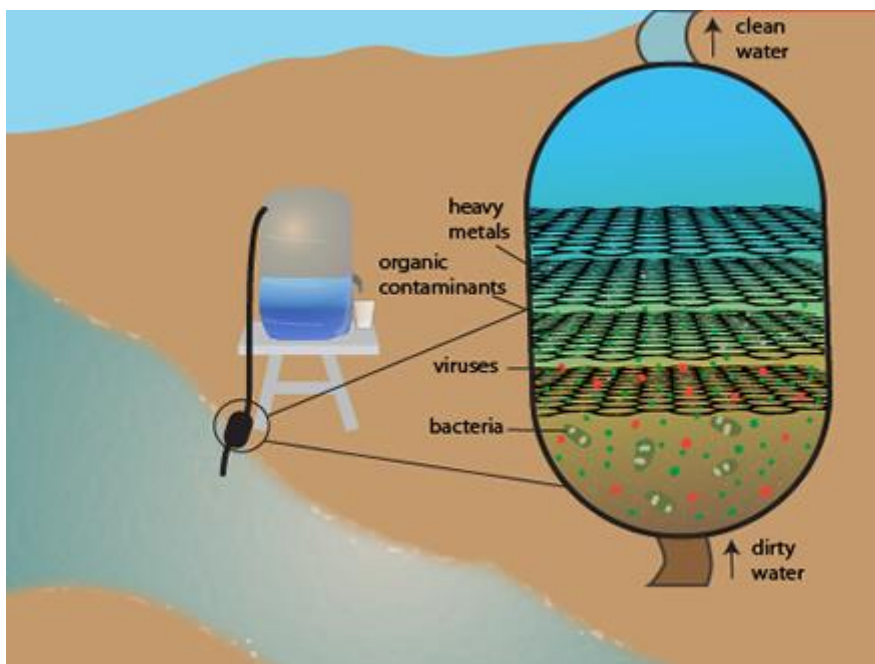


### 5.2.1 Čištění vody

V dnešním světě je zabezpečení dostatečně kvalitní pitné vody jeden z nejzávažnějších problémů. I proto se stále hledají nové možnosti a způsoby, jak tuto dodávku zajistit. Jako jedním z řešení se nabízí využití čištění vod právě pomocí nanotechnologií. Používají se nanomateriály jako například uhlíkové nanotrubičky a hliníková vlákna pro nanofiltraci. Hlavní výhody použití nanofiltrů ve srovnání s konvenčními systémy spočívají v tom, že pro průchod vody filtrem je nutný nižší tlak. Přestože póry jsou menší, nanotrubičky mají hladší vnitřní povrch, takže voda proudí snadněji. Nanofiltrů dokážou odstraňovat usazeniny, chemický odpad, nabitě částice, bakterie, viry a jiné patogeny. Dokážou také odstranit toxické stopové prvky, jako je arzén, a viskózní kapalně nečistoty, jako například olej (4, 20).

#### Obrázek č. 3 - Nanotechnologie a čištění vody

Nanomateriály umožňují filtraci vody s vysokou účinností. Odstraňují i velice malé stopy těžkých kovů, virů a bakterií a čistí i průmyslově znečištěné pozemní vody.



Zdroj: (25)

### 5.2.2 Čištění půdy

Jako příklad čištění půdy s využitím nanotechnologií v České republice můžeme uvést město Ústí nad Labem - konkrétněji tedy ústecký areál Spolchemie. Ten se v prosinci roku 2014, v rámci projektu „odstranění škodlivin z přírody“ realizovaného za mezinárodní spolupráce partnerů z Rakouska, Německa, Norska a České republiky, rozhodl ulevit životnímu prostředí v okolí ústecké chemičky. Do předem připravených vrtů byla aplikována suspenze vody a nanočástic železa. Obecně umějí nanoskopické částice železa eliminovat organická rozpouštědla, pesticidy, toxické kovy a jiné nebezpečné látky. Očekává se tedy, že nanočástice železa dokáží rozložit toxické látky vyskytující se v podzemí v okolí chemičky. Zda tomu je opravdu tak, ukáží výsledky odběrů přibližně za půl roku (říjen 2015) (21).

### 5.2.3 Biologicky rozložitelné plasty

Globální používání plastových obalů má negativní vliv na životní prostředí. Proto je zapotřebí využívat ekologické obaly. Mezi aktuální řešení patří využití některých přírodních polymerů nazývaných biopolymery, které však mají malou odolnost proti vlhku a špatné mechanické vlastnosti. Nová naděje spočívá v přimísení nanočástic do polymeru a vytvoření *bionanokompozitu*, který má lepší mechanické vlastnosti, je odolnější proti vlhkosti a je zcela kompostovatelný, tedy biologicky rozložitelný (20).

## 6 NANOTECHNOLOGIE A NANOMATERIÁLY V POTRAVINÁŘSTVÍ

V tomto oboru může být nanotechnologie aplikována ve všech fázích potravinového cyklu. Nanotechnologie mohou ovlivnit potravinářský průmysl od způsobu pěstování, výroby a zpracování potravin po způsob jejich balení, přepravy a konzumace. V současnosti se nejrychleji rozvíjí použití nanotechnologie hlavně v sektoru balení potravin. Dalšími příklady použití nanotechnologií v potravinářství jsou identifikace bakterií a monitorování kvality potravin za použití biosenzorů, nanozapouzdřování bioaktivních složek potravy a další. Firmy vyvíjejí nanomateriály, které změní nejenom chuť jídla, ale zlepší i jeho nezávadnost a prospěšnost pro zdraví (4,20).

Přestože dosud není zcela objasněna otázka bezpečnosti těchto produktů získaných pomocí nanotechnologie, na trhu již existuje těchto výrobků celá řada. Vzhledem k chybějící nebo neúplné legislativě však řada firem aplikaci nanotechnologie ve výrobě raději z bezpečnostních důvodů neuvádí. Důvodem jsou již zmíněné nevyjasněné otázky ohledně působení těchto technologií na spotřebitele a také na životní prostředí (8).

### 6.1 Vytvořené nanomateriály – ENMs

ENMs – Engineered nanomaterials, tedy nanomateriály vytvořené pro speciální účel použití. ENMs použitelné v potravinách se rozdělují do tří kategorií:

- anorganické nanomateriály
- organické nanomateriály
- povrchově funkcionalizované nanomateriály (4)

#### 6.1.1 Anorganické nanomateriály

Tato skupina zahrnuje ENMs přechodných kovů, jako je železo a stříbro, kovy alkalických zemin jako vápník a hořčík a nekovy kam patří selen a křemičitany nebo oxid titaničitý. Jsou to anorganické materiály používané v aditivech, obalech nebo při skladování potravin (4).

Například amorfní *nanooxid křemičitý* se používá v potravinových obalech nebo na plochy, které by mohly přijít do styku s potravinami. Dále *nanoselen*, který je uváděn na trh jako aditivum přidávané do zeleného čaje. Jsou očekávány pozitivní účinky díky

zvýšenému příjmu selenu. Jako další příklad anorganických nanomateriálů můžeme uvést *nanoželezo*. To je již dostupné jako doplněk stravy. V neposlední řadě stojí za zmínku rozpustný nanomateriál, který je zatím stále ve vývoji, a tím je *nanosůl*. Existence tohoto nanomateriálu by konzumentům umožnila snížit denní příjem soli v potravě a to tak, že jen malé množství takovéto soli dokáže pokrýt větší plochu potravy než běžná sůl a tím by i přes její menší množství splnilo chuťové očekávání konzumentů (4, 11).

### 6.1.2 Organické nanomateriály

Organické nanomateriály jsou ve většině případů přirozeně se vyskytující látky. Jsou používány v potravinách a krmivech pro zvýšenou absorpci a zlepšení biologické dostupnosti vitaminů a antioxidantů v organismu. Patří sem *kyselina benzoová*, *kyselina citronová* a *kyselina askorbová*, dále *vitaminy A, E* nebo *isoflavony* a *beta-karoten* a další látky jako například *lutein*, *omega – 3 mastné kyseliny*, *koenzym Q* nebo *lykopen* (4).

### 6.1.3 Povrchově funkcionalizované nanomateriály

Takto upravené nanomateriály přidávají určitý typ funkcionalizace na danou matici – například zlepši konzervaci prostřednictvím absorpce kyslíků nebo přidají dané matici antimikrobiální aktivitu. U obalových materiálů jsou tyto ENMs používány pro poskytnutí mechanické pevnosti nebo bariéry proti plynům a těkavým látkám. Kupříkladu funkcionalizované jíly v obalových technikách mohou přispět k rozvoji materiálů se zvýšenou protiplynovou bariérou. Vývoj těchto postupů by umožnil prodloužit trvanlivost potravin (4,11).

## 6.2 Nanoobjekty používané v potravinářství

Řadíme sem *nanokapsle*, *biopolymerní nanočástice*, *nanolamináty*, *nanokompozity*, *nanotrubice* a *nanovlákná*. Všechny tyto nanoobjekty nacházejí své uplatnění v potravinovém průmyslu.

### 6.2.1 Nanokapsle

Aktivní funkční složky jako jsou například léky, vitaminy, antimikrobiální prostředky, antioxidanty, aromatizující látky, barviva a konzervační prostředky se jen zřídka používají přímo ve své čisté formě. Častěji se spíše zabudovávají do některé formy systému vhodného pro aplikaci. Jako nosiče pro zapouzdření je možné použít právě

nanokapsle, kdy jsou aktivní přísady umístěny do vnitřní oblasti nanočástice. Ta je chráněna před nežádoucími fyzikálními nebo chemickými účinky a reakcemi. Příkladem nanokapsle může být micela nebo lipozom (8,4).

Micely jsou schopny zapouzdřovat nepolární molekuly, jako jsou lipidy, aromatické látky, antimikrobiální látky nebo antioxidanty a vitaminy. Ve farmaceutickém průmyslu jsou micely používány již dlouho, v poslední době však přitahují pozornost i průmyslu potravinářského (12,4).

Lipozomy jsou tvořeny lipidovou dvojvrstvou umožňující stejnou polaritu uvnitř jako v obklopujícím prostředí. Také lipozomy jsou stejně jako micely schopny zapouzdřit široké spektrum aktivních složek. Rozdíl je pouze v tom, že lipozomy mohou zapouzdřit jak látky rozpustné ve vodě (jako micely), tak látky rozpustné v tucích. Používají se k zapouzdřování citlivých bílkovin, které si tak zachovávají svou funkci bez ohledu na vnější podmínky. Tímto způsobem lze například úspěšně prodloužit trvanlivost mléčných výrobků (4).

### **6.2.2 Biopolymerní nanočástice**

Je samozřejmé, že v potravinářství musí být používané částice stravitelné. Z toho důvodu mohou být používány pouze nanočástice založené na lipidech, proteinech nebo polysacharidech. Mezi vhodné biopolymery bychom tedy mohli zařadit škrob, který může být díky nanotechnologickým přístupům zlepšen. K vylepšení jeho vlastností se používá nanojíl. Ten zlepšuje jeho pevnost a propustnost par. Při použití běžných postupů má škrob nízkou mechanickou odolnost a působí jako slabá ochrana proti oxidaci a vlhkosti (4).

### **6.2.3 Nanolamináty**

Nanolaminát se skládá ze dvou a více vrstev materiálu nanometrových rozměrů. Vrstvy jsou navzájem spojeny fyzikálními nebo chemickými vazbami. Výhoda těchto nanolaminátů spočívá oproti konvenčním technologiím v přípravě jedlých potahů a fólií, které mohou být použity u řady potravin, například ovoce, zelenina, maso, cukrovinky, pekařské výrobky a další produkty, u kterých tyto fólie mohou sloužit jako bariéra proti vlhkosti a plynům nebo mohou případně zlepšit texturu potraviny. Případně mohou sloužit jako nosič pro funkční látky – barvy, chutě, antioxidanty, živiny, antimikrobiální látky (8).

V současnosti jsou primárními materiály pro výrobu těchto potahů a fólií především polysacharidy, bílkoviny a lipidy (4).

#### **6.2.4 Nanokompozity**

Materiály složené minimálně ze dvou různých složek, z nichž aspoň jedna má částice o velikosti jednotek až desítek nanometrů, se nazývají nanokompozity. Jedná se o látky, které mají magnetické, elektrické nebo jiné vlastnosti. Jsou to takzvané aktivní látky (4).

Nejčastěji používaný pro nanokompozity, které se uplatňují v obalových technologiích, je nanojíl. Má přirozeně utvořené vrstvy, které redukují prostupnost plynů a tím se zlepšují bariérové vlastnosti (4).

#### **6.2.5 Nanotrubice**

Uhlíkové nanotrubice se ve velké míře používají mimo potravinářské účely. Zjistilo se však, že tyto trubice mohou být začleněny do polymerních struktur lipidů, různých roztoků nebo amorfních a krystalických struktur z důvodu zlepšení jejich mechanických vlastností. Určité globulární proteiny mléka, například alfa-laktalbumin, lze zpracovat tak, že se za vhodných vnějších podmínek vytvářejí podobně strukturované nanotrubice, jako ty uhlíkové. To lze aplikovat i na další proteiny. Ověřovalo se například její využití k imobilizaci enzymů (8, 4).

#### **6.2.6 Nanovlákná**

V roce 2003 vynalezli v Liberci na katedře netkaných textilií Technické univerzity tzv. *elektrospining* – využití elektrického pole k výrobě nanovláken. Díky mechanickým, elektrickým a tepelným vlastnostem těchto nanovláken se mohou s výhodou používat v medicíně, textilním a elektronickém průmyslu, ale právě i v průmyslu potravinářském (8).

V potravinářství mohou uvedené technologie výroby nanovláken najít uplatnění pro výrobu materiálů s novými nebo zdokonalenými vlastnostmi, například jako stavební prvek kompozitních ekologických obalových materiálů potravin, jako stavební prvky potravinové matrice pro umělé potraviny nebo jako nanostrukturovaný a mikrostrukturovaný základní materiál pro bakteriální kultury. Těchto aplikací je v potravinovém průmyslu však relativně málo. Je to z toho důvodu, že se vlákna nevyrábějí z biopolymerů používaných do potravin, ale především ze syntetických polymerů. Předpokládáme, že jakmile rozvoj ve výrobě nanovláken z potravinářských biopolymerů pokročí, využití v potravinovém sektoru se zvýší (8).

### **6.3 Potenciální aplikace nanotechnologie v agro-potravinářském sektoru**

Výzkum nanotechnologie v oblasti agro-potravinářského sektoru je zaměřený na:

- detekci patogenů a kontaminantů,
- zachování identity a vysledování,
- inteligentní systémy pro zajištění nápravy,
- integraci inteligentních systémů pro zemědělskou a potravinářskou výrobu,
- nanozařízení pro molekulární a celulární biologii,
- vědu a techniku v oblasti materiálů nanometrových rozměrů,
- ekologické problémy a odpad ze zemědělské produkce,
- vzdělávání veřejnosti a budoucí pracovní síly.

Jedná se o buď již realizované, v blízké době realizované nebo dlouhodobější cíle, které byly pro každou oblast stanoveny (8).

Již v současné době by měl být ukončený a realizovaný výzkum, který měl za úkol umožnit dálkové snímání a kontinuální snímání zemědělských produktů během výroby v různých systémech hospodaření. Dále vývoj sond na bázi nukleových kyselin a metody k zesílení signálů pro detekci patogenů nebo kontaminantů. Dalším úkolem bylo vytvoření rychlejších laboratorních biosenzorů pro detekci patogenů nebo cizích materiálů, které mohou být zanášeny při výrobě potravin.

Dlouhodobější výzkum si dává mimo jiné za úkol kontrolu a identifikaci patogenů, kontaminantů a toxinů v potravinovém řetězci – tedy v kritických kontrolních bodech. Dále by měla navazovat rychlá odezva uvnitř zemědělských systémů skrz vnější a zabudované senzorové systémy, to znamená realizace tzv. bezpečnosti od farmy po vidličku. Dalším úkolem je zdokonalit prostředky pro veterinární medicínu a vytvoření „hand-held sensors“ – senzory do ruky, pro detekci patogenů, virů, chemikálií nebo geneticky modifikovaných organismů vnesených během výroby potravin. V neposlední řadě do této skupiny úkolů spadá také ochrana spotřebitelů z hlediska bezpečnosti potravin a nezávadného životního prostředí pomocí volně prodejných senzorů (8).

## 6.4 Nanotechnologie a obalová technika

Obaly mají důležitou roli v zajištění bezpečných a výživově hodnotných potravin. Podstatnou funkcí potravinových obalů je chránit potravinu a udržovat její kvalitu a nezávadnost (13).

Správné balení potravin může pomoci k prodloužení trvanlivosti produktu a poskytnout ochranu před nežádoucími účinky chemických, biologických a fyzikálních vnějších vlivů (14).

V této oblasti se vývoj zabývá především zlepšováním mechanických a bariérových vlastností obalů. Dále rozvojem inteligentních a aktivních obalů, které by integrovaly s potravinou uvnitř nebo aplikací povrchových biocidů (4).

**Tabulka č. 1 - Aplikace nanotechnologií v balení potravin**

<b>Aplikace</b>	<b>Funkce</b>
<i>Nanokompozity</i>	Zahrnutí nanomateriálů do obalu ke zlepšení fyzikálních vlastností, trvanlivosti, bariérových vlastností, biodegradace.
<i>Nano – nátěry</i>	Zahrnutí nanomateriálů s antimikrobiálními vlastnostmi působícími na povrchu obalu.
<i>Povrchové biocidy</i>	Aplikace nanomateriálů s antimikrobiálními vlastnostmi působícími na povrchu obalu.
<i>Aktivní/inteligentní obaly</i>	Aplikace nanomateriálů s antimikrobiálními nebo jinými vlastnostmi (antioxidační) se záměrným vypouštěním dovnitř – efekt na zabalenou potravinu.

*Zdroj: (13)*

V tabulce č. 1 jsou zaznamenány směry možné aplikace nanotechnologií v balení potravin. Používají se nanokompozity, které se přidávají přímo do obalu, kde zlepšují například fyzikální vlastnosti nebo umožňují biodegradaci. Dále jsou využívány nanonátěry. Vrstva nanomateriálu se dává buď na vnitřní, nebo vnější stranu obalu, čímž se zlepšují jeho bariérové vlastnosti. V takzvaných inteligentních obalech se používají antimikrobiální materiály. Ty působí proti bakteriím jednak na povrchu obalu nebo mohou působit přímo na potravinu uvnitř obalu. Mezi inteligentní obaly můžeme také zařadit



obaly se zabudovanými nanosenzory. Tyto senzory jsou schopny monitorovat podmínky uvnitř balení (4).

#### **6.4.1 Aktivní obaly**

Podstatou aktivního balení potravin je záměrné působení obalu, kdy obal aktivně ovlivňuje podmínky skladování potravin. Aktivní obaly obsahují záměrně přidávané složky, které mají za úkol uvolňovat nebo absorbovat látky. To by mělo vést k prodloužení skladovatelnosti potravin, zlepšení bezpečnosti nebo organoleptických vlastností při zachování kvality produktu (22, 4).

Aktivní systémy balení potravin můžeme rozdělit podle mechanismu působení na systémy, které uvolňují látky do potraviny, na povrch potraviny nebo do prostředí, které potravinu obklopuje. A na systémy, které absorbují látky z potravin nebo z okolí potravin. Patří sem absorbéry kyslíku, které se používají pro zvýšení účinnosti vakuového balení nebo balení v inertní atmosféře. Redukují možné oxidační změny a v obalu nastavují striktně anaerobní podmínky, brání růstu aerobů a především plísní. Absorbéry oxidu uhličitého, které se používají hlavně při balení čerstvé pražené zrnkové kávy, ze které se po pražení uvolňuje množství kysličníku uhličitého. Dále jsou to absorbéry ethylenu, umožňující maximální snížení ethylenu, který působí například jako urychlovač dozrávání plodin a zkracuje dobu skladovatelnosti čerstvého a minimálně opracovaného ovoce a zeleniny. Absorbéry látek působících nežádoucí příchuti a pachy potravin. A v neposlední řadě jsou to systémy ovlivňující vlhkost v obalu, tedy absorbují baleným produktem uvolňovanou vodu (22).

#### **6.4.2 Inteligentní obaly**

Oproti aktivnímu obalu, který je považován jako poskytovatel zvýšené ochrany, je inteligentní obal chápán jako poskytovatel zlepšení komunikace. Je to systém, který je schopen provádět inteligentní funkce, jako je detekování, snímání, nahrávání, sledování nebo komunikace. Monitoruje stav potraviny a poskytuje informace o její kvalitě během přepravy a skladování. Cílem je usnadnit rozhodování spotřebiteli, prodloužit trvanlivost výrobku, zlepšit kvalitu, zvýšit bezpečnost, poskytovat informace o stavu výrobku nebo upozornit na možné problémy (4).

V současné době jsou na trhu zejména indikátory teploty, indikátory složení vnitřní atmosféry nebo indikátory čerstvosti baleného potravinářského výrobku. Aplikace

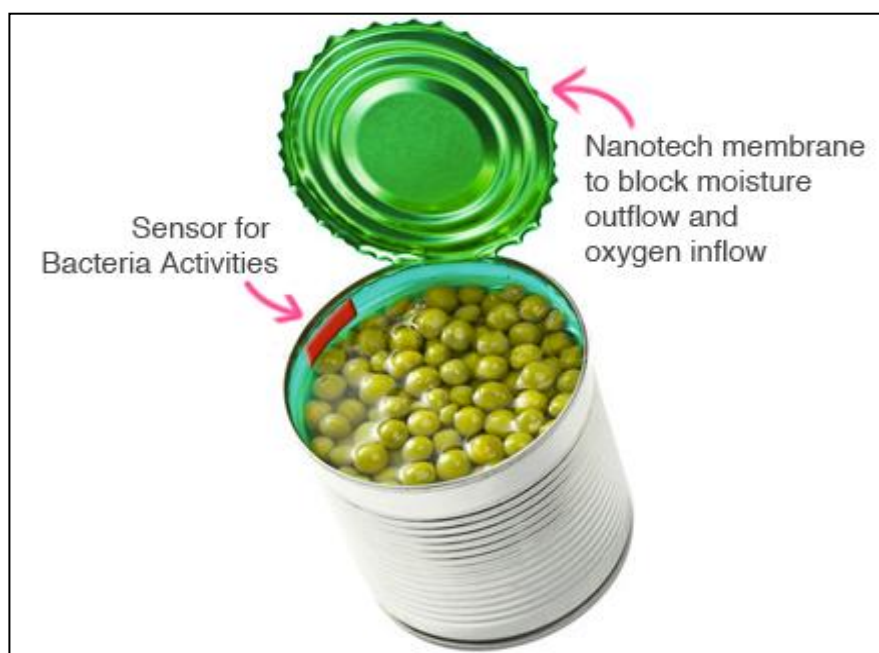
indikátorů nabízí jednu z možností zajištění kritických bodů (HACCP) při realizaci systémů výroby bezpečných potravin (22).

### 6.4.3 Nanosenzory

#### Obrázek č. 4 – Nanosenzory v obalech potravin

Senzor je umístěn uvnitř obalu a jeho úkol je detekovat bakterie uvnitř.

Obal také obsahuje nanomembránu, která zamezuje vlhkosti a pronikání vzduchu.



Zdroj:(25)

Právě aktivní a inteligentní obaly využívají senzory, které jsou vyvinuty pomocí nanotechnologie. Tyto nanosenzory v potravinářství pomáhají k rychlé detekci bakterií a virů nebo napomáhají při prevenci otrav způsobených jídlem. Podávají informace o kvalitě potraviny sledováním mikroorganismů, toxinů a kontaminantů a to po celou dobu zpracovatelského řetězce (4).

Zkažené maso, ovoce nebo zelenina vykazují jisté sensorické změny, jako jsou pachy nebo barvy, které mohou být konzumentem snadno rozpoznány. Obalové materiály však brání tomuto rozpoznání a spotřebitelé se musí spoléhat na datum spotřeby, který je udáván výrobcem na základě předpokladu o ideálních podmínkách přepravy a skladování. Zde mohou pomoci nanosenzory, které informují spotřebitele o historii výrobku, o průběhu přepravy a skladovacích podmínkách – teplota, světlo, expozice kyslíku. To může spotřebiteli

usnadnit odhad stavu potravin při jejím nákupu (15, 4).

Například mléko. Informace na obalu krabice mléka, udává spotřebiteli, že trvanlivost výrobku je ještě tři týdny. To už však nemusí platit, byla-li porušena například teplota při transportu nebo skladování. Řešení nabízí nanočástice s unikátními elektrooptickými a chemickými vlastnostmi. Ty jsou navrženy tak, že jsou schopny detekovat přítomnost aromatických látek, plynů, chemických kontaminantů a patogenů. Je to užitečný systém nejen pro kontrolu kvality potravin, ale také pro bezpečnost potravin a snížení vzniku alimentárních nákaz (16).

Nanosenzory se tedy uplatní při brzkém odhalení kontaminace potravin. To může být detekováno řadou nanočástic, které jsou navrženy tak, aby fluoreskovaly v různých barvách, dostanou-li se do kontaktu s patogenem. Tyto nanosenzory jsou umístěny přímo do obalu, kde detekují vznikající chemické látky během kažení potravin. To zapříčiní změnu barvy snímacího proužku a tím dává jasný signál o čerstvosti potravin (4).

## **6.5 Materiály přicházející do styku s potravinami**

Používaná zkratka FCM - food contact materials zahrnuje všechny materiály a předměty, které záměrně přicházejí do styku s potravinami, potravinovými surovinami a pokrmy během celého výrobního procesu, včetně jejich odměřování, balení, skladování, přepravy. Dále materiály určené pro výrobu těchto produktů (např. plastové granuláty). FCM musí splňovat řadu hygienických požadavků, jejichž cílem je zajištění bezpečnosti a kvality potravin a snižování rizik negativně ovlivňujících zdravotní stav spotřebitelů (23).

Tyto materiály by měly zajistit lepší funkční a mechanické vlastnosti – pevnost, pružnost, bariérové vlastnosti, tepelná odolnost, antimikrobiální účinky, UV absorpce a další. Potahy s antimikrobiálními účinky nebo také materiály se samočisticím efektem již nacházejí uplatnění ve výrobních zařízeních (8).

FCM představují oblast, ve které se v současnosti nanotechnologie uplatňují nejvíce. Pravděpodobně tomu tak bude i v nejbližší budoucnosti. Na trhu se vyskytuje nemálo výrobků s antimikrobiálními povrchy, jako například chladničky, zásobníky potravin, kuchyňské náčiní a nádobí (8).

## 7 ZDRAVOTNÍ RIZIKA NANOTECHNOLOGIÍ

Používání nových technologií bývá vždy spojeno s výhodami, ale i s sebou nese jistá rizika, která je třeba rozpoznat, definovat a předcházet jim (4).

V současné době se metodika hodnocení a měření rizikovosti nanotechnologií teprve připravuje. Cílem je vytvořit právní rámec a určitá omezení, kterým by nanotechnologie a jejich používání mělo podléhat. Evropská unie již věnuje velkou pozornost vytváření seznamu a databází rizikových látek a to včetně nanočástic a nanomateriálů (24, 2).

Nelze definitivně prohlásit, že nanotechnologie jsou bezpečné nebo nebezpečné, protože je to, stejně jako například chemikálie, různorodá skupina látek. Je zapotřebí určit a popsat konkrétní nanočástice a teprve potom lze definovat jejich bezpečnost (17, 4).

Rizika nanotechnologie jsou tedy reálná. Je zde možnost, že některé nanočástice jsou například schopny pronikat nekontrolovatelně do lidského organismu a prostupovat buněčnou stěnou. Vylučování těchto nanočástic ven z organismu je pak velmi obtížné. Podle názoru některých vědců však velká škála možností využití nanotechnologií ve všech různých oblastech, jako je péče o životní prostředí, diagnostika a možnosti zdolání doteď obtížně léčitelných chorob, velkou mírou převažují nad jejich možnými negativními vlivy (24).

### 7.1 Rizika nanotechnologií v potravinářství

Součástí potravin o velikosti nanorozměrů mají své výhody i s sebou nesou pro člověka potencionální zdravotní rizika. Jedná se ve většině případů o otázku biologické dostupnosti. Potíž je v tom, že nanočástice dokážou celkem snadno obcházet buněčné bariéry v těle, které jsou jinak pro běžné potraviny neproniknutelné. Po proniknutí se mohou dále šířit a hromadit v organismu se zatím neznámými dlouhodobými účinky (18).

Existují tři hlavní cesty expozice při použití nanotechnologií v potravinářství. A to absorpce kůží, vdechnutí nebo požití. Jedná se zaprvé o rizika nanočástic přímo v potravinách a potravinových doplňcích, kdy při dodávce živin se může stát, že absorbované množství v těle může být zásadně vyšší až toxické, než při užívání tradičních potravin, tedy bez nanočástic. Zadruhé jde o rizika spojená s používáním nanomateriálů v obalech potravin. Zde se vyskytuje riziko ve formě částic přecházejících z nanomateriálů do potravin. Bohužel doposud nebyly plně popsány výsledky tohoto druhu expozice.

Vlivem nedostatku údajů jde o zásadní překážku pro posouzení rizika, které tyto obaly s použitím nanočástic představují. Možná expozice člověka je v současnosti založena pouze na výsledcích migračních testů a experimentů na zvířatech (4).

Biologicky rozložitelné obaly jsou však v dnešní době rostoucím trendem v potravinářském průmyslu a vykazují příznivé dopady na snížení znečišťování životního prostředí (15).

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

## **8 FORMULACE PROBLÉMU**

Jak je již uvedeno v teoretické části této práce, nanotechnologie je rychle se rozvíjející obor nacházející své uplatnění prakticky ve všech průmyslových odvětvích. Vzhledem k rozsáhlosti tohoto tématu jsme praktickou část bakalářské práce zaměřili konkrétně na nanotechnologie a nanomateriály v potravinářství. V tomto oboru mohou nanotechnologie poskytovat inovace týkající se chuti, zpracovatelnosti, trvanlivosti a neposledně bezpečnosti potravin. V rozporu s tím však stojí některé vědecké názory, které upozorňují na fakt, že nanomateriály jsou jednoznačně odlišné látky, které mohou představovat jistá rizika spojená v první řadě s dopadem na lidské zdraví, ale také na životní prostředí.

## 9 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

### 9.1 Cíle práce

Pro naši bakalářskou práci jsme si stanovili tři cíle (C), ze kterých následně vyplývají zvolené hypotézy (H).

**C<sub>1</sub>:** Zpracovat ucelený přehled o nanotechnologiích obecně a podrobněji se zaměřit na nanotechnologie používané v potravinářství.

**C<sub>2</sub>:** Zjistit míru informovanosti respondentů o pojmu nanotechnologie.

**C<sub>3</sub>:** Zjistit, jak spotřebitelé přijímají použití nanotechnologií u potravin a obalových materiálů.

### 9.2 Hypotézy

K výše uvedeným cílům jsme přiřadili dohromady čtyři hypotézy (H). První z cílů zůstává bez hypotézy. H<sub>1</sub> a H<sub>2</sub> se vztahují k C<sub>2</sub>. H<sub>3</sub> a H<sub>4</sub> jsou stanoveny k C<sub>3</sub>.

**H<sub>1</sub>:** Předpokládáme, že informovanost respondentů o pojmu nanotechnologie bude 30%.

**H<sub>2</sub>:** Předpokládáme, že více než 70% respondentů by se chtělo dozvědět více informací o nanotechnologiích v potravinářství.

**H<sub>3</sub>:** Předpokládáme, že více než 50% spotřebitelů bude k potravinám a obalovým materiálům s použitím nanotechnologií nedůvěřiví.

**H<sub>4</sub>:** Předpokládáme, že etikety a složení potravin pravidelně kontroluje méně než 50% respondentů.



## **10 METODIKA A ZPRACOVÁNÍ PRŮZKUMU**

### **10.1 Metodika průzkumu a sběr dat**

Pro získání dat k praktické části bakalářské práce jsme zvolili formu kvantitativního průzkumu pomocí dotazníkového šetření.

Průzkum probíhal v období od začátku října 2014 do konce listopadu 2014. V průzkumu jsme záměrně oslovili širokou veřejnost z důvodu zjištění míry informovanosti o dané problematice u širší škály populace. Respondenti byli tedy lidé různých věkových kategorií počínající od 15 let a především se jednalo o respondenty z Plzeňského kraje.

Šetření probíhalo jednak formou online dotazníku vytvořeného na serveru [www.vyplnto.cz](http://www.vyplnto.cz) a jednak formou písemnou.

V místě bydliště (Kralovice) a jeho okolí byly dotazníky rozdány osobně a dále byly dotazníky rozesílány pomocí internetu – emailem, nebo přes sociální síť.

Celkem bylo rozdáno a rozesláno 150 dotazníků, z toho se nám jich správně vyplněných ke zpracování vrátilo 133. Návratnost je tedy téměř 89%.

### **10.2 Dotazník**

Dotazník sestavený pro náš průzkum je složený celkem z 15 otázek z toho 12 z nich představuje otázky uzavřené, 2 položky tvoří otázky otevřené a 1 otázka je polouzavřená.

Dotazník byl zcela anonymní.

V úvodní části dotazníku jsou otázky týkající se základní charakteristiky respondentů, tedy tzv. faktografické údaje (věk, pohlaví, vzdělání). Další část otázek se zaměřuje na zjištění informací o problematice nanotechnologií obecně a poslední část dotazníku je zaměřená na informovanost o nanotechnologiích v potravinářství.

### **10.3 Zpracování dat**

Výsledky ke zpracování získané z online dotazníků jsme převedli do programu Microsoft Excel a doplnili o dotazníky vyplněné v papírové podobě. Tyto data jsme dále upravili a zpracovali do tabulek a grafů.

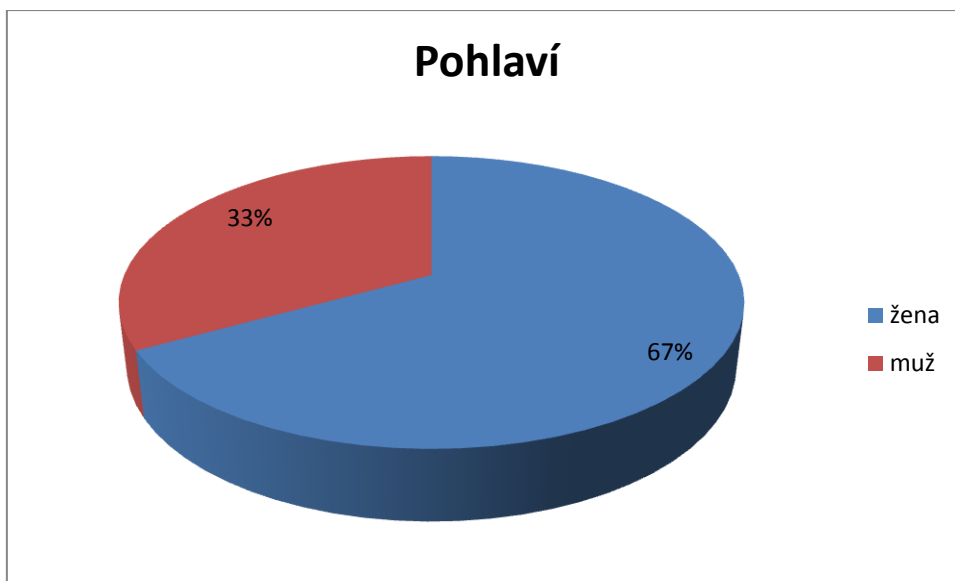
# 11 VÝSLEDKY PRŮZKUMU

## 11.1 Základní charakteristika zkoumaného souboru

Vyhodnocení otázek č. 1- č. 3

### Otázka č. 1 – Pohlaví

Graf č. 1

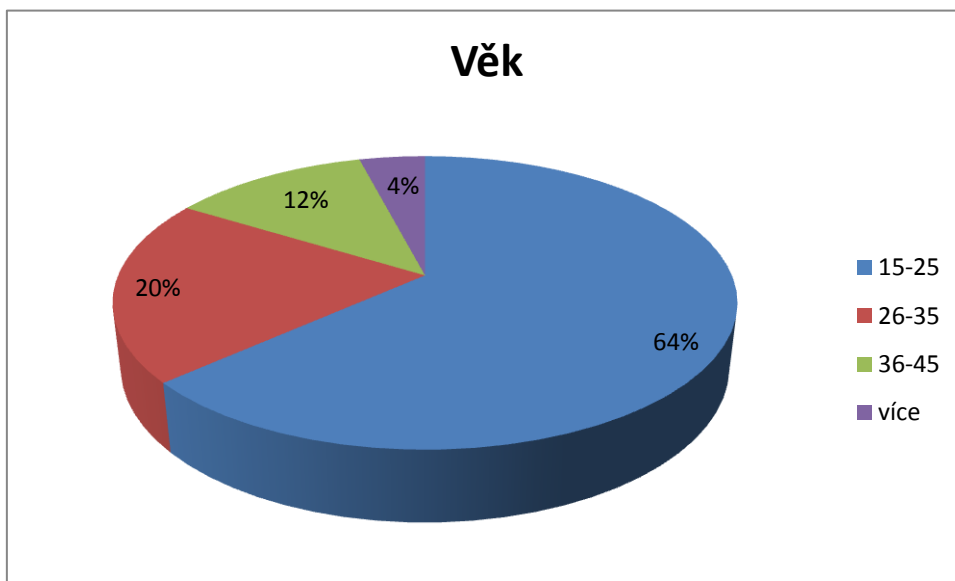


Zdroj: vlastní

Z tohoto grafu je patrné, že z celkového počtu respondentů 133, vyplnilo dotazník 67% žen a 33% mužů. Našeho průzkumu se tedy zúčastnilo více žen, což přisuzujeme zaměření dotazníkového šetření na nanotechnologie a potraviny.

## Otázka č. 2 – Věk

Graf č. 2

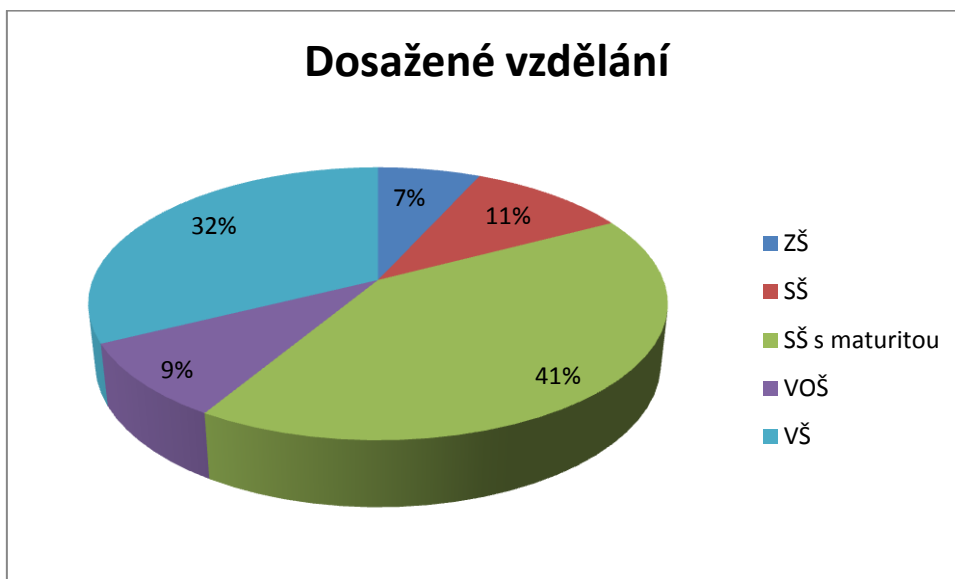


Zdroj: vlastní

Graf č. 2 znázorňuje věkové rozložení zkoumaného souboru. Nejvíce zastoupenou věkovou skupinou v našem průzkumu jsou respondenti ve věku 15-25 let s počtem 78 tedy 64%. Druhou nejpočetnější skupinou je věkové rozmezí 26-35 let s počtem 25 respondentů tedy 20%. Následuje skupina ve věku 36-45 let s počtem 15 respondentů – 12%. Pouhých 5 respondentů, tzn. 4%, je ve věku nad 45 let.

### Otázka č. 3 – Dosažené vzdělání

Graf č. 3



Zdroj: vlastní

Z výše uvedeného grafu je zřejmé, že z celkového počtu dotazovaných uvedlo 41% jako své dosažené vzdělání středoškolské s maturitou, 32% respondentů uvedlo vysokoškolské vzdělání, 11% zaznamenalo vzdělání středoškolské, 9% vyšší odborné vzdělání a 7% dotazovaných uvedlo vzdělání základní.

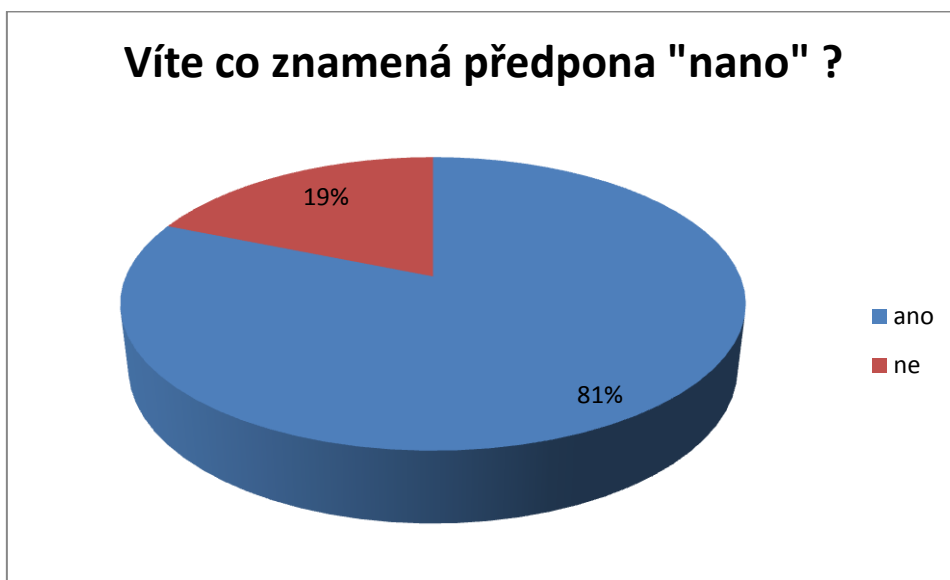
Z našeho šetření však také vyplynulo, že znalosti pojmu nanotechnologie a následně pak vědomí o používaných nanotechnologiích v potravinářství nijak zásadně nesouvisí s dosaženým vzděláním respondentů.

## 11.2 Problematika nanotechnologií

### Vyhodnocení otázek č. 4 – č. 15

#### Otázka č. 4 – Víte co znamená předpona „nano“ ?

Graf č. 4



Zdroj: vlastní

Na otázku „Víte, co znamená předpona *nano* ?“ nám 81% respondentů odpovědělo, že ano. Tuto odpověď zvolilo celkem 108 respondentů. Pouhých 19 % dotazovaných tuto předponu nezná, tedy celkem 38 z nich zvolilo odpověď ne.

**Otázka č. 5 – Setkal/a jste se již někdy s pojmem „nanotechnologie“ ?**

**Otázka č. 6 – Pokud ano, kde?**

Graf č. 5



Zdroj: vlastní

Překvapující výsledky přinesla další z otázek, na kterou měli respondenti odpovídat. Otázka zněla: „ Setkal/a jste se již někdy s pojmem *nanotechnologie*?“ Z odpovědí měli dotazovaní na výběr pouze ano – ne. Podivuhodných 71% respondentů uvedlo první nabízenou možnost, tedy odpověď ano. To znamená, že 95 z oslovených se již někdy s tímto pojmem setkala. Zbýlých 29% označilo odpověď ne, tedy 38 z nich nikdy o tomto pojmu neslyšela.

Graf č. 6



Zdroj: vlastní

N=243

K otázce č.5 byla doplňující otázka č. 6 pro ty, kteří zvolili odpověď ano. Zajímalo nás, odkud pojem nanotechnologie znají. Tato otázka byla polouzavřená. Respondenti měli na výběr ze čtyř daných odpovědí, nebo mohli zvolit odpověď „jinde“ a dopsat, kde se s tímto pojmem setkali. Dotazovaní mohli v tomto případě označit více odpovědí najednou. Celkový počet odpovědí dával tedy součet 243.

Výše uvedený graf č. 6 poukazuje na to, že nejčastěji se lidé, kteří dotazník vyplňovali, seznámili s pojmem nanotechnologie na internetu. Tuto odpověď zvolilo 31% respondentů a tato odpověď byla zvolena celkem 76x. Dále 28% tázaných uvedlo jako zdroj této informace školu. Tato možnost byla označena 69x. Na další místo se dostala s 22% televize, která byla uvedena celkem 53x. V časopise se o pojmu nanotechnologie dočetlo 13% respondentů a tato odpověď byla zvolena 31x. Jen 6% dotazovaných zvolilo odpověď „jinde“.

**Otázka č. 7 – Slyšel/a jste už o využití nanotechnologií v potravinářství?**

Graf č. 7



Zdroj: vlastní

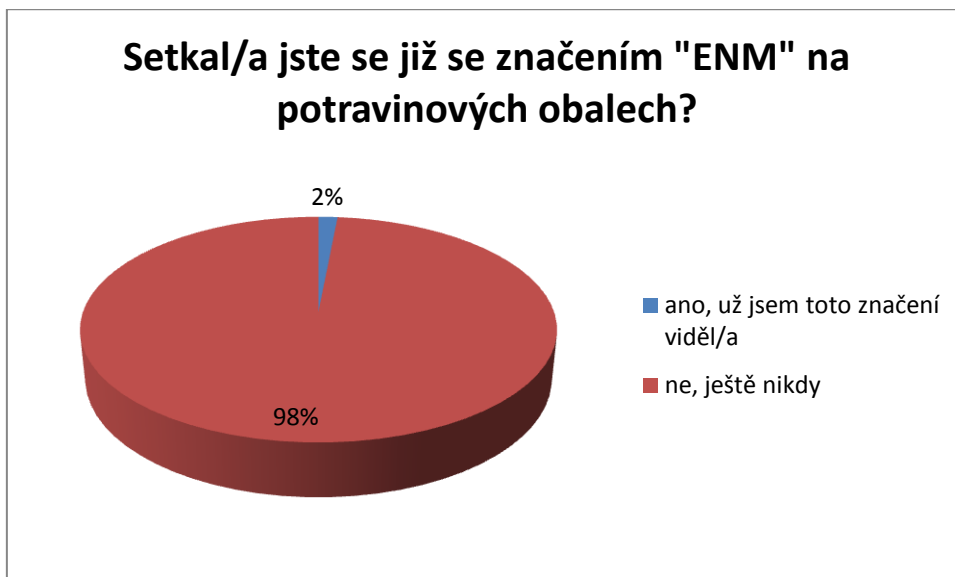
Z celkového počtu respondentů jich 73% odpovědělo na otázku, zda již někdy slyšeli o použití nanotechnologií v potravinářství, že ne. 27% z nich naopak uvedlo, že již o tomto použití slyšeli, což je vzhledem k dosud moc nezveřejňovaným informacím v tomto oboru celkem neočekávaných 36 dotazovaných.



**Otázka č. 8 - Setkal/a jste se již se značením „ ENM“ (engineered nanomaterials = vyrobené nanomateriály) na potravinových obalech?**

**Otázka č. 9 – Pokud ano, kde? U jakých potravin?**

Graf č. 8



Zdroj: vlastní

Na otázku, zda se již někdy setkali s označením ENM na potravinových obalech, byly odpovědi v podstatě jednoznačné. 98% z celkového počtu dotazovaných uvedlo, že toto značení ještě nikdy nevidělo. Pouhá 2% se již někdy setkala s označením ENM. Je to z toho důvodu, že u nás v České republice není povinnost takto značit potraviny, při jejichž výrobě byly použity nanotechnologie.

Respondentů, kteří odpověděli, že už se s tímto značením setkali, jsme se ptali v otázce č. 9 kde a u jakých potravin. V obou dvou uvedených případech se jednalo o potraviny zahraniční (zakoupené v zahraničí). Konkrétně šlo dle respondentů o mléko a výrobky ze sóji.

**Otázka č. 10 – Kontrolujete pravidelně značení na potravinách, které si kupujete?**

Graf č. 9



Zdroj: vlastní

Na tomto grafu je znázorněné, kolik respondentů pravidelně kontroluje etikety potravin, které si kupuje. V dotazníku uvedlo 62% respondentů, že značení potravin kontrolují občas. Pravidelně (vždy) sleduje etikety 22% dotazovaných a 16% se přiznalo, že značení na potravinách nesleduje nikdy.

**Otázka č. 11** - V potravinářském průmyslu mají nanotechnologie, mimo jiné, úlohu chránit potraviny před jejím poškozením, zkažením, znehodnocením... U těchto výrobků je z počátku také ale předpokládána vyšší cena. **Podpořil/a byste tyto výrobky na našem trhu?**

**Otázka č. 12 – Pokud ne, proč?**

Graf č. 10

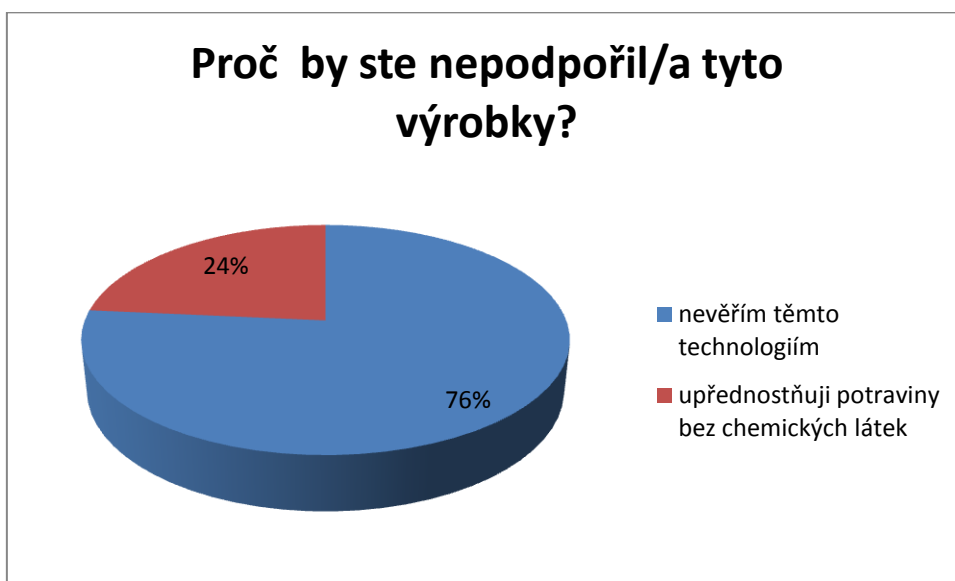


Zdroj: vlastní

V otázce č. 11 nás zajímalo, jak se staví respondenti k používání nanotechnologií v potravinářství na našem trhu. Z grafu č. 10 můžeme vidět, že více jak polovina dotazovaných, přesněji 62% uvedlo, že by podpořili tyto výrobky na našem trhu za předpokladu, že by byli o této problematice více informováni. Nerozhodných v tomto ohledu bylo 25% z dotazovaných a 13% by tyto výrobky jednoznačně nepodpořilo.

Otázka č. 12 byla v dotazníku určena těm, kteří zvolili odpověď ne. Ptali jsme se, z jakého důvodu by výrobky s použitím nanotechnologií na našem trhu nepodpořili.

Graf č. 11



Zdroj: vlastní

Zde můžeme vidět, že z celkového počtu 17 respondentů, kteří uvedli, že by nepodpořili potravinářské výrobky s použitím nanotechnologií na našem trhu, jich 76% udává jako důvod nedůvěru k používaným technologiím (nanotechnologiím). 24% oslovených se shodlo na podobné odpovědi a to takové, že upřednostňují potraviny bez chemických látek, proto by si tyto výrobky nezakoupili.

**Otázka č. 13 – Máte obavy z použití nanotechnologií v potravinářství?**

Graf č. 12

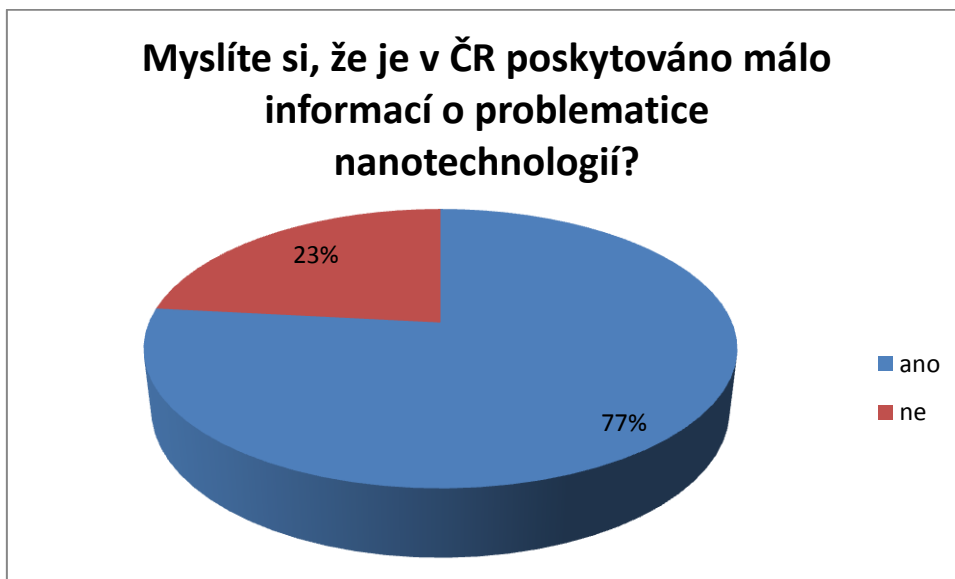


Zdroj: vlastní

Na otázku, zda mají dotazovaní obavy z použití nanotechnologií v potravinářství, nám 51% respondentů uvedlo, že spíše ne. 15% oslovených v této otázce váhá a zvolilo odpověď nevím a 34% má z těchto technologií v potravinářství spíše strach.

**Otázka č. 14 - Myslíte si, že je v ČR poskytováno málo informací o problematice nanotechnologií?**

Graf č. 13



Zdroj: vlastní

Z tohoto grafu vyplývá, že převážná většina oslovených se domnívá, že je u nás, v České republice, poskytováno nedostatečné množství informací o problematice nanotechnologií. Uvedlo tak 77% z celkového počtu 133 dotazovaných. Tento názor nesdílí 23% respondentů, kteří zvolili odpověď druhou – ne.

**Otázka č. 15 - Chtěl/a byste se dozvědět více informací o nanotechnologiích a jejich využití v potravinářství?**

Graf č. 14



Zdroj: vlastní

Podobně jako výsledky z grafu č. 13 dopadly i výsledky otázky č. 15, které jsou uvedeny na tomto grafu. Celých 80% respondentů, tedy přesně 106 oslovených by se chtělo dozvědět více informací o využití nanotechnologií v potravinářství. Naopak bez zájmu o tento obor zůstalo 20% dotazovaných.

## DISKUZE

Na základě cílů této bakalářské práce jsme si stanovili čtyři hypotézy. Dvě z nich byly pomocí našeho průzkumu potvrzeny a dvě vyvráceny.

Jedním z cílů praktické části bylo zjistit míru informovanosti a zájem o problematiku nanotechnologií. V našem průzkumu znalostí pojmu „nanotechnologie“ uvedlo 81% z celkového počtu respondentů, že ví, co znamená předpona „nano“ a 71% zná pojem „nanotechnologie“. Tímto se nám **vyvrátila naše první hypotéza**, protože jsme předpokládali, že informovanost respondentů o tomto pojmu bude 30%.

V uplynulých letech proběhly podobné studie zkoumající znalosti veřejnosti o nanotechnologiích například v USA nebo v Evropě. V roce 2004 se ve Spojených státech výzkumu zúčastnilo 1536 dospělých. Z toho počtu jen necelých 16% vědělo, co to nanotechnologie jsou. Následoval výzkum v roce 2006 opět ve Spojených státech s celkovým počtem 1000 respondentů. Téměř 70% z nich neslyšelo o nanotechnologiích vůbec nic, nebo jen velmi málo. Další zveřejněný výzkum ve Spojených státech se uskutečnil v roce 2008 za účasti 1003 dospělých, kdy 49% z nich neslyšelo o nanotechnologiích vůbec nic, 26% velmi málo a 17% dotazovaných uvedlo, že již o nanotechnologiích slyšeli. (4)

Výsledkem této nedostatečné informovanosti může být to, že spotřebitelé nebudou umět rozpoznat možná rizika a výhody, které tyto technologie přináší. Poslední uvedený výzkum je však z roku 2008, tzn. téměř 6 let starý. Je pravděpodobné, že za tu dobu mohlo dojít k nárůstu informovanosti.

Vyšší procenta výsledků našeho průzkumu mohou být také zapříčiněny tím, že Česká republika patří mezi státy, které se na vývoji těchto nových technologií velmi úspěšně podílí. My bychom to ovšem přisoudili spíše tomu, že námi zkoumaný soubor není zcela reprezentativním vzorkem pro takovýto výzkum.

Jako nejčastější zdroj informací uváděli respondenti internet. Tuto možnost zvolilo 31% dotazovaných. Těsně za internetem se umístila jako zdroj informací o pojmu nanotechnologie škola, kterou uvedlo 28% respondentů. 22% respondentů pak uvedlo, že o tomto termínu slyšelo v televizi. Že se internet dostane na první místo, bylo předvídatelné. Problém je ovšem ve věrohodnosti takto získaných informací. Právě v oblasti



potravinářství je zapotřebí zvýšit důvěru v nanopotraviny a nanovýrobky a to lze zajistit dostatečnými a pravdivými informacemi.

Dále bylo v našem průzkumu zjišťováno, zda by se spotřebitelé chtěli dozvědět více informací o problematice nanotechnologií v potravinářství. S tím byla spojena druhá hypotéza, kdy jsme předpokládali, že více jak 70% dotazovaných by se více informací dozvědět chtělo. Z dotazníkového šetření vyplynulo, že 80% respondentů se dožaduje více informací o nanotechnologiích v potravinářství. Zde se opět dostáváme k faktu, že dostatek informací je v tomto ohledu pro spotřebitele a jejich důvěru velmi důležitý.

**Hypotéza č. 2 byla tedy potvrzena.**

Dalším z našich cílů bylo zjistit, jak spotřebitelé přijímají použití nanotechnologií v potravinářství. Ptali jsme se jich, zda mají obavy z používání těchto technologií v potravinářství. Výsledky byly celkem překvapivé. Ukázalo se, že 51% respondentů nemá obavy z používání nanotechnologií v potravinářství. 15% uvedlo, že neví, zda má nebo nemá obavy z užívání těchto výrobků a 34% zaznamenalo, že obavy má. Námi stanovená **hypotéza č. 3 byla těmito výsledky vyvrácena**. Předpokládali jsme totiž, že více než 50% spotřebitelů bude k potravinám a obalovým materiálům s použitím nanotechnologií spíše nedůvěřiví.

Je možné, že tyto výsledky byly poznamenány převahou skupiny respondentů ve věku 15-25 let, tedy převážně studentů, kteří mají v současné době obecně k novým technologiím pozitivnější přístup, než starší věkové skupiny. Jako další možnost ovlivnění výsledků bereme v úvahu to, že při vyplňování dotazníků odpovídali respondenti nejdříve na otázku č. 11 - *V potravinovém průmyslu mají nanotechnologie, mimo jiné, úlohu chránit potravinu před jejím poškozením, zkažením, znehodnocením... U těchto výrobků je z počátku také ale předpokládána vyšší cena. Podpořil/a byste tyto výrobky na našem trhu?* - kde jsou zmíněny některé vlastnosti nanotechnologií a až následně byla zařazena otázka č. 13, kde dotazovaní odpovídali, zda mají obavy z používání nanotechnologií v potravinářství.

Na výše uvedenou otázku č. 11 více než polovina respondentů – 62% označila odpověď „ano, pokud bych byl/a o těchto výrobcích více informován/a“. 25% dotazovaných uvedlo jako svou odpověď „nevím“ a 13% označilo striktní „ne“.

Na dotaz proč by tyto výrobky nepodpořili, tito respondenti napsali, že nemají k používaným nanotechnologiím důvěru, nebo že preferují potraviny bez přidaných chemických látek.

Respondentů jsme se dále ptali, zda pravidelně kontrolují značení na potravinách, které si kupují. Tuto otázku jsme do dotazníku zařadili z důvodu zjištění, zda se spotřebitelé vůbec zajímají o složení potravin, které si kupují. Na tuto otázku nám 62% dotazovaných odpovědělo, že etikety kontrolují občas, 22% je nekontroluje nikdy a 16% respondentů kontroluje značení potravin, které si kupuje, vždy. **Hypotéza č. 4 se tímto potvrdila.** Předpokládali jsme, že pravidelně kontroluje etikety potravin méně než 50% spotřebitelů.

V souvislosti s otázkou, zda spotřebitelé kontrolují etikety potravin, nás zajímalo, jestli už někdy viděli na potravinových obalech značení přidaných nanomateriálů. Odpověď byla jednoznačná. 98% z celkového počtu respondentů se ještě nikdy s tímto značením nesešlo. Pouhá 2% dotazovaných uvedla, že již toto značení viděla. V tomto případě nás zajímalo kde a u jakých potravin. U obou respondentů se jednalo o potraviny zakoupené v zahraničí. Bohužel nebylo uvedeno kde přesně. Jedním ze zakoupených takto označených výrobků bylo mléko a v druhém případě se jednalo o výrobky ze sóji.

Tento výsledek jsme předpokládali. Legislativa tohoto oboru je totiž stále ve vývoji a diskuze ohledně značení těchto potravin jsou dost živé. Výrobci zatím pořád nemají povinnost uvádět na obalech svých potravin, že byly při výrobě použity nanotechnologie, nebo že výrobky obsahují přidanou nanosložku.

Legislativa zatím určuje následující. Výrobci, kteří chtějí uvést na trh potraviny vyrobenou za pomoci nanotechnologie, musí splnit nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 258/97 o nových potravinách a nových složkách potravin. Dále se autorizace nanomateriálů, které přicházejí do styku s potravinami, řídí nařízením Komise (EU) č. 10/2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami. Nařízením Komise (ES) č. 450/2009 – požadavek na individuální posuzování rizika z nanočástic – se musí řídit výrobci, kteří chtějí využít nanomateriálů v aktivních a inteligentních obalech a předmětech přicházejících do styku s potravinami. (8)

Evropský parlament navrhuje, aby se na potravinových obalech uvádělo značení „vyrobené nanomateriály“. To považuje za kompromisní řešení, protože uvádění veškerých nanosložek by znamenalo povinnost uvádět i přirozeně přítomné látky

v nanorozměrech a touto povinností by pak byly zasaženy mnohé běžné potraviny. (8)

Důvod, proč výrobci zatím u svých potravin neuvádí přidanou nanosložku, nebo použití nanotechnologií, je podle našeho názoru právě chybějící legislativa a zatím pořád nejasné účinky na lidské zdraví. Výrobci se tak obávají reakcí spotřebitelů. Proto, přestože již nanotechnologie využívají, to zatím udržují v tajnosti.

Během zpracovávání této bakalářské práce, jsme v rámci průzkumu k praktické části oslovili desítku potravinářských firem u nás v České republice. Chtěli jsme vědět, zda při výrobě využívají nanotechnologie, či vyrábějí potraviny nebo obalové materiály s přidanou nanosložkou. Od každé z těchto firem jsme obdrželi stejnou odpověď: „Nemůžeme vám poskytnout žádné informace“.

Tato část průzkumu byla tedy neúspěšná se závěrem, že dokud nebude úplná legislativa k tomuto vcelku novému oboru, nebude ani značení na potravinách o přidaných nanosložkách a spotřebitelé budou udržováni stále v nevědomosti o nanopotravinách na našem trhu.

## ZÁVĚR

Vzhledem ke skutečnosti, že jsou nanotechnologie velmi intenzivně se rozvíjejícím oborem (jak již bylo v této práci několikrát zmíněno), který proniká i do potravinářského průmyslu a nabízí zde široké možnosti uplatnění, je žádoucí podat veřejnosti dostatečné informace o tomto faktu, protože to, jak budou nanotechnologie u nás přijaty, závisí především na jejich bezpečnosti pro člověka a životní prostředí. Proto je třeba informovat spotřebitele tak, aby byli schopni sami se rozhodnout o nákupu a používání těchto nanovýrobků.

Pro tuto práci jsme si stanovili tři cíle, které jsme splnili za pomoci našeho průzkumu. Ukázalo se, že přestože informovanost respondentů o pojmu nanotechnologie je překvapivě vysoká, informovanost o použití nanotechnologií v potravinářství je o poznání menší. V České republice (a oproti například USA i v Evropské unii) je veřejnosti poskytováno jen velmi málo informací o možnostech využití těchto technologií právě v potravinářském průmyslu. Průzkumem bylo také zjištěno, že 34% oslovených spotřebitelů má k výrobkům s přidanými nanotechnologiemi převážně nedůvěřivý postoj, což podle našeho názoru vyplývá právě z nedostatečného poskytování informací týkajících se tohoto tématu.

Pokud by se v příštích letech přistupovalo k této problematice svědomitěji a zodpovědněji z hlediska výzkumu rizik spojených s tímto vývojem a vlivem nanovýrobků na lidské zdraví, budou pozitivní účinky nanomateriálů v potravinách a jejich obalech důvodem jejich dalšího a rozsáhlejšího používání.

Ovšem bez posouzení rizik a bez dostatku informací pro veřejnost bude jejich použití nereálné, jelikož bezpečnost potravin je pro spotřebitele hlavní.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

1. SHRBENÁ, J., ŠPERLINK K.. *Nanotechnologie v České republice 2012*. 1. vyd. Praha: Septima, 2012, 367 s. ISBN 978-80-7216-305-2.
2. HOŠEK, J. *Úvod do nanotechnologie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2011, 170 s. ISBN 978-80-01-04555-8.
3. PRNKA T., ŠPERLINK K. *Nanotechnologie*. Vyd. 1. Ostrava: Repronis, 2004. ISBN 80-732-9070-7.
4. SYNKOVÁ, M. *Nanotechnologie v potravinářství*. Brno, 2013. Diplomová práce. Masarykova univerzita.
5. KAŠPAROVÁ, L. *Nanotechnologie. 21. Století*. 2014, roč. 2014, č. 9.
6. ZÍTKA, O. *Moderní nanotechnologie na počátku 21. století*. první vydání 2013. Brno: Mendelova univerzita v Brně: Vysoké učení technické v Brně, 2013. ISBN 978-80-214-4802-5.
7. KRATOCHVÍL, B., V. ŠVORČÍK a D. VOJTĚCH. *Úvod do studia materiálů*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 2005, 190 s. ISBN 80-708-0568-4.
8. KVASNIČKOVÁ, A. *Aplikace nanotechnologie v potravinářství. Informační centrum bezpečnosti potravin Mze* [online]. 2009 [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: [http://www.nanotechnologie.cz/storage/Nanotechnologie\\_web-final.pdf](http://www.nanotechnologie.cz/storage/Nanotechnologie_web-final.pdf)
9. KOVÁČ, J. *Praktický lékař: Budúcnost nanotechnologie v medicíne a stomatologii*. 2012. č. 6, s. 334-338. ISBN 0032-6739.
10. FOJTÍK, A., et al. *Nanočástice a nanostruktury v biomedicínských aplikacích. Praktický lékař*. 2012, č. 8, s. 440-444 . ISBN 1803-6597
11. SEKHON, B. S. *Food nanotechnology - an overview. Nanotechnology, Science and Applications*. 2010, č. 3, s. 1-15.
12. GREBLER, S., et al. *Nanoparticles and nanostructured materials in the food industry. Institute of Technology Assessment of the Austrian Academy of Sciences*. 2010, č. 4.

13. BRADLEY, E. L., et al. Applications of nanomaterials in food packaging with a consideration of opportunities for developing countries: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Trends in Food Science*. 2011, roč. 22, č. 11, s. 604-610. ISSN 09242244. DOI: 10.1016/j.tifs.2011.01.002.
14. MARSH, K., BUGUSU B. Food Packaging-Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal of Food Science*. 2007, roč. 72, č. 3. DOI:10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x
15. CUSHEN, M., et al. Nanotechnologies in the food industry, Recent developments, risks and regulation: What we do not know. *Trends in Food Science*. 2012, roč. 24, č. 1, s. 30-46. ISSN 09242244. DOI: 10.1016/j.tifs.2011.10.006.
16. DUNCAN, T. V. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2011, roč. 363, č. 1, s. 1-24. ISSN 00219797. DOI:10.1016/j.jcis.2011.07.017.
17. BUZBY, J. C. Nanotechnology for Food Applications: More Questions Than Answers. *The Journal of Consumer Affairs*. 2010, roč. 44, č. 3, s. 528-545.
18. DUDO, A., et al. Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. *Appetite*. 2011, roč. 56, č. 1, s. 78-89. ISSN 01956663. DOI: 10.1016/j.appet.2010.11.143.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

19. Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě. [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: [www.khsova.cz](http://www.khsova.cz)
20. Nanopinion: Nanotechnologie: Kam by nás měla dovést?. [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://nanopinion.eu/cs/about-nano/životní-prostředí>
21. VEČEŘA, Oldřich. Nanotechnologie čistí životní prostředí. *Pozitivní zprávy* [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://pozitivni-zpravy.cz/nanotechnologie-cisti-zivotni-prostredi-v-okoli-chemicky/> -

22. Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze. *Informace o nových obalech* [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: [http://www.khsstc.cz/dokumenty/informace-o-novych-obalech\\_1383\\_27\\_1.html](http://www.khsstc.cz/dokumenty/informace-o-novych-obalech_1383_27_1.html)
23. Institut pro testování a certifikaci a.s. *Výrobky určené pro styk s potravinami* [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.itczlin.cz/cz/food-contact-material>
24. Gate2biotech: Vše o českých biotechnologiích. [online]. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.gate2biotech.cz>
25. OMNI NANO: Our Future and Nanotechnology. [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.omninano.org/nano/our-future-and-nanotech>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AFM	mikroskop atomových sil
Ag	stříbro
Au	zlato
Apod.	a podobně
C	cíl
DLC	diamond like carbon
ENMs	přidané nanomateriály
FCM	materiály přicházející do styku s potravinami
H	hypotéza
HPHT	metoda High pressure High temperature
nm	nanometr
STM	scanovací tunelovací mikroskop
tzn.	to znamená
UV	ultra fialové
μm	mikrometr



# SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1      Aplikace nanotechnologií v balení potravin

## SEZNAM GRAFŮ

- Graf č. 1 Pohlaví
- Graf č. 2 Věk
- Graf č. 3 Dosažené vzdělání
- Graf č. 4 Víte co znamená předpona „nano“ ?
- Graf č. 5 Setkal/a jste se již někdy s pojmem „nanotechnologie“?
- Graf č. 6 Kde jste se setkal/a s pojmem nanotechnologie?
- Graf č. 7 Slyšel/a jste už o využití nanotechnologie v potravinářství?
- Graf č. 8 Setkal/a jste se už někdy se značením ENM na potravinových obalech?
- Graf č. 9 Kontrolujete pravidelně značení na potravinách, které si kupujete?
- Graf č. 10 Podpořil/a byste nanovýrobky na našem trhu?
- Graf č. 11 Proč byste je nepodpořil/a?
- Graf č. 12 Máte obavy z použití nanotechnologií v potravinářství?
- Graf č. 13 Myslíte si, že je v ČR poskytováno málo informací o nanotechnologiích?
- Graf č. 14 Chtěl/a byste se dozvědět více o oboru nanotechnologie?

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1      Relativní velikosti atomů, biomolekul, bakterií a buněk
- Obrázek č. 2      Nanotechnologie v diagnostice
- Obrázek č. 3      Nanotechnologie a čištění vody
- Obrázek č. 4      Nanosenzory v obalech potravin

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Tabulka společností provádějící nanotechnologický výzkum a vývoj

Příloha č. 2 Dotazník

Příloha č. 3 Informační leták

# PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Přehled hlavních společností vyrábějících potraviny a nápoje, ve kterých se provádí nanotechnologický výzkum a vývoj (V&V)

<b>Nestlé (Švýcarsko):</b>	podporuje nanotechnologickou potravinářskou výzkumnou skupinu; veřejně dostupných informací je málo
<b>Altria (Kraft Foods, USA):</b>	založila v r. 1999 první potravinářskou laboratoř zaměřenou na nanotechnologie; financuje a sponzoruje NanoteK Consortium – V&V “smart drinks” (inteligentních nápojů) a nanokapslí
<b>Unilever (V. Británie &amp; Nizozemí): V&amp;V nanokapslí</b>	v r. 1997 Unilever vytvořil joint venture s Cambridge University – vzniklo Unilever Cambridge Center for Molecular Informatics. V roce 2002 se Unilever rozhodl investovat během tří let 30 milionů EUR do vlastního V&V v Santa Barbaře (Kalifornie) zaměřeného na nové technologie, včetně genomiky a nanotechnologie
<b>PepsiCo (USA):</b>	zaujímá 4. místo na seznamu top10 společností pro výrobu potravin a nápojů
<b>Cargill (USA):</b>	zaujímá 7. místo na seznamu top10 společností pro výrobu potravin a nápojů; spolupracuje s EcoSynthetix na vývoji kukuřičného škrobu ve formě nanočástic pro lepenkové obaly
<b>ConAgra (USA):</b>	zaujímá 8. místo na seznamu top10 společností pro výrobu potravin a nápojů
<b>General Mills:</b>	vynakládá 6–9000 milionů USD do V&V souvisejícího s nanotechnologiemi
<b>H.J.Heinz:</b>	sektor zaměřený na potraviny (zvýrazňovače chuti a vůně) používá nanotechnologii, nanomateriály se používají v obalech
<b>Campbell Soup (USA):</b>	jedním z cílů je zvýrazňovač chuti a aroma
<b>Maruha (Japonsko):</b>	přední producent potravin z moře v Japonsku
<b>Associated British Foods (V. Británie):</b>	mezinárodní skupina pro potraviny, přísady a obchod
<b>Ajinomoto (Japonsko):</b>	nanotechnologický V&V se týká lepší absorpce nutrientů a systému dopravujícího jak potraviny, tak farmaka

<b>DuPont Food Industry Solutions (USA):</b>	strategický partner pro potraviny, nápoje a potravinářské přísady; založen v květnu 2003; Dupont provádí výzkum zaměřený na “food engineering” týkající se velikosti částic, a to ve svém oddělení Particle Size and Technology Research Group ve Wilmingtonu, Delaware (USA). Společnost odmítá podávat podrobnější informace.
<b>McCain Foods (Kanada):</b>	soukromá kanadská potravinářská korporace; v roce 2002 zaujímala 7. místo na žebříčku zmrazených potravin
<b>Nippon Suisan Kaisha (Japonsko):</b>	druhý největší výrobce produktů z moře v Japonsku; zpracované ryby tvoří více než 45 % obrátu společnosti
<b>Nichirei (Japonsko):</b>	v Japonsku na 1. místě ve výrobě zmrazených potravin
<b>BASF (Německo):</b>	roční prodej výrobků na bázi nanotechnologie nyní tvoří ca 2 000 milionů EUR; většina z tohoto prodeje se netýká potravin, ačkoliv BASF prodává potravinářská aditiva (karotenoidy) ve formě nanočástic
<b>Goodman Fielder (Austrálie):</b>	největší výrobce potravin v Austrálii
<b>John Lusty Group, PLC:</b>	dovoz a distribuce potravin ve Velké Británii
<b>La Doria:</b>	přední italský zpracovatel výrobků na bázi rajčat
<b>Northern Foods:</b>	jeden z největších výrobců potravin ve V. Británii
<b>United Foods:</b>	soukromý výrobce a zpracovatel zeleniny; firma založena ve V. Británii

Zdroj: <http://www.agroporadenstvi.cz/default.asp?ids=0&ch=555&typ=1&val=45194>

## Příloha č. 2 – Dotazník

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Barbora Hynková a jsem studentkou třetího ročníku oboru Asistent ochrany a podpory veřejného zdraví Fakulty zdravotnických studií Západočeské university v Plzni.

Dovolte mi obrátit se na Vás s žádostí o vyplnění tohoto krátkého dotazníku, který slouží k průzkumu zjištění míry informovanosti české populace o pojmu nanotechnologie, se zaměřením především na nanotechnologie v potravinářském průmyslu.

Dotazník je **zcela anonymní** a všechny zjištěné informace budou použity pouze ke zpracování mé bakalářské práce.

Dotazník je složen z 15 otázek. U každé otázky vždy zaškrtněte jednu odpověď, není-li uvedeno jinak.

Za Vaši ochotu a čas strávený vyplněním dotazníku předem děkuji.

Barbora Hynková

### **1. Pohlaví**

- a) muž
- b) žena

### **2. Věk**

- a) 15-25
- b) 26-35
- c) 36-45
- d) více

**3. Dosažené vzdělání**

- a) ZŠ
- b) SŠ s maturitou
- c) SŠ
- d) VOŠ
- e) VŠ

**4. Víte, co znamená předpona „nano“?**

- a) ano
- b) ne

**5. Setkal/a jste se již někdy s pojmem *nanotechnologie*?**

- a) ano
- b) ne

Pokud **ne**, přejděte na otázku č. 7.

**6. Pokud ano, kde? (můžete označit více odpovědí)**

- a) na internetu
- b) ve škole
- c) v televizi
- d) v časopise
- e) jinde: .....

**7. Slyšel/a jste už o využití nanotechnologií v potravinářství?**

- a) ano
- b) ne

**8. Setkal/a jste se již se značením „ENM“ (= engineered nanomaterials, = vyrobené nanomateriály) na potravinových obalech?**

- a) ano
- b) ne

Pokud **ne**, přejděte na otázku č. 10.



**9. Pokud ano, kde? U jakých potravin?**

.....  
.....

**10. Kontrolujete pravidelně značení na potravinách, které si kupujete?**

- a) ano, vždy
- b) občas
- c) ne, nikdy

**11.** V potravinovém průmyslu mají nanotechnologie mimo jiné úlohu chránit potravinu před jejím poškozením, zkažením, znehodnocením... U těchto výrobků je také ale z počátku předpokládána vyšší cena.

**Podpořil/a byste tyto výrobky na našem trhu?**

- a) ano, pokud bych byl/a o těchto výrobcích více informován/a
- b) nevím
- c) ne

Při odpovědi **a** nebo **b** přejděte na otázku č. 13.

**12. Pokud ne, proč?**

.....  
.....

**13. Máte obavy z použití nanotechnologií v potravinářství?**

- a) spíše ano
- b) nevím
- c) spíše ne

**14. Myslíte si, že je v ČR poskytováno málo informací o problematice nanotechnologií?**

a) ano

b) ne

**15. Chtěl/a byste se dozvědět více informací o nanotechnologiích a jejich využití v potravinářství?**

a) ano

b) ne

## Slyšeli jste už o využití

# NANOTECHNOLOGIE V POTRAVINÁŘSTVÍ ?

•

*V současné době stále častěji pronikají do podvědomí člověka pojmy jako nanotechnologie a nanomateriály. Tento intenzivně se rozvíjející obor již zasahuje téměř do všech průmyslových odvětví.*



*Využití nanotechnologií zásadně narůstá i v potravinářském sektoru. Zde tyto technologie nabízejí inovace, co se týče zpracovatelnosti, trvanlivosti, bezpečnosti nebo i chuti potravin.*

# NANOTECHNOLOGIE V POTRAVINÁŘSTVÍ



*V tomto oboru může být nanotechnologie aplikována ve všech fázích potravinového cyklu. Nanotechnologie mohou ovlivnit potravinářský průmysl od způsobu pěstování, výroby a zpracování potravin po způsob jejich balení, přepravy a konzumace.*

•

*V současnosti se nejrychleji rozvíjí použití nanotechnologie hlavně v sektoru balení potravin. Dalšími příklady použití nanotechnologií v potravinářství jsou identifikace bakterií a monitorování kvality potravin za použití biosenzorů, nanozapouzdřování bioaktivních složek potravy a další.*

•

*Firmy vyvíjejí nanomateriály, které změní nejenom chuť jídla, ale zlepší i jeho nezávadnost a prospěšnost pro zdraví.*

## VÍCE INFORMACÍ O NANOTECHNOLOGIÍCH (NEJEN) V POTRAVINÁŘSTVÍ

### NAJDETE NA:

[WWW.NANOTECHNOLOGIE.CZ](http://WWW.NANOTECHNOLOGIE.CZ)

[WWW.FOODNET.CZ](http://WWW.FOODNET.CZ)

[WWW.BEZPECNOSTPOTRAVIN.CZ](http://WWW.BEZPECNOSTPOTRAVIN.CZ)

