

# Účinek organických kyselin na enteropatogenní bakterie

Alena Kadlíková

---

Bakalářská práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav potravinářského inženýrství a chemie  
akademický rok: 2005/2006

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alena KADLÍKOVÁ**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Účinek organických kyselin na enteropatogenní bakterie**

Zásady pro vypracování:

Formou literární rešerže zpracujte výše uvedené téma.  
Zaměřte se na sledování antimikrobiálních účinků organických kyselin na mikroflóru chlazené drůbeže.

Rozsah práce:  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:  
**Dle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Pavel Březina, CSc.**  
Ústav potravinářského inženýrství a chemie  
Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2005**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2006**

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006

  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
děkan



  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
ředitel ústavu

## **ABSTRAKT**

První část této práce charakterizuje nejčastější patogenní a enteropatogenní bakterie vyskytující se v potravinách a v tělech živočichů včetně člověka. Jsou zde popsány podmínky jejich růstu a jejich patogeneze. Stručně jsou popsány některé organické kyseliny vyskytující se především v potravinách a mající uplatnění v potravinářském průmyslu.

Dále jsou popsány potravinářské suroviny a výrobky z hlediska jejich kontaminace nežádoucími bakteriemi a způsob účinku organických kyselin na bakterie včetně jejich antimikrobiálního účinku .

Poslední část práce je věnována způsobu využití organických kyselin jako aditiv do krmiv. Jsou zde popsány příznivé účinky, které přídatky těchto kyselin vyvolávají.

Klíčová slova:

Patogenní mikroorganismy, organické kyseliny, antimikrobiální účinky

## **ABSTRACT**

The first part of my project is concerned it deals with the most usual pathogenic and enteropathogenic bacterias present in food and animal bodies including human ones. It describes the conditions of their grow and their pathogenesis. Moreover, it deals with some kinds of organic acids present particularly in food and used in food industry.

In addition it deals with food materials and products in view of the level of their contamination by unnecessary bacterias, as well as the way of the effect of organic acids on bacterias, including their antimicrobial effect.

Last part of my project is devoted to the use of organic acids as additives into fodders. The optimal effects of the added organic acids are desribed.

Keywords:

Pathogenic mocoorganism, organic acids, antimicrobial effects

Ráda bych poděkovala prof. Ing. Pavlu Březinovi z Ústavu potravinářského inženýrství za odborné rady, konzultace a čas, který mi věnoval při sestavování této bakalářské práce, bez nichž by nevznikla. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Leoně Čechové, Ph.D. za poskytnutí některých materiálů.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uvedena jako spoluautor. Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně.....2006

.....

podpis

# OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>1 BAKTERIE.....</b>	<b>11</b>
1.1 PATOGENNÍ BAKTERIE.....	11
1.1.1 Podmíněné patogeny .....	11
1.1.2 Primární patogeny .....	12
1.2 SALMONELY .....	12
1.2.1 Popis .....	12
1.2.2 Hostitelé a patogenita.....	12
1.2.3 Kontaminace .....	13
1.2.4 Prevence .....	14
1.3 SHIGELY .....	14
1.3.1 Popis .....	14
1.3.2 Patogeneze.....	14
1.3.3 Epidemiologie .....	15
1.4 ESCHERICHIE.....	15
1.4.1 Popis .....	15
1.4.2 Patogeneze.....	16
1.4.3 Epidemiologie .....	16
1.4.4 Kmeny způsobující průjem .....	16
1.5 KLEBSIELY, ENTEROBAKTERY, PROTEY A OSTATNÍ TYČKY ČELEDI <i>ENTEROBACTERIACEAE</i> .....	16
1.5.1 Klebsiely .....	17
1.5.2 Enterobaktery .....	17
1.5.3 Hafnie .....	17
1.5.4 Protey .....	17
1.5.5 Citrobaktery.....	17
1.6 PSEUDOMONÁDY .....	18
1.6.1 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	18
1.6.2 <i>Pseudomonas mallei</i> a <i>Pseudomonas pseudomallei</i> .....	18
1.7 KAMPYLOBAKTERY A HELIKOBAKTERY .....	18
1.7.1 Kampylobaktery .....	19
1.7.2 Helikobaktery .....	20
1.8 VIBRIA .....	20
1.8.1 Charakteristika .....	20
<b>2 ORGANICKÉ KYSELINY .....</b>	<b>22</b>
2.1 NIŽŠÍ MASTNÉ KYSELINY.....	22
2.1.1 Mravenčí kyselina .....	22
2.1.2 Octová kyselina .....	22
2.1.3 Propionová kyselina .....	23
2.1.4 Máselná kyselina.....	23
2.1.5 Kyseliny kapronová, kaprylová, kaprinová .....	23

2.2	NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY .....	23
2.2.1	Sorbová kyselina .....	23
2.2.2	Kyselina olejová.....	24
2.3	ALIFATICKÉ DIKARBOXYLOVÉ KYSELINY .....	24
2.3.1	Šťavelová kyselina .....	24
2.3.2	Malonová kyselina .....	24
2.3.3	Jantarová kyselina .....	24
2.4	HYDROXYKyseliny .....	24
2.4.1	Mléčná kyselina .....	24
2.4.2	Jablečná a vinná kyselina .....	25
2.4.3	Citronová kyselina .....	25
2.5	AROMATICKÉ KARBOXYLOVÉ KYSELINY .....	25
2.5.1	Benzoová kyselina .....	25
2.5.2	Salicylová kyselina.....	26
<b>3</b>	<b>VÝSKYT NEŽÁDOUCÍCH BAKTERIÍ .....</b>	<b>27</b>
3.1	VÝSKYT NEŽÁDOUCÍCH BAKTERIÍ V POTRAVINÁŘSKÉM A KVASNÉM PRŮMYSLU.....	27
3.1.1	Boj proti nežádoucím mikroorganismům.....	27
3.1.2	Použití chemických prostředků .....	27
3.2	LAHŮDKÁŘSKÉ VÝROBKY .....	27
3.3	VEJCE.....	28
3.4	DRŮBEŽ.....	28
3.5	MASO VEPŘOVÉHO A HOVĚZÍHO DOBYTKA.....	29
3.6	MASNÉ VÝROBKY .....	29
3.7	RYBY.....	29
3.8	RYBÍ VÝROBKY .....	30
<b>4</b>	<b>ANTIBAKTERIÁLNÍ ÚČINEK KYSELIN.....</b>	<b>31</b>
4.1	PŮSOBENÍ ORGANICKÝCH KYSELIN OBECNĚ NA MIKROORGANISMYSY .....	31
4.1.1	Přímý účinek organických kyselin na buněčné stěny .....	31
4.2	ORGANICKÉ KYSELINY JAKO KONZERVAČNÍ LÁTKY .....	32
4.2.1	Způsob účinku .....	32
4.2.2	Mechanismy rezistence .....	32
4.3	VYUŽITÍ ORGANICKÝCH KYSELIN NA KONZERVACI A JAKOST SILÁŽE .....	32
4.3.1	Důvod silážování.....	33
4.3.2	Vliv na chutnost siláží.....	33
4.3.3	Použití kyseliny mravenčí .....	33
4.3.4	Použití kyseliny propionové.....	34
4.4	ÚČINEK C <sub>2</sub> – C <sub>18</sub> KYSELIN NA ENTEROPATOGENNÍ BAKTERIE .....	35
4.4.1	<i>Escherichia coli</i> .....	35
4.4.2	<i>Salmonely</i> .....	35
4.4.3	<i>Clostridium perfringens</i> .....	35

4.5	VYUŽITÍ KYSELINY OLEJOVÉ KE SNÍŽENÍ MIKROBIÁLNÍ KONTAMINACE DRŮBEŽÍ KŮŽE .....	35
4.6	ANTIBIOTIKA VERSUS ORGANICKÉ KYSELINY .....	36
<b>5</b>	<b>POUŽITÍ ORGANICKÝCH KYSELIN JAKO ADITIV .....</b>	<b>38</b>
5.1	NUTNOST ACIDIFIKACE KRMIV .....	38
5.2	ACIDIFIKACE KRMIV DRŮBEŽE .....	38
5.2.1	Bioferm cz spol. s. r. o. ....	38
5.2.2	Bolifor R FA 2300S .....	38
5.2.3	Bolifor FA 2100S .....	39
5.2.4	Acidomid D .....	39
5.3	ACIDIFIKACE KRMIV KRÁLÍKŮ .....	39
5.3.1	Acidomid K .....	40
5.4	ACIDIFIKACE KRMIV PRASAT .....	40
5.4.1	Acidomix@protect .....	40
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>43</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>44</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>49</b>



## ÚVOD

V dnešní uspěchané době člověka ani nenapadne, že suroviny a potraviny, které běžně konzumuje, mohou být napadeny nejrůznějšími, mnohdy život ohrožujícími bakteriemi.

Je snahou zabezpečit trh s potravinami nabízející spotřebitelům nejen kvalitní, ale i zdravotně nezávadné potraviny. Zdravotní nezávadnost potravin může být ohrožena člověkem, zvířetem, prostředím. Základní podmínkou a obecným požadavkem na potravinářské výrobky je, že výrobek nesmí obsahovat patogenní, ani podmíněně patogenní mikroorganismy ani jejich toxiny.

Patogenní bakterie způsobují nemoci člověka, zvířat nebo rostlin. Velmi rychlé rozmnožování mikroorganismů, vyvolané nedostatečnou hygienou i jinými faktory, mohou vést i ke vzniku epidemií. Podmíněné patogeny jsou součástí normální flóry kůže nebo sliznic člověka, kde působí přirozeně tím, že zabraňují kolonizaci jinými potenciálními patogenními bakteriemi. Vyskytnou-li se však na místech, kde normálně nejsou přítomny, nebo odstraňují-li se normálně konkurující bakterie širokospektrými antibiotiky, mohou se pomnožit a způsobit onemocnění.

Mezi obávané bakterie určitě patří salmonely vyskytující se nejčastěji v syrovém mase, ve vejcích, mléce. Zdrojem jsou tedy kuřata, kachny a krůty, v severní Evropě také prasata, v USA hovězí dobytek. Dalším velice rozšířeným střevním patogenem je *Escherichia coli*. Vyskytuje se nejčastěji u savců a ptáků, a ačkoli je vázána na fekální kontaminaci, nevyskytuje se samostatně mimo živočišné tělo. Patogenních bakterií je však mnohem více a jsou popsány v této práci.

K zabránění výskytu, pomnožení a růstu patogenních bakterií nám slouží nejrůznější fyzikální a chemické prostředky a jejich kombinace. Mezi ty chemické patří řada organických kyselin s antibakteriálním účinkem. Jejich použití však nesmí nepříznivě ovlivňovat chuť potravin, výrobní prostředí, zdraví zaměstnanců nebo konzumentů. Jednotlivé organické kyseliny se svým účinkem liší, některé mají vyšší jiné nižší schopnost na danou bakterii antibakteriálně působit.

Další snahou v oblasti potravinářství je omezení používání antibiotik a nahradit je přirozenými látkami. Takovou náhradou mohou být organické kyseliny a jejich deriváty.

V dnešní době se stále více přidávají organické kyseliny jako aditiva do krmiv běžně konzumovaných zvířat. Acidifikovaná krmiva poskytují nezbytnou ochranu

proti škodlivým mikroorganismům. Na trhu již dnes existuje široký výběr přípravků s obsahem účinných organických kyselin jako je např. Bolifor R FA 2300S, Acidomid D atd.

## 1 BAKTERIE

Bakterie jsou po fyzické stránce nejrozmanitější skupinou mikroorganismů, neboť zahrnují zástupce lišící se vztahem ke kyslíku, k různým zdrojům energie i svými nároky na výživu.[1]

### 1.1 Patogenní bakterie

Patogenita neboli schopnost vyvolat onemocnění je u několika mikrobů poměrně vzácná vlastnost. Zahrnuje takové atributy jako je přenosnost z jednoho hostitele na druhého, infekčnost neboli schopnost překonat obranné mechanismy hostitele a virulence, což je schopnost patogenu poškodit hostitele.[2]

Patogenní bakterie způsobují nemoci člověka, zvířat nebo rostlin. Velmi rychlé rozmnožování mikroorganismů a nedostatečná hygiena mohou vést ke vzniku velkých epidemií (tzv. pandemií), které v minulosti zachvacovaly rozsáhlé oblasti světa, dokonce i celé kontinenty. Dnes se díky zvýšené hygieně, důsledné mikrobiologické kontrole a pokročilé lékařské péči epidemie bakteriálních onemocnění vyskytují již jen v rozvojových tropických zemích.[1]

Patogenní bakterie se třídí do dvou velkých skupin: [2]

- Podmíněné patogeny,
- Primární patogeny.

#### 1.1.1 Podmíněné patogeny

Tato skupina bakterií u osob s neporušenou obranyschopností způsobuje onemocnění velmi zřídka. Tyto bakterie však mohou způsobit onemocnění, když je obranyschopnost snížena vrozeným onemocněním, imunosupresivní léčbou nebo chirurgickým výkonem.[2]

Podmíněné patogeny, jako je např. *Escherchia coli*, jsou součástí normální flóry kůže nebo sliznic člověka, kde působí přirozeně tím, že zabráňují kolonizaci jinými potenciálními patogenními bakteriemi. Vyskytnou-li se však na místech, kde normálně nejsou přítomny, nebo odstraňují-li se normálně konkurující bakterie širokospektrými antibiotiky, mohou se pomnožit a způsobit onemocnění.[2]

### 1.1.2 Primární patogeny

Primární patogeny infikují dosud zdravé osoby s neporušenými obrannými schopnostmi a způsobují u nich onemocnění. U osob se sníženou imunitou vyvolávají onemocnění mnohem snáze.[2]

## 1.2 Salmonely

Salmonely jsou ve světě hlavní příčinou alimentárních infekcí. Mnoho onemocnění, snad většina, je však nepoznána. Skutečnou incidenci lze stěží odhadnout.[2]

Salmonely zaujímají už po řadu let první místo v pořadí původců alimentárních infekcí a intoxikací v epidemiologických statistikách industrializovaných zemí – cca 40 – 50 % epidemiologicky charakterizovaných onemocnění a přibližně stejné procento v hodnocení mikrobiálních infekcí a intoxikací způsobených pouze mlékem a mléčnými výrobky.[3]

### 1.2.1 Popis

Salmonely, typické bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*, jsou fakultativně anaerobní gram-negativní tyčky. Od ostatních kmenů téže čeledi se odlišují biochemicky a antigenní strukturou. Normálně se vyskytují ve střevě zvířat.[2]

Optimální teplota růstu je 35 – 37 °C, tepelné maximum a minimum závisí na kmenu. Růst je možný od 5 °C do 47 °C. Salmonely nepřežívají pasteraci s výdrží 16 – 17 s při teplotě vyšší než 65 °C.[3]

Optimální pH pro růst je v rozmezí 6,5 – 7,5, minimální pH pro růst závisí na typu kyseliny, která acidifikuje prostředí. Kyselina octová a propionová inhibovaly růst už při pH 5,5, kyselina mléčná a jablečná v rozmezí pH 4,2 – 4,7, kyselina vinná a citronová teprve při pH 4,05.[3]

Minimální teplota růstu se uvádí 5,5 – 6,5 °C. K růstu při těchto nízkých teplotách je zapotřebí inkubace nejméně 12 – 19 dní.[3]

### 1.2.2 Hostitelé a patogenita

Salmonely jsou v přírodě velmi rozšířeny. Vyskytují se ve střevě všech obratlovců, much, švábů, blech a klíšťat. Infekce zvířat probíhají většinou bez symptomů nebo se projeví jako gastroenteritida, jež se posléze spontánně vyhojí.[2]

*Salmonella typhi* a *Salmonella paratyphi* A, B a C jsou pro člověka primárně patogenní, na člověka jsou adaptovány a ze zvířat se, pokud vůbec, velmi zřídka izolují. *Salmonella paratyphi* B je sice lidský patogen, ale bývá také izolována z dobytka, prasat, drůbeže a jiných zvířat. Cesty přenosu mezi těmito hostiteli nejsou známy.[2]

Infekce těmito mikroby má charakteristicky dlouhou inkubační dobu, 10 – 14 dní, s následnou septikemií–salmonelózou.[2]

Salmonelóza může mít charakter akutní nebo chronický. Příznakem salmonelózy jsou zvracení, průjem, pocity nevolnosti, břišní křeče, horečka, bolesti hlavy a dochází k odvodnění organismu. Onemocnění může způsobit už i 15 – 20 buněk. Přímé šíření salmonelózy od člověka k člověku je velmi výjimečné, bakterie se musí dostat do potravin (do trávicího ústrojí) a to buď rukama nebo pomocí nástrojů.[4]

Ostatními salmonelami adaptovanými na zvířecího hostitele jsou *Salmonella cholerae-suis* (prase), *Salmonella dublin* (dobytek), *Salmonella gallinarum-pullorum* (drůbež), *Salmonella abortus-equi* (kůň) a *Salmonella abortus-ovis* (ovce). Všechny vyvolávají onemocnění, jež svou morbiditou a mortalitou způsobují značné ekonomické ztráty chovatelů zvířat. Všechny mohou u člověka vyvolat onemocnění, jen *Salmonella cholerae-suis* a *Salmonella dublin* infikují člověka pravidelně.[2]

Původci tyfu a paratyfu (*Salmonella typhi* a *Salmonella paratyphi*) jsou vyloženě parazity člověka. Všechny ostatní salmonely mají zvířecí hostitele.[2]

### 1.2.3 Kontaminace

Nejčastějšími zdroji alimentární intoxikace jsou syrové maso nebo produkty přirozeně infikovaných domácích zvířat (vařené maso, vejce, mléko). Maso bývá kontaminováno při porážce nemocného zvířete. Salmonely, jež infikují člověka, však většinou způsobují jen mírné nebo inaparentní onemocnění u zvířat a hlavní riziko představuje kontaminace z vnitřností nosičského zvířete na jatkách a v řeznictví. Nejčastějším zdrojem jsou kuřata, kachny a krůty, v severní Evropě také prasata, v USA hovězí dobytek. Kachní vejce obsahují salmonely velmi často, protože se do vajec dostanou při průchodu vejcovodem dříve, než se vytvoří skořápka.[2]

V minulosti byla nejčastějším původcem salmonelóz *Salmonella typhimurium* jako primární patogen zvířat. V současné době je to pro epidemické rozšíření v chovech drůbeže téměř na celém světě *Salmonella enteritidis*. [2]

#### 1.2.4 Prevence

Zásady prevence salmonelóz lze shrnout: sanovat chovy domácích zvířat, zabránit kontaminaci od hlodavců na všech úrovních produkce potravin a prevence kontaminace z lidských zdrojů na úrovni velkoobchodu, prodavačů a hotelů. Znamená to také překonat ekonomická hlediska chovatelství, což vyžaduje inovaci zařízení a snad nejvíce soustavnou výchovu pracovníků v obchodu na všech úrovních. [2]

### 1.3 SHIGELY

Shigely jsou typické bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* a jsou velmi blízce příbuzné rodu *Escherichia*. [2]

#### 1.3.1 Popis

Shigely jsou gramnegativní tyčky, jež nelze morfologicky odlišit od ostatních střevních tyček. [2]

Rod *Shigella* se dělí do čtyř druhů: [2]

- *Shigella dysenteriae*,
- *Shigella flexneri*,
- *Shigella boydii*,
- *Shigella sonnei*.

#### 1.3.2 Patogeneze

Shigely jsou patogenní pro člověka a primáty. Jsou známy vzácné případy onemocnění psů, ale všechna ostatní zvířata nejsou vnímavá. Infekční dávka je malá, 10 – 100 mikrobů, zřejmě proto, že shigely jsou odolné k účinku kyselého prostředí v žaludku a ve žluči. [2]

Epidemie se objevují hlavně v letních měsících. Zdrojem původců onemocnění jsou většinou majonézové saláty, ale pravděpodobně i jahody a některá zelenina (např. salát) zalévaná závadnou vodou. Za přenašeče původců onemocnění jsou pokládány také mouchy. Příslušníci rodu *Shigella* byli izolováni také z krmiva pro drůbež, z vaječné melanže apod.[7]

### 1.3.3 Epidemiologie

Shigelóza je typická nemoc "špinavých rukou". Fekálně - orální přenos je uskutečňován přímým kontaktem nebo nepřímo kontaminovanými předměty. Alimentární přenos nákazy se děje kontaminovanou potravinou, mlékem a často vodou. Mouchy se mohou uplatnit jako mechanický faktor přenosu. Shigelóza je výlučně lidské onemocnění. Zdrojem nákazy je nemocný člověk nebo rekonvalescent.[5]

Bacilární dysenterie je průjmovitě onemocnění charakterizované krvavými průjmy s křečemi v břiše a konečníku, často se zvracením a vysokou teplotou 2 – 5 dnů po nákaze. Onemocnění způsobí nemocný, často kuchař při hromadných akcích v letních měsících, v dětských táborech, kempech, ale i v klasických stravovacích zařízeních.[6]

## 1.4 ESCHERICHIE

Kmeny *Escherichia coli* a příbuzné gramnegativní bakterie, tzv. „koliformní tyčinky“, jsou nejčastější bakterie aerobní saprofytické střevní flóry člověka a zvířat. V dolní části ilea a zejména v tlustém střevě je bohatá flóra obsahující *Escherichia coli*. Dostává se tam v prvních několika dnech po narození. Kmeny *Escherichia coli* jsou vzhledem k hostiteli rozmanité: některé jsou čistě komenzální, jiné mají faktory virulence a působí jako specifické patogeny ve střevě i mimo střevo, zejména v močovém ústrojí.[2]

### 1.4.1 Popis

*Escherichia coli* je typovým druhem rodu, existují však i jiné druhy. Kmeny *Escherichia coli* jsou obvykle pohyblivé. Rozmezí růstových teplot je 15 – 45 °C. Některé kmeny jsou více termorezistentní než kmeny jiných druhů v čeledi *Enterobacteriaceae* a mohou přežít 60 °C po 15 minut nebo 55 °C po 60 minut.[2]

*Escherichia coli* je gramnegativní tyčinka se zaoblenými konci. Vyskytuje se jednotlivě, ve dvojicích nebo v krátkých řetězcích. *E. coli* je fakultativně anaerobní a biochemicky velmi aktivní.[3]

### 1.4.2 Patogeneze

*Escherichia coli* je také široce rozšířeným střevním patogenem savců a ptáků, a ačkoli je vázána na fekální kontaminaci, nevyskytuje se samostatně mimo živočišné tělo. Některé kmeny jsou patogenní pro člověka a zvířata a způsobují septické infekce a průjmová onemocnění.[2]

### 1.4.3 Epidemiologie

Většina epidemií je spojována s konzumací potravin bovinního původu - to znamená s výrobky z hovězího masa a mléčnými produkty. Další častou možností je konzumace zeleniny zalévané fekálně znečištěnou vodou.[8]

### 1.4.4 Kmeny způsobující průjem

*Escherichia coli* způsobuje: akutní enteritidu mláďat včetně kojenců, selat, telat a jehňat; akutní enteritidu u člověka, postihující všechny věkové kategorie.[2]

Kmeny, které způsobují průjem[2]:

- 1) Enteropatogenní *Escherichia coli* (EPEC) – způsobují průjem kojenců, zejména v tropech,
- 2) Enterotoxigenní *Escherichia coli* (ETEC),
- 3) Enteroinvazivní *Escherichia coli* (EIEC) – způsobují u pacientů všech věkových kategorií onemocnění podobné shigelové dyzenterii,
- 4) *Escherichia coli* produkující vero - cytotoxin (VTEC).

## 1.5 KLEBSIELY, ENTEROBAKTERY, PROTEY A OSTATNÍ TYČKY ČELEDI *ENTEROBACTERIACEAE*

Rody patří do čeledi *Enterobacteriaceae*. Mají všechny vlastnosti této skupiny. Jsou aerobní nebo fakultativně anaerobní. Spolu s rody *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia* a *Yersinia* se někdy označují jako koliformní tyčky.[2]



### 1.5.1 Klebsiely

Pro druh jako celek se užívá jméno *Klebsiella pneumoniae* a pro nejčastěji se vyskytující typickou formu se uvádí *Klebsiella pneumoniae* ssp. *aerogenes*. [2]

*Klebsiella pneumoniae* je rovná tyčka. Jsou nepohyblivé. Mikroby rostou v rozmezí teplot 12 až 43 °C, při optimu 37 °C. Hynou ve vlhkém teple při 55 °C za 30 minut. Vysušené přežívají měsíce, při pokojové teplotě týdny. Klebsiely jsou běžnými původci močových infekcí. [2]

### 1.5.2 Enterobaktery

Druhy rodu *Enterobacter* (dříve *Aerobacter*) mají s druhy rodu *Klebsiella* mnoho společných znaků, zásadně se však liší pohyblivostí. Enterobaktery se pravděpodobně vyskytují přirozeně v půdě a ve vodě, ale lze je občas izolovat ze stolice a dýchacího ústrojí člověka. [2]

### 1.5.3 Hafnie

Dříve byly tyto mikroorganismy klasifikovány do rodu *Enterobacter* jako *Enterobacter alvei* a *Enterobacter hafniae*. Hybridizací DNA se však prokázalo, že tyto mikroby patří do zvláštního rodu. Hafnie jsou ve stolici, v odpadních vodách, v půdě, vodě a v mléčných výrobcích. *Hafnia alvei* je podmíněný patogen. [2]

### 1.5.4 Protey

Rod *Proteus* tvoří *Proteus mirabilis* a *Proteus vulgaris*. Kmeny této skupiny mají značnou morfologickou variabilitu, na agaru po 24 hodinách se však podobají koliformním tyčkám. *Proteus mirabilis* je vyslovený původce močových infekcí u dětí. [2]

### 1.5.5 Citrobaktery

Tito další příslušníci čeledi *Enterobacteriaceae* jsou podmíněně patogenní. Způsobují střevní onemocnění hlavně u dětí, rekonvalescentů a jinak oslabených jedinců. [7]

Tyto bakterie jsou dnes známy jako *Citrobacter ferundii*. Ostatní druhy v tomto rodu jsou *Citrobacter koseri* a *Citrobacter amalonaticus*. Často se izolují ze stolice. Nezpůsobují závažné infekce. [2]

## 1.6 PSEUDOMONÁDY

Rod *Pseudomonas* obsahuje více než 200 druhů, většinou saprofytických, přítomných v půdě, ve vodě a ve vlhkém prostředí. Některé druhy jsou patogenní pro rostliny, hmyz a zvířata. *Pseudomonas aeruginosa* je patogenem člověka. V některých oblastech světa způsobují infekce člověka také *Pseudomonas mallei* a *Pseudomonas pseudomallei*. Výjimečnost *Pseudomonas aeruginosa* jako lidského patogenu spočívá v její adaptabilitě, přirozené rezistenci k dezinfekčním látkám a antibiotikům.[2]

### 1.6.1 *Pseudomonas aeruginosa*

Je to gramnegativní bakterie, striktně aerobní. Anaerobně může růst jen za přítomnosti nitrátů. Roste rychle v širokém rozmezí teplot. Lze ji poznat podle sladké ovocné vůně. *Pseudomonas aeruginosa* se liší od bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* tím, že získává energii ze sacharidů oxidačním a nikoli fermentačním metabolismem.[2]

*Pseudomonas aeruginosa* může infikovat kterýkoli orgán nebo místo na povrchu těla. Je přirozeně rezistentní k většině běžně používaných antimikrobních látek a k běžným nemocničním dezinfekčním prostředkům. Způsobuje velmi nepříjemnou kontaminaci farmaceutických preparátů.[2]

*Pseudomonas aeruginosa* je vytrvalý a odolný saprofyt. Pro šíření infekce je velmi významná její vlastnost přežívat a množit se ve vlhkém prostředí a na vlhkých předmětech.[2]

### 1.6.2 *Pseudomonas mallei* a *Pseudomonas pseudomallei*

*Pseudomonas mallei* je patogenní pro zvířata, ale občas se přenáší i na člověka. *Pseudomonas pseudomallei* je přítomna v běžném prostředí a způsobuje infekce zvířat i člověka. Laboratorní infekce těmito bakteriemi jsou velmi nebezpečné. Oba druhy se snadno kultivují. Čerstvé kultury vydávají intenzivní hnilobný zápach.[2]

## 1.7 Kampylobaktery a helikobaktery

V některých zemích jsou kampylobaktery nejčastějšími původci akutního průjemového onemocnění.[2]

### 1.7.1 Kampylobaktery

Rod *Campylobacter* má 13 druhů, ale význam pro člověka mají jen *Campylobacter jejuni* a *Campylobacter coli*. [2]

Typovým druhem rodu *Campylobacter* je *Campylobacter fetus* jako původce zmetání ovcí a dobytka. Jako podmíněný patogen někdy způsobuje u člověka infekce spojené s bakteriemií, nikdy však u zdravého. [2]

*Campylobacter jejuni* a *Campylobacter coli* jsou malé, štíhlé, spirálové gramnegativní tyčky s jedním bičíkem na každém pólu. Patří k nejrychleji pohyblivým bakteriím vůbec. Při kultivaci je nutno zajistit mikroaerofilní podmínky. Nejlépe rostou při 42 až 43 °C. *Campylobacter coli* je původcem zejména infekcí prasat, *Campylobacter jejuni* je původcem infekcí drůbeže. [2]

Hlavním zdrojem infekce jsou zvířata. Přenos mezi osobami se děje jen v zemích s nízkou úrovní hygieny. *Campylobacter jejuni* a *Campylobacter coli* se vyskytují u různých živočišných druhů, zdá se však, že jsou adaptovány na střevní ústrojí ptáků. Kampylobaktery infikují také domácí zvířata. *Campylobacter jejuni* a *Campylobacter coli*, stejně jako *Campylobacter fetus*, způsobují septické zmetání ovcí. [2]

*Campylobacter jejuni* a *Campylobacter coli* kolonizují drůbež nesmírně snadno. V 1g stolice broilerů je běžně kolem  $10^7$  buněk kampylobakterů. Průmyslové zpracování napomáhá kontaminaci drůbežích produktů. Asi třetina kuřat v obchodech je kontaminována kampylobaktery. Aby však kampylobaktery přežily, musela by být připravená drůbež silně nedovařená nebo nepropečená, a proto se předpokládá, že ke kontaminaci dochází v kuchyni ze syrových kuřat. V menší míře může být v kuchyni zdrojem kampylobakterů syrové maso a vnitřnosti. Poměrná choulostivost kampylobakterů je naštěstí zárukou toho, že se nepomnoží v potravě uložené při pokojové teplotě. [2]

Mořští živočichové, kteří jsou jako mořské produkty konzumované člověkem, představují nebezpečí onemocnění. Běžný proces opracování parou u měkkýšů je považován za dostatečný pro zničení kampylobakterů, nebezpečí zůstává u syrových a nedokonale vařených produktů (syrové ústřice, škeble). [9]

Dobrá úroveň sanitace a především nezávadná provozní voda jsou základním předpokladem úspěšné prevence. K účinné inaktivaci kampylobakterů postačuje pasterace s výdrží delší než 16,5 s při teplotě vyšší než 63 °C. [3]

Ke snížení kontaminací porážené drůbeže vedlo také použití kyseliny askorbové, která inhibuje růst *Campylobacter* sp. při koncentraci 0,05 % a je baktericidní při koncentraci 0,09 %.[10]

### 1.7.2 Helikobaktery

*Helicobacter pylori* osidluje žaludeční sliznici nejméně u jednoho ze čtyř dospělých osob. Ureáza přítomná v žaludku, o níž se předpokládalo, že má původ v buňkách žaludeční sliznice, je produktem *Helicobacter pylori* [2]

*Helicobacter pylori* je gramnegativní spirálová tyčka. Stejně jako kampylobaktery je striktně mikroaerofilní a k růstu potřebuje CO<sub>2</sub>. Na rozdíl od kampylobakterů, které mají jeden holý bičík, *Helicobacter pylori* má trs polárních bičíků chráněných pochvou.[2]

*Helicobacter pylori* kolonizuje kteroukoli oblast žaludku. Bakterie jsou přítomny ve velkém počtu v žaludečním hlenu, jenž pokrývá sliznici, která má pH kolem 7,0. Helikobaktery netolerují kyselé pH.[2]

## 1.8 VIBRIA

### 1.8.1 Charakteristika

Rod *Vibrio* je nejdůležitější skupina v čeledi *Vibrionaceae*. Rod zahrnuje druhy, které se vyskytují ve vodním prostředí, některé způsobují onemocnění u člověka, u mořských obratlovců a bezobratlých. Rod *Vibrio* má dnes více než 30 druhů. Nejvýznamnějšími patogenními druhy jsou *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, a *Vibrio vulnificus*. *Vibrio cholerae* je, stejně jako ostatní vibria, normálním obyvatelům vod v oblastech, kde se cholera nevyskytuje a jeho přítomnost není vázána na kontaminaci stolicí.[2]

Vibria jsou krátké gramnegativní tyčky, obvykle mírně zakřivené a aktivně pohyblivé s jedním bičíkem. Většina vibrií roste při 30 °C, některá halofilní vibria rostou slabě při 37 °C a *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* a *Vibrio vulnificus* rostou při 42 °C. Vibria jsou tolerantní k alkalické reakci, ale téměř nesnášejí kyselé prostředí.[2]

Infekce se většinou šíří kontaminovanou vodou nebo potravou, jako jsou syrové ryby, ústřice, langusty nebo zelenina. Mimo veškerou pochybnost je, že zdrojem kontaminace je stolice nosičů vibrií.[2]

## 2 ORGANICKÉ KYSELINY

Karboxylové kyseliny jsou významné složky především produktů rostlinného původu. Ovlivňují průběh enzymových a chemických reakcí, mikrobiologickou stabilitu potravin během skladování a zpracování, organoleptické i technologické vlastnosti.[11]

V potravinách se vyskytují především karboxylové kyseliny alifatické, alicyklické a aromatické nebo heterocyklické. Mohou v molekule obsahovat jednu karboxylovou skupinu (monokarboxylové kyseliny) nebo několik karboxylových skupin. Často se pak označují jako polykarboxylové kyseliny. Řada karboxylových kyselin obsahuje současně další funkční skupiny.[11]

### 2.1 NIŽŠÍ MASTNÉ KYSELINY

Mezi nižší mastné kyseliny se řadí především nasycené monokarboxylové kyseliny obsahující maximálně 10 atomů uhlíku v molekule, které vedle karboxylové skupiny neobsahují další funkční skupiny.[11]

#### 2.1.1 Mravenčí kyselina

Mravenčí kyselina (HCOOH) je nenižším členem této řady. Ve stopách se vyskytuje volná i esterifikovaná v ovoci, alkoholických nápojích (kde vzniká jako vedlejší produkt kvašení), ve žlutých tucích (kde vzniká oxidativním odbouráváním aldehydů), plísňových sýrech, pražené kávě atd. Někdy se přidává jako konzervační činidlo.[12]

Kyselina mravenčí je bezbarvá. Je obsažena v mravenčím jedu, odtud pochází její název. Dále je obsažena například v kopřivách. Má leptavé účinky. Tvoří jako ostatní kyseliny soli, které nazýváme mravenčany.[13]

#### 2.1.2 Octová kyselina

Octová kyselina (CH<sub>3</sub>-COOH) je nejběžnější karboxylovou kyselinou v potravinách. Je pravidelnou složkou ovoce, kde vyvíjejí činnost mikroorganismy nebo působí přirozené enzymové systémy. Vzniká i záhřevem, např. při pražení kávy a jiných potravin.[12]

Kyselina octová je bezbarvá kapalina ostrého zápachu, dokonale mísitelná s vodou. 5 – 8% vodný roztok kyseliny octové se nazývá ocet.[16]

### 2.1.3 Propionová kyselina

Propionová kyselina ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ ) vzniká při různých kvasných procesech (propionové kvašení), a proto se např. vyskytuje v sýrech, kyselém zelí, pivu atd.[12]

Kyselina propionová v nedisociované formě penetruje přes buněčnou stěnu plísní, kvasinek a bakterií, kterým narušuje metabolismus cukrů a tvorbu DNA. Tímto způsobem inhibuje aktivitu mikroorganismů a snižuje množství nežádoucích produktů jejich metabolismu. Kyselina propionová snižuje počet škůdců ve skladovaném obilí a krmivech. Proniká přes buněčnou stěnu nakladených vajíček škodlivého hmyzu a zamezuje další vývoj zárodku. Proniká přes buněčnou stěnu konzervovaných zrn. Skladované zrno výrazně zpomaluje svoji metabolickou činnost. Nutriční ztráty skladovaných obilovin a krmných směsí prodýcháváním jsou minimální. Kyselina propionová výrazně pozitivně ovlivňuje sekreci trávicích enzymů a působí antibakteriálně v trávicím traktu hospodářských zvířat.[14]

### 2.1.4 Máselná kyselina

Máselná kyselina ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ ) je výsledkem kvašení způsobeného mikroorganismem *Clostridium butyricum*, byla však prokázána i v houbách. Spolu s vyššími kyselinami je vázána v mléčném tuku přežvýkavců jako triacylglycerol.[12]

### 2.1.5 Kyseliny kapronová, kaprylová, kaprinová

Kyseliny kapronová ( $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH}_3$ ), kaprylová ( $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-CH}_3$ ) a kaprinová ( $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_8\text{-CH}_3$ ) se v malém množství vyskytují v másle a kozím mléce. Zároveň jde o produkty fermentace sacharidů v bacheru přežvýkavců.[30]

## 2.2 NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY

### 2.2.1 Sorbová kyselina

Sorbová kyselina ( $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$ ) patří mezi nenasycené mastné kyseliny. Má antimikrobiální účinky, a proto se syntetický přípravek používá jako konzervační činidlo.[12]

### 2.2.2 Kyselina olejová

Bohatým zdrojem kyseliny olejové ( $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ ) jsou rostlinné oleje. Je nezbytnou složkou lipidů vytvářejících biologické membrány, a proto vzniká u všech organismů.[30]

## 2.3 ALIFATICKÉ DIKARBOXYLOVÉ KYSELINY

Alifatické dikarboxylové kyseliny jsou krystalické látky o vysokém bodu tání, které se většinou dobře rozpouštějí ve vodě. Poskytují však nerozpustné vápenaté soli.[12]

### 2.3.1 Šťavelová kyselina

Šťavelová kyseliny ( $\text{HOOC}-\text{COOH}$ ) je v potravinách běžná hlavně ve formě vápenatých nebo draselných solí, a to téměř ve všech surovinách rostlinného původu, zvláště pak v reveni a ve šťovíku. Protože jsou vápenaté a hořečnaté soli šťavelové kyseliny nerozpustné, vylučují se v buňkách četných rostlinných pletiv ve formě drobných krystalků.[12]

### 2.3.2 Malonová kyselina

Malonová kyselina ( $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ) byla dokázána ve víně, houbách i obilovinách. Inhibuje některé oxidační enzymy a zúčastňuje se syntézy mastných kyselin.[12]

### 2.3.3 Jantarová kyselina

Jantarová kyselina ( $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ) byla prokázána v řadě potravinářských materiálů. Ve větším množství se vyskytuje v nezralých plodech, kde při zrání přechází enzymovými pochody ve vinnou a citronovou kyselinu.[12]

## 2.4 HYDROXYKyseliny

Všechny hydroxykyseliny jsou buď látky krystalické nebo viskózní kapaliny ve vodě dobře rozpustné.[12]

### 2.4.1 Mléčná kyselina

Mléčná kyselina se může vyskytovat ve dvou opticky aktivních formách. L-mléčná kyselina je pravotočivá a bývá přítomna v mase a vnitřnostech, kde vzniká při tělesné námaze



z glykogenu. Tvoří se také při mléčném kvašení cukrů, např. mikroorganismem *Lactobacillus bulgaricus*. Levotočivá D-mléčná kyselina vzniká při kvašení cukrů jinými mikroorganismy (např. *Bacterium aerogenes*).[12]

Kyselina mléčná ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ ) je lehce rozpustná a tvoří bezbarvé krystaly. Vzniká v mléce, sýrech, kyselém zelí. Používána je v pekařství, pivovarnictví, k přípravě limonád a při barvení a zušlechťování textilií.[15]

#### 2.4.2 Jablečná a vinná kyselina

Jablečná kyselina neboli hydroxyjantarová kyselina se může vyskytovat ve dvou opticky aktivních formách. V přírodě byla zjištěna pouze v levotočivé L-formě. Hojně je obsažena v ovoci a zelenině, byla však dokázána i v mase, sýrech aj. [12]

Vinná neboli dihydroxyjantarová kyselina. V přírodě se nejčastěji vyskytuje D-vinná kyselina, např. v různém ovoci.[12]

#### 2.4.3 Citronová kyselina

Citronová kyselina je nejvýznamnějším zástupcem této skupiny kyselin. Jde o trikarboxylovou hydroxykyselinu. Rozpouští se snadno ve vodě, methanolu, ethanolu a podobných polárních rozpouštědlech. Citronová kyselina se vyskytuje hojně v ovoci, zvláště v citróněch. V menším množství je obsažena v ostatním ovoci, hlavně rybízu, v malém množství i v bramborách, obilí, ve stopách i v mléce a v mase. Průmyslově se vyrábí kvašením, např. mikroorganismem *Aspergillus niger* nebo z citrónové šťávy. Používá se jí běžně jako přísady do různých konzervářských výrobků, nealkoholických nápojů a jiných potravin.[12]

### 2.5 AROMATICKÉ KARBOXYLOVÉ KYSELINY

Aromatické karboxylové kyseliny jsou tuhé, krystalické, poměrně vysokotající látky. Ve studené vodě se rozpouštějí obtížně, v horké vodě, alkoholu a diethyletheru naopak snadno. [12]

#### 2.5.1 Benzoová kyselina

Nejjednodušší aromatickou kyselinou je benzoová kyselina, která je v rostlinných materiálech poměrně rozšířená, v silicích se vyskytuje hlavně ve formě esterů. Její obsah v ovoci a

zelenině je obecně velmi nízký. Benzoová kyselina bývá ve velmi malém množství přítomna v jogurtech. Často se do potravin přidává jako konzervační činidlo.[11]

### **2.5.2 Salicylová kyselina**

Salicylová kyselina patří k nasyceným aromatickým hydroxykyselinám. Je hojně rozšířená v rostlinných materiálech. Vyskytuje se někdy volná, např. ve víně, esterifikovaná v různých silicích nebo vázaná v heteroglykosidech. Používala se také jako konzervační činidlo.[12]

### 3 VÝSKYT NEŽÁDOUCÍCH BAKTERIÍ

#### 3.1 Výskyt nežádoucích bakterií v potravinářském a kvasném průmyslu

Většina potravin, potravinářských surovin, meziproduktů a polotovarů je vhodnou živnou půdou pro mikroorganismy, a proto musí být proti jejich rozkladné činnosti během zpracování, skladování a distribuce chráněna. Potraviny nesmí být hlavně nositeli patogenních ani toxigenních mikroorganismů, které by mohly ohrozit zdraví konzumenta. V kvasném průmyslu a v jiných provozech, využívajících činnosti mikroorganismů, je třeba vyloučit nebo potlačit cizí, tj. kontaminující mikroorganismy.[1]

##### 3.1.1 Boj proti nežádoucím mikroorganismům

V boji proti činnosti nežádoucích mikroorganismů v potravinářském i kvasném průmyslu se používají fyzikální i chemické prostředky a jejich kombinace. Navíc je zapotřebí zachovávat přísné hygienické zásady, aby nedošlo ke kontaminaci potravin patogenními ani jinými mikroorganismy, ani k jejich pomnožení v potravinách.[1]

##### 3.1.2 Použití chemických prostředků

Chemické prostředky používané v potravinářském a kvasném průmyslu v boji proti nežádoucím mikroorganismům nesmějí nepříznivě ovlivňovat chuť potravin, výrobní prostředí (např. zápachem), zdraví zaměstnanců nebo konzumentů. Jejich účinnost má mít co nejširší spektrum a nemá klesat během uchování.[1]

Z organických kyselin je nejvhodnější benzoová kyselina a její deriváty. Jde vesměs o bakteriostatické látky, které se používají v potravinářství jako konzervační prostředky. Účinnější jsou v silně kyselém prostředí, které potlačuje jejich disociaci, a tím zvyšuje jejich difuzi cytoplazmatickou membránou buněk. Vedle benzoové kyseliny se uplatňuje také p-hydroxybenzoová kyselina a její estery. O-hydroxybenzoová kyselina (tj. salicylová kyselina) a její estery se nesmějí používat, neboť jsou zdravotně závadné.[1]

#### 3.2 Lahůdkářské výrobky

Mezi lahůdkářské výrobky patří různé saláty (bramborový, vlašský, rybí atd.), obložené chlebíčky a další výrobky studené kuchyně. Tyto výrobky jsou dobrým prostředím

pro rozvoj mikroorganismů, přestože kromě nízkého pH obsahují organické kyseliny, velmi často kyselinu octovou.[6]

V lahůdkářských výrobcích se mohou vyskytovat *Enterobacteriaceae*, konkrétně rody *Proteus* a *Citrobacter*. Výskyt rodu *Proteus* i v limitech povolených normou, signalizuje vážné závady ve výrobě. Ve výrobcích obsahujících masné suroviny se mohou vyskytnout salmonely. Pokud jde o majonézy, tak zde je růst salmonel omezen nízkou vodní aktivitou. Výskyt *Pseudomonas aeruginosa* není příslušnou normou povolen vůbec a také v praxi se s tímto mikrobem u lahůdkářských výrobků setkáváme zcela ojediněle.[6]

### 3.3 Vejce

K mikrobiální kontaminaci vajec dochází buď z vnějšího prostředí průnikem přes skořápku (tzv. exogenní kontaminace) nebo z těla nemocné nosnice krevní cestou (tzv. endogenní kontaminace). Na rozsah mikrobiálního znečištění má vliv především zdravotní stav chovu a úroveň hygieny prostředí i osob.[29]

Kažení vajec velmi často začíná kontaminací pseudomonádami. Vejce jsou výborným živým médiem, když jsou zbavena inhibičních vlivů. K tomu dochází u starších vajec.[6]

Z patogenních mikroorganismů z prostředí způsobují kontaminaci např. *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella*, *Citrobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* atd.[29]

Výskyt salmonel ve vejci souvisí s vysokou incidencí salmonel u drůbeže. Jedná se o různé druhy, z nichž mnohé jsou patogenní pro člověka: *S. typhi*, *S. typhimurium* a zejména v poslední době rozšířená *S. enteritidis*. Nejvyšší výskyt salmonel na skořápce je u vajec vodní drůbeže (kachen), a proto se vejce vodní drůbeže nesmí v ČR používat k potravinářským účelům.[29]

### 3.4 Drůbež

Drůbeží maso má skladbu živin optimální pro mikrobiální růst. V první fázi jatečního zpracování je zdrojem kontaminace peří. Během škrubání dochází na strojích k významnému přenosu mikroorganismů, hlavně salmonel, na další kusy. Salmonely bývají přítomny jak ve střevech drůbeže, tak i na kůži. Příčinou kažení drůbeže bývá zejména pomnožení pseu-

domonád. Běžný je i výskyt kampylobakter ve střevním obsahu, které se můžou snadno přenést na kůži nebo do vnitřních částí vykuchané drůbeže.[6]

### 3.5 Maso vepřového a hovězího dobytka

O mikrobiálním stavu masa rozhodují podmínky chovu, způsob ustájení, krmení a hlavně transport a manipulace před porážkou. Sekundární kontaminace může pocházet z obsahu střev nebo z povrchu kůže. Velký význam má samozřejmě čistota provozu, čistota náčiní a osobní hygiena.[6]

Výsekové maso může obsahovat zástupce rodu *Pseudomonas*, zástupce čeledi *Enterobacteriaceae* atd. Kažení masa vyvolávají proteolytické mikroby, např. pseudomonády. Významná je přítomnost salmonel. Vepřové maso je zdrojem *Yersinia enterocolitica*. Ve výkalech hovězího dobytka je běžně přítomen *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*. [6]

### 3.6 Masné výrobky

Jde o značně široký sortiment, požívaný většinou již bez dalších tepelných úprav. Hlavní surovinou je maso, jehož mikrobiální vlastnosti výrazně ovlivňují mikroflóru hotového výrobku.[6]

Při mletí a míchání dochází k rozptýlení mikrobů do celého díla. Objevují se zde *Proteus*, *Citrobacter* i salmonely. Při výskytu salmonel jde téměř vždy o sekundární kontaminaci.[6]

### 3.7 Ryby

Rybí svalovina a vnitřní orgány čerstvě chycených ryb jsou sterilní, ale na kůži, žábrách a ve střevech jsou značně vysoké počty mikrobů. Vyskytuje se většinou fakultativně anaerobní mikroflóra, např. zástupci rodů *Pseudomonas*, *Vibrio*. Při chlazení ryb ledem probíhá pomnožování pseudomonád a jiných bakterií. Z mikroorganismů schopných vyvolávat onemocnění z potravin je možný výskyt *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella*, *Shigella* atd. *Vibrio parahaemolyticus* je často izolováno z ústřic, garnátů a široké řady mořských živočichů. Zárodky *Salmonella* nebo *Shigella* jsou vnášeny sekundární kontaminací, a to buď mořskou vodou nebo kontaminace proběhne při zpracování.[6]

### 3.8 Rybí výrobky

Jsou výrobky zpracované uzením, marinováním, vařením a jinými postupy. Mění se tím jejich mikrobiální vlastnosti.[6]

Výskyt patogenní mikroflóry u uzených ryb je ojedinělý. Kyselé pH u rybích polokonzerv potlačuje výskyt pseudomonád a některé *Enterobacteriaceae*. [6]

## 4 ANTIBAKTERIÁLNÍ ÚČINEK KYSELIN

Skutečnost, že organické kyseliny mají antibakteriální účinek, je popsána v mnohé vědecké literatuře.[17]

### 4.1 Působení organických kyselin obecně na mikroorganismy

Organické kyseliny působí dvojitým způsobem: [17]

1. růst mikroorganismů je značně závislý na „kyselosti prostředí“, tzn. hodnotě pH. Pokles pH pod hodnotu 6 představuje zhoršení podmínek bakteriálního růstu, přičemž nejvyššího potlačení rozvoje mikroorganismů je při pH mezi 3 až 4.
2. druhou a možná významnější vlastností některých organických kyselin je přímý účinek na specifické mikroorganismy.

Přímý účinek organických kyselin však není stejný. Kyselina citronová např. nepůsobí na bakterie *E.coli*, zatímco silný účinek prokázala kyselina mravenčí. Největšího účinku však dosahuje kyselina mléčná, která dokáže zničit všechny bakterie. Nejlepšího účinku proti širokému spektru patogenních bakterií lze dosáhnout pouze použitím komplexu organických kyselin.[17]

#### 4.1.1 Přímý účinek organických kyselin na buněčné stěny

Bylo vyzkoumáno, že baktericidní účinek organických kyselin nespočívá pouze ve snížení pH, ale že tyto kyseliny také pronikají buněčnou stěnou bakterií. Touto schopností vynikají kyselina mravenčí, propionová, mléčná a octová. Zjednodušeně řečeno dojde k tomu, že uvnitř buňky, kde je neutrální prostředí, organická kyselina ( $\text{RCOOH}$ ) disociuje na aniont ( $\text{RCOO}^-$ ) a proton ( $\text{H}^+$ ) a přebytečný  $\text{H}^+$  iont musí být z buňky vyloučen. Toto je však energeticky velmi náročný proces, který vede k zániku bakterie. Disociovaný aniont má navíc negativní vliv na buněčné množení. Organické kyseliny tedy mimo snížení pH také přímo ničí patogenní bakterie.[17]

## 4.2 Organické kyseliny jako konzervační látky

Mezi nejběžnější klasické konzervační látky patří slabé organické kyseliny, např. kyselina octová, mléčná, benzoová a sorbová.[18]

### 4.2.1 Způsob účinku

V roztoku existuje pro organické kyseliny rovnováha závislá na pH mezi nedisociovaným a disociovaným stavem. Tyto konzervační látky mají optimální inhibiční efekt při nízkých hodnotách pH, které podporuje nedisociovaný stav molekuly. V tomto případě je molekula volně permeabilní přes plazmatickou membránu a je takto schopna vstupu do buňky. Následně v důsledku styku s vyšší hodnotou pH uvnitř buňky molekula disociuje. Vznikají anionty a protony, které nemohou projít plazmatickou membránou a hromadí se v buňce. Inhibice bakteriálního růstu způsobená účinkem organických kyselin je zapříčiněna potlačením základních metabolických reakcí.[18]

### 4.2.2 Mechanismy rezistence

Mikrobiální rezistence na slabé organické kyseliny může zahrnovat řadu mechanismů. Grampozitivní bakterie nemají vnější membránu, organické kyseliny mohou proto snadno vstupovat do nitra buněk. Jejich vnitřní rezistence je relativně nízká. Gramnegativní bakterie mají díky složitější stavbě buněčné stěny komplikovanější rezistenční mechanismy. V některých případech jsou mikroorganismy schopné degradovat konzervační látky specifickými enzymy.[18]

U *Salmonella typhimurium* je známo, že buňky se střetávají ve svém prostředí s řadou stresových faktorů, např. extrémně nízké hodnoty pH v žaludku nebo přítomnost velkého množství částečně hydrofobních organických kyselin ve střevě. Tato bakterie disponuje acidotolerancí, zahrnující komplex obranných systémů, které umožňují buňkám přežít v prostředí pH kolem 3. Rovněž u *Escherichia coli* byla pozorována rezistence na kyselinu benzoovou při hodnotě pH 2.[18]

## 4.3 Využití organických kyselin na konzervaci a jakost siláže

Následující údaje se budou týkat silážování píce, ale s určitými úpravami a doplňky platí tento způsob konzervace i pro konzervaci jiných krmiv.[27]



#### 4.3.1 Důvod silážování

Cílem silážování je podpořit rozvoj mléčných bakterií, které z cukrů rozpustných ve vodě svými životními pochody vytvářejí kyseliny. Především kyselinu mléčnou a octovou. Tím se silážovaná hmota okyselí a vznikají nepříznivé podmínky pro růst a aktivitu nežádoucích skupin bakterií, zejména klostridií a enterobakterií (koliformních či střevních bakterií). Ty vytvářejí z cukrů málo kyselou kyselinu máselnou nebo rozkládají bílkoviny za vzniku zdravotně problematických produktů hnilobného rozkladu – především amoniaku a biogenních aminů.[27]

#### 4.3.2 Vliv na chutnost siláží

Úspěšný průběh silážování je významnou podmínkou chutnosti siláží, jejich příjmu skotem a v konečném hledisku užitkovosti a kondice zvířat. Siláže s problematickým výsledkem konzervace se vyznačují značným obsahem kyseliny máselné, což je příčinou zhoršené chutnosti. Příčinou zhoršené chutnosti ale zřejmě není samotná kyselina máselná, ale spíše produkty štěpení bílkovin, které tuto kyselinu často doprovázejí. Podobně se mění pohled na kyselinu octovou. Té se dříve rovněž přisuzovalo snížení chutnosti, dnes je příznivě posuzována její role zlepšující aerobní stabilitu.[27]

#### 4.3.3 Použití kyseliny mravenčí

Pro silážování píce obtížně silážovatelné v důsledku svého nepříznivého chemického složení, tedy především nízkého poměru zkvasitelných cukrů nebo píce, kterou nebylo možné účinně zavádět, zůstává řešením použití kyseliny mravenčí. Může se použít buď samotná, či ve směsích, v nichž představuje hlavní složku.[27]

Kyselina mravenčí se začala pro silážování pícnin používat ve velkém měřítku od 60. let. Konzervačně se projevila jako neúčinnější z chemických konzervačních látek. Stále se ve značné míře používá především pro konzervaci trav v zemích, v nichž počasí ztěžuje podmínky pro účinné zavádání.[27]

Konzervačně se kyselina mravenčí při potlačování nežádoucích skupin bakterií a podpoře bakterií mléčného kvašení uplatňuje dvěma způsoby: [27]

- přímým okyselením silážované hmoty, které určuje disociovaná forma ( $\text{H} - \text{COO}^{(-)} + \text{H}^{(+)}$ ),
- specifický účinek nedisociované formy ( $\text{H} - \text{COOH}$ ), jejíž role je tím větší, čím nižší je hodnota pH silážované hmoty. Při vysoké dávce 0,7% hm. kyseliny mravenčí, která se však nepoužívá, je kvašení prakticky úplně potlačeno. Enterobakterie, které kyselinu mravenčí dokáží samy vytvářet a je tedy pro ně přirozenou složkou, jsou vůči jejím nižším koncentracím odolné. Potlačuje je až konkurenční zvýhodnění mléčných bakterií. Pokud by se použila příliš nízká dávka kyseliny mravenčí, enterobakterie se pomnoží a konzervace skončí neúspěchem.

Kyselina potlačuje dýchání silážované hmoty, což je rozklad cukrů působením vzdušného kyslíku až na oxid uhličitý a vodu. Uvolňuje se teplo a hmota se zahřívá. To je nežádoucí, protože vyšší teplota zvýhodňuje škodlivé skupiny bakterií.[27]

Nepříznivým vlastnostem kyseliny mravenčí (těkavosti, ostrému čpícímu mravenčímu zápachu, leptavosti a korozivitě) lze čelit používáním jejích solí. K nim se řadí např. mravenčany.[27]

#### 4.3.4 Použití kyseliny propionové

Kyselina propionová je konzervačně zřetelně méně účinná než kyselina mravenčí, silněji však potlačuje kvasinky a plísně. Pokud by se přidávala samotná, její dávky by musely být značně vysoké. Proto se obvykle přidává ke kyselině mravenčí. V této kombinaci je účinnost kyseliny propionové zesílena. Směs obou kyselin pak splňuje oba požadavky, tedy úspěšně konzervuje a získaná siláž je dostatečně stabilní. Rovněž místo kyseliny propionové lze aplikovat její soli. Kyselina propionová je pro přežvýkavce přirozenou látkou, protože v bachoru vzniká při řadě biochemických pochodů.[27]

## 4.4 Účinek C<sub>2</sub> – C<sub>18</sub> kyselin na enteropatogenní bakterie

### 4.4.1 *Escherichia coli*

Mláďata králíků mají sklon podléhat zažívacím poruchám, které způsobují *Escherichia coli* a další bakterie přenášející se potravou. Antibiotika se používají ke kontrole infekcí střevního traktu, ale jejich použití je dnes posuzováno kriticky. Je snaha používat jiné sloučeniny než antibiotika. Mastné kyseliny a jejich deriváty jsou kandidáty za náhradu antibiotik.[23]

Dva druhy *E. coli* byly inkubovány anaerobně v médiu obsahujícím 0-5 mg/ml mastných kyselin po dobu 24 hodin. Oba dva zkoumané druhy byly náchylné ke kyselině kaprylové a kaprinové. Efekt dalších kyselin byl zanedbatelný.[23]

### 4.4.2 *Salmonely*

*S. enteritidis* a *S. typhimurium* byly pěstovány anaerobně v médiu obsahujícím 0-5 mg/ml mastných kyselin po dobu 24 hodin. Jako účinná se jevila pouze kyselina kaprylová.[24]

### 4.4.3 *Clostridium perfringens*

*Clostridium perfringens* byly pěstovány anaerobně v médiu obsahujícím 0-5 mg/ml mastných kyselin po dobu 24 hodin. Největší aktivitu z mastných kyselin měla kyselina laurová.[24]

## 4.5 Využití kyseliny olejové ke snížení mikrobiální kontaminace drůbeží kůže

V průběhu zpracování dochází ke kontaminaci drůbeže a to bakteriemi z čeledi *Enterobacteriaceae*, rody *Campylobacter* a *Staphylococcus*, *Pseudomonas* a dalšími aerobními a anaerobními bakteriemi. Využití kyseliny olejové ke snížení mikrobiální kontaminace drůbeží kůže bylo provedeno v USA. Kůže z běžně prodejných kuřat byla omývána jednou nebo dvakrát v roztocích kyseliny olejové o koncentraci 0, 2, 4, 6, 8 a 10% a poté proplachována peptonovou vodou.[25]

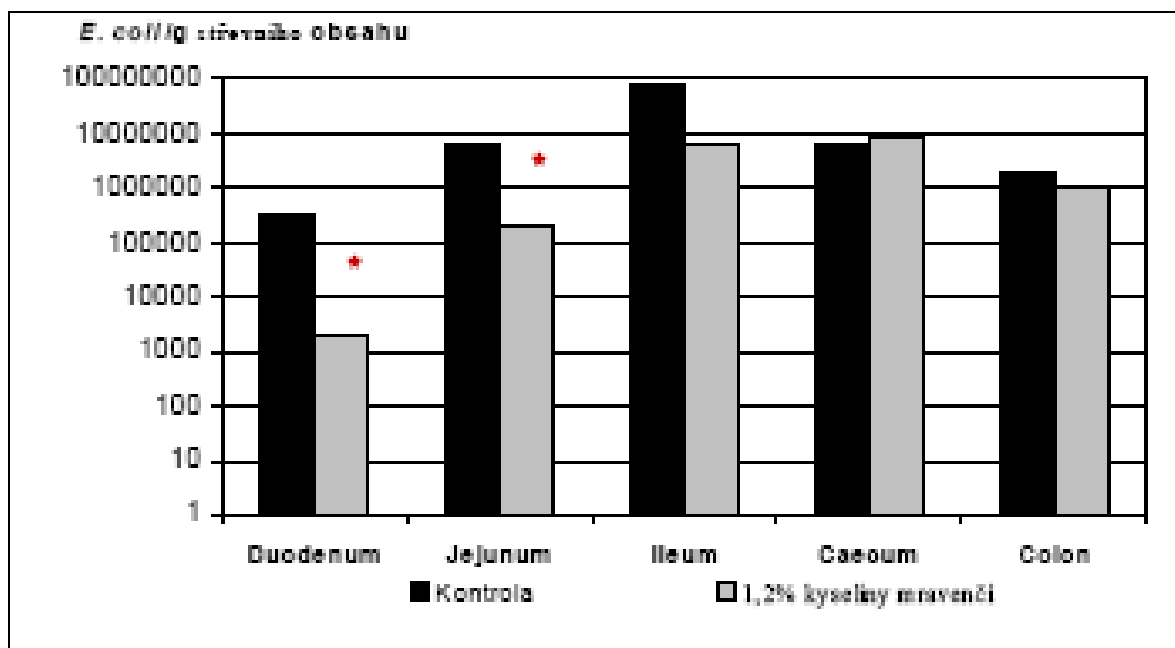
Omývání jednotlivých vzorků kůže v 10% roztoku kyseliny olejové mělo za následek významné snížení počtu aerobních bakterií *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter*

a enterokoků na napadené kůži. Výsledky výzkumu ukazují, že olejová kyselina snižuje počet bakterií na kůži drůbeže a má baktericidní účinek na různé patogenní bakterie.[25]

#### 4.6 Antibiotika versus organické kyseliny

Freitag et al. (1998) vyhodnotili a porovnali konverze krmiva antibiotik a organických kyselin resp. solí kyselin. Výsledkem je, že ve výživě selat je možné, především použitím kyseliny mravenčí, dosáhnout přibližně srovnatelných efektů jako s klasickými antibiotiky. [28]

Těkavé mastné kyseliny s krátkým řetězcem (kyselina mravenčí, propionová) mají vlivem silného antibakteriálního účinku výrazné přednosti. Po vstupu organických kyselin do duodena, dochází k jejich téměř úplné resorpci, a tím k utlumení účinku v zadních střevních partiích. Výsledky pokusů Kirchgessnera et al. (1992) na potlačení *E. coli* kyselinou mravenčí dokládají toto tvrzení (obr. 1.).[28]



Obr. 1. Vliv kyseliny mravenčí na střevní mikroflóru selat – *E. coli*, (Kirchgessner et al., 1992).[28]

Porovnání oblastí působení krmných antibiotik a organických kyselin znázorňuje obr. 2. Zvláště v zadních střevních partiích neposkytují organické kyseliny stejný ochranný účinek jako antibiotika.[28]

Skupina doplňkových látek	krmivo	Oblast působení		
		Žaludek	Tenké střevo	Tlusté střevo
Antibiotické stimulatory růstu				
Alternativní koncepce				
Konvenční kyseliny				
Nechráněný úsek				

Obr. 2. Oblast působení antibiotik a organických kyselin[28]

## 5 POUŽITÍ ORGANICKÝCH KYSELIN JAKO ADITIV

Aditiva neboli přídatné látky jsou látky, které se z technologických důvodů záměrně přidávají do potravin při jejich výrobě a stávají se tak součástí konečné potraviny. K nejvíce používaným přídatným látkám patří barviva, náhradní sladidla, konzervační látky, antioxidanty, látky chuťové a zahušťovadla. Každá přídatná látka, která má být schválena pro použití do potravin, musí projít přísným hodnocením zdravotní nezávadnosti.[26]

### 5.1 Nutnost acidifikace krmiv

Nízká hodnota pH v žaludku chrání zvířata proti škodlivým bakteriím, které do organismu vstupují prostřednictvím gastrointestinálního traktu (GIT). Avšak vlastní tvorba kyselin, zvláště u mláďat, není vždy dostatečná pro odpovídající snížení pH a ochranu proti škodlivým mikroorganismům včetně účinného trávení bílkovin. Aby se předešlo těmto problémům, tak je nutná acidifikace krmiv.[21]

### 5.2 Acidifikace krmiv drůbeže

Acidifikace krmiv je velice důležitá v drůbežích chovech, jelikož produkce kyselin ve voleti mladé drůbeže není dostačující, aby poskytla ochranu před škodlivými mikroby. To je také jeden z důvodů, proč mohou patogenní bakterie proniknout až do spodní části střeva. Zde nacházejí vyhovující podmínky (neutrální pH, živiny) pro svůj růst. Silně se množící patogenní bakterie ve střevě způsobují jak kontaminaci trusu, tak i samotných ptáků. Kyseliny také snižují přilnavost patogenů na střevní stěně.[21]

#### 5.2.1 Bioferm cz spol. s. r. o.

Je obchodní společnost se sídlem v Brně, která byla založena v roce 1995. Hlavním předmětem činnosti je obchodní a poradenská činnost v oblasti výživy hospodářských zvířat a výroby krmných směsí. Jsou významným dodavatelem krmných surovin a doplňkových látek na českém trhu. V roce 1998 obdrželi od Ústavu pro státní kontrolu biopreparátů a léčiv autorizaci na výrobu a distribuci veterinárních léčiv.[19]

#### 5.2.2 Bolifor R FA 2300S

BOLIFOR R FA 2300S je granulovaný sypký acidifikátor. Obsahuje kombinaci kyseliny mravenčí, mravenčanu amonného a sorbanu draselného na diatomickém nosiči. Tento no-

sič postupně uvolňuje kyseliny a snižuje jejich agresivitu při manipulaci a při výrobě krmiv. Navíc nosič absorbuje škodlivé metabolity jako jsou čpavek, aminy a enterotoxiny. [20]

Nežádoucí mikrobi mohou poškodit střevní epitel, což vede k méně účinné absorpci živin. Organické kyseliny snižují počet bakterií v žaludku a tenkém střevě, především těch patogenních. Partanen et al (2001) dokázal, že kyselina mravenčí snižuje množství bakteriálního dusíku v dalších částech tenkého střeva prasat a zlepšuje zdánlivou ideální stravitelnost bílkovin, některých esenciálních aminokyselin, tuku, vápníku a fosforu. Výsledky ukázaly podobný anebo vyšší účinek než jakého bylo dosaženo při použití antibiotických stimulátorů růstu.[20]

### 5.2.3 Bolifor FA 2100S

BOLIFOR FA 2100S je sypký regulátor kyselosti, který je kombinací kyseliny mravenčí, fosforečné, mléčné a mravenčanu amonného na křemičitanovém nosiči. Má vzhled bělavého prášku.[21]

Volné kyseliny obsažené v přípravku BOLIFOR FA 2100S snižují pH a následně pokračuje v acidifikačním procesu kyselina mravenčí obsažena v mravenčanu amonném. Tím dochází k snížení pH žaludečního obsahu a zvýšení aktivity proteolytických enzymů. Kyselé podmínky spolu s antimikrobiálním účinkem přípravku BOLIFOR FA 2100S inhibují růst bakterií jako je např. *E. coli* a *Salmonella*, které jsou spojeny s výskytem průjmů a zvýšenými úhyny.[21]

### 5.2.4 Acidomid D

Acidomid D obsahuje kompletně všechny organické kyseliny (mravenčí, propionová, octová, mléčná, citronová) důležité pro výživu drůbeže. Tyto kyseliny okyselují napájecí vodu a tím ji zároveň konzervují a stabilizují. Proto nedochází k nežádoucímu rozvoji patogenních bakterií již v napájecí vodě. Acidomid D má silný antibakteriální účinek jak v krmivu, tak i ve střevě. Snižuje rizika průjmového onemocnění.[22]

## 5.3 Acidifikace krmiv králíků

Používání organických kyselin ve výživě králíků má mnoho výhod. Nejenže se sníží rizika bakteriálních onemocnění, ale u masných plemen se zvýší i přírůstky na váze. Komplexy

organických kyselin mají široké spektrum účinnosti, nemají vedlejší účinky a nezanechávají rezidua (zbytkové látky) v organismu.[17]

Dnes lze na trhu zakoupit různé výrobky s větším či menším obsahem organických kyselin, a to buď v práškové nebo tekuté formě. Vhodnější pro použití ve výživě králíků jsou výrobky v tekuté formě aplikované do napájecí vody. Oproti práškovým formám (aplikovaným v krmivu) při aplikaci do napájecí vody zároveň konzervujeme a stabilizujeme vodu.[17]

### 5.3.1 Acidomid K

Acidomid K je svým složením optimalizován pro králíky. Obsahuje komplex všech důležitých organických kyselin (mravenčí, propionové, octové, mléčné, askorbové, citronové) ve specifickém poměru pro použití ve výživě králíků. Snižuje rizika bakteriálních onemocnění a udržuje dobrý zdravotní stav.[17]

## 5.4 Acidifikace krmiv prasat

Byla vyvinuta forma s organickými kyselinami, která garantuje postupné uvolňování jednotlivých kyselin po celou dobu pasážování tenkým střevem.[28]

### 5.4.1 Acidomix®protect

Účinné látky pro produkt Acidomix®protect byly voleny s ohledem na podmínky v prostředí působení, tj. na hodnotu pH v tenkém střevě. V mírně kyselém prostředí tenkého střeva je k potlačení růstu potenciálně patogenních mikrobů nejvhodnější kyselina sorbová (tab. 1.). Také kyselina mravenčí vykazuje ještě dobrý účinek na bakterie *Escherichia coli* a *Salmonella pullorum*. Kyselina mléčná a citronová jsou naproti tomu bez výraznějších účinků.[28]

Tab. 1. Minimální inhibiční koncentrace organických kyselin proti *E. coli* a *S. pullorum*. [28]

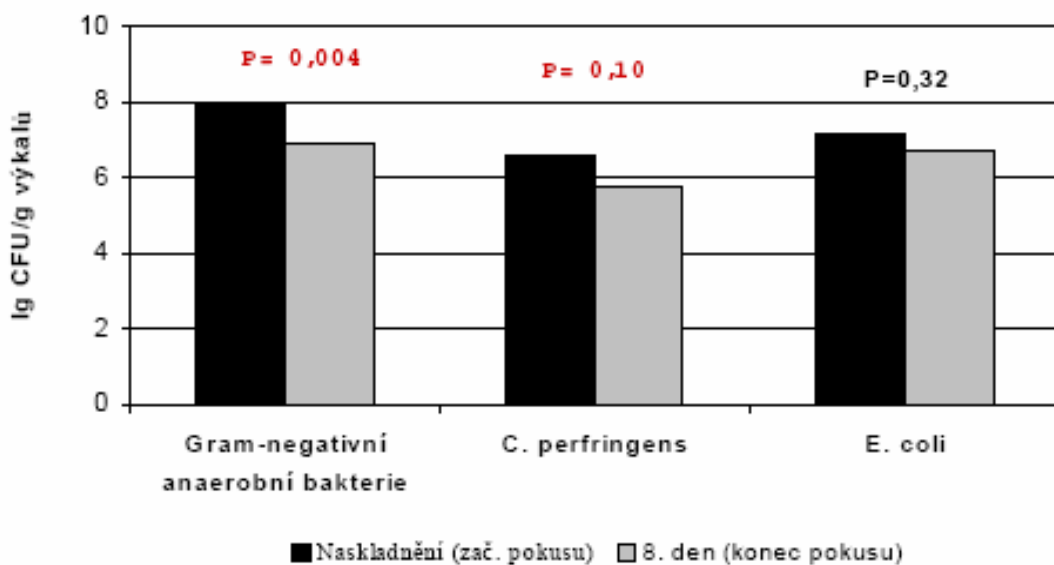
Organické kyseliny	<i>E. coli</i>	<i>S. pullorum</i>
--------------------	----------------	--------------------



(mg/ml)		
Kyselina sorbová	4	2
Kyselina mravenčí	23	12
Kyselina mléčná	90	90
Kyselina citronová	190	95

Byl proveden pokus, kdy deseti prasnicím bylo podáváno od 5. dne před porodem do 3. dne po porodu 25g přípravku Acidomix®protect na kus a den. Kontrolní skupina deseti prasnic byla krmena stejně, avšak bez přípravku. U všech prasnic byl odebrán na začátku pokusu

a po osmi pokusných dnech vzorek výkalů z rektu. Vzorek byl bakteriologicky vyšetřen. Acidomix®protect snížil v pokusné skupině statisticky významně počet gramnegativních anaerobních bakterií, ke kterým patří potenciálně patogenní zástupci skupiny *Bacteroidaceae* a množství bakterií *Clostridium perfringens* (obr. 3.). U kontrolních prasnic nebyly pozorovány žádné výrazné změny v mikrobiálním osídlení.[28]



Obr. 3. Počet mikrobů ve výkalech prasnic.[28]

## ZÁVĚR

Patogenní bakterie představují velké nebezpečí pro člověka, zvířata i rostliny.

Největší podíl na vzniku onemocnění z potravin mají bezpochyby salmonely. Hned za nimi jsou kampylobaktery, které mají zvyšující tendenci v počtu výskytu onemocnění. Je jen otázkou času, kdy budou v čele bakterií, způsobujících onemocnění z potravin.

Je zřejmé, že patogenní bakterie jsou nežádoucí mikroby a člověk se snaží proti nim bojovat neustálým objevováním prostředků a metod k jejich potlačení či zahubení. Dobrým prostředkem je používání organických kyselin a to buď samotných nebo ve směsích.

K potlačení nežádoucích bakterií nepříznivě ovlivňujících silážovanou píci se osvědčila kyselina mravenčí. Enterobakterie však vyžadují vyšší dávky této kyseliny, neboť k jejím nízkým koncentracím jsou odolné. Dobrých výsledků se také dosahuje použitím kombinace kyseliny mravenčí s kyselinou propionovou.

Kyselina mravenčí je také používaná k potlačení *E. coli* vyskytující se hojně ve střevní mikroflóře. Jelikož je snaha ustoupit od používání antibiotik, tak právě kyselina mravenčí je adekvátní náhradou.

Kyselina olejová, kromě toho, že významně snižuje počet aerobních bakterií *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter* a enterokoků na napadené drůbeží kůži, má také baktericidní účinek.

Růst *Campylobacter* inhibuje kyselina askorbová o koncentraci 0,05% a je baktericidní při koncentraci 0,09%.

Růst salmonel inhibuje kyselina octová a propionová již při pH 5,5, kyselina mléčná a jablečná v rozmezí pH 4,2 – 4,7, zatímco kyselina vinná a citronová teprve při pH 4,05. Proti některým druhům salmonel se osvědčila také kyselina kaprylová.

K ochraně proti patogenním bakteriím a ke snížení rizika onemocnění se vyrábějí rozmanité přípravky s obsahem organických kyselin. Tyto přípravky jsou přidávány do krmiva zvířat. Pro co největší účinek se používají komplexy kyselin ve specifických poměrech.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ŠILHÁNKOVÁ, L., *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*, Praha, 2002. ISBN 80-200-1024-6.
- [2] GREENWOOD, D., SLACK, R., PEUTHERER, J. F., *Lékařská mikrobiologie*, Praha, 1999. ISBN 80-7169-365-0.
- [3] JIČÍNSKÁ, E., HAVLOVÁ, J., *Patogenní mikroorganismy v mléce a mlékárenských výrobcích*, Praha, 1995. ISBN 80-85120-47-X.
- [4] *Státní zemědělská a potravinářská inspekce SZPI: Mikrobiální původci alimentárních onemocnění* [online]. [cit. 2006-03-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.szpi.gov.cz/cze/informace/article.asp?id=54158&chapter=0&cat=2190&preview=&ts=3ec81>>
- [5] *Zdravcentra: Bacilární úplavice* [online]. [cit. 2006-03-18]. Dostupný z WWW: <<https://www.zdravcentra.cz/?act=m-1><[https://www.zdravcentra.cz/?act=m-1&infekce\\_id=9](https://www.zdravcentra.cz/?act=m-1&infekce_id=9)>infekce\_id=9>
- [6] GROSSMANN, M., *Mikrobiologie v hygieně speciální část*, Vyškov, 1999. ISBN 80-7231-037-2.
- [7] ŠILHÁNKOVÁ, L., *Mikrobiologické zkoumání potravin*, 1. vyd. Praha, 1987.
- [8] *Státní zdravotnický ústav: Mezinárodní epidemiologické šetření průjmového onemocnění dětí vyvolané kmenem Escherichia coli O157* [online]. [cit. 2006-03-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.szu.cz/cem/zpravy/zpr0503/vtec.htm> >
- [9] WILSON, I. G., MOORE, J. E., *Presence of Salmonella spp. and Campylobacter spp. in Shelfish*, Epidemiol. Infect., 1996, s. 147/153.
- [10] BŘEZINOVÁ, K., *Výskyt termofilních Campylobacter sp. v potravním řetězci*, [atestační práce], Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno, 2003.
- [11] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 2*, Tábor, 1999. ISBN 80-902391-4-5.
- [12] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J., *Chemie potravin*, 1. vyd. Praha, 1983.

- [13] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: Organické kyseliny* [online]. [cit. 2006-03-02].  
Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_mraven%C4%8D%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_mraven%C4%8D%C3%AD)>
- [14] *BIOFERM CZ: Nejúčinnější konzervant celého vlhkého zrna všech obilovin včetně kukuřice* [online]. [cit. 2006-03-07]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.bioferm.com/cz/konzervanty\\_lupro\\_grain.htm](http://www.bioferm.com/cz/konzervanty_lupro_grain.htm)>
- [15] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: Organické kyseliny* [online]. [cit. 2006-03-02]  
Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_ml%C3%A9%C4%8Dn%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_ml%C3%A9%C4%8Dn%C3%A1)>
- [16] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: Organické kyseliny* [online]. [cit. 2006-03-02]  
Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_octov%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_octov%C3%A1)>
- [17] KOZÁK, R., DMS, časopis chovatel-rádce 10/2003, *Organické kyseliny ve výživě králíků - prevence bakteriálních onemocnění a stimulatorů růstu* [online].  
[cit. 2006-02-19]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.aquamid.cz/CZ/KRALICI/CLANKY/clanek\\_okyselovadla\\_KRALICI.htm](http://www.aquamid.cz/CZ/KRALICI/CLANKY/clanek_okyselovadla_KRALICI.htm)>
- [18] *Konzervační látky v potravinách* [online]. [cit. 2006-03-23]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.maso.cz/aktual/a36.htm>>
- [19] *BIOFERM CZ-BRNO, BIOFERM CZ spol. s r. o. je obchodní společnost se sídlem v Brně.....* [online]. [cit. 2006-04-10]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.bioferm.com/cz/ofirme.htm>>
- [20] *BIOFERM CZ, Bolifor R FA 2300S*, [online]. [cit. 2006-04-10]. Dostupný z WWW: <[http://www.bioferm.com/cz/krmad\\_acid\\_bolifor\\_fa\\_2300s.htm](http://www.bioferm.com/cz/krmad_acid_bolifor_fa_2300s.htm)>
- [21] *BIOFERM CZ, Bolifor FA 2100S*, [online]. [cit. 2006-04-10]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.bioferm.com/cz/krmad\\_acid\\_bolifor\\_fa\\_2100s.htm](http://www.bioferm.com/cz/krmad_acid_bolifor_fa_2100s.htm)>
- [22] *Aquamid technology, Speciální výživa zvířat - Acidomid D*, [online].  
[cit. 2006-04-13]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.aquamid.cz/CZ/DRUBEZ/ACIDOMID\\_D.htm](http://www.aquamid.cz/CZ/DRUBEZ/ACIDOMID_D.htm)>

- [23] MAROUNEK, M., SKŘIVANOVÁ, E., RADA, V., Susceptibility of *Escherichia coli* to C<sub>2</sub> – C<sub>18</sub> Fatty Acids. *Folia Microbial* [online]. 2003, květen [cit. 2004-10-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.biomed.cas.cz/mbu/fovia/>>
- [24] ŠTEKLOVÁ, V., *Aplikace kyseliny kaprylové na celkový počet mikroorganismů na kůži chlazené drůbeže* [SVOČ]. FT UTB, Zlín, 2006.
- [25] HINTON, A., INGRAM K. D., Use of Oleic Acid To Reduce the Population of the Bacterial Flora of Poultry Skin. *Journal of Food Protection*, 2000, vol. 63, no. 9, p. 1282-1286.
- [26] *Přídavné látky v potravinách*, CHPŘ SZÚ [online]. [cit. 2006-04-18]. Dostupný z WWW: <[http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/dokumenty/studie/adit\\_2003\\_1\\_deklas.pdf](http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/dokumenty/studie/adit_2003_1_deklas.pdf)>
- [27] KALAČ, P., *Chemické a konzervační látky pro silážování stále mají své opodstatnění*, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, [online]. [cit. 2006-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.bioferm.com/downloads/publikace/Chemické%20konzervační%20látky%20prof.%20Kalač%202004.pdf>>
- [28] RANFT, U., ROTHEL GmbH, *Alternativní koncepce výživy bez antibiotických stimulatorů růstu*, SRN, [online]. [cit. 2006-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://kchpd.af.czu.cz/old/konference/02/index.html>>
- [29] BŘEZINA, P., KOMÁR, A., HRABĚ, J., *Technologie zbožíznalství a hygiena potravin II. část*, Vyškov, 2001. ISBN 80-7231-079-8.
- [30] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., *Potravinářská biochemie I.*, 1. vyd., UTB, Zlín, červenec 2005. ISBN 80-7318-295-5.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

*E. coli* *Escherichia coli*

EPEC Enteropatogenní *Escherichia coli*

ETEC Enterotoxigenní *Escherichia coli*

EIEC Enteroinvazivní *Escherichia coli*

VTEC *Escherichia coli* produkující vero - cytotoxin

CO<sub>2</sub> Oxid uhličitý

GIT Gastrointestinální trakt

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Vliv kyseliny mravenčí na střevní mikroflóru selat- <i>E. coli</i> .....	37
Obr. 2. Oblast působení antibiotik a organických kyselin.....	38
Obr. 3. Počet mikrobů ve výkalech prasnic.....	43



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Minimální inhibiční koncentrace organických kyselin proti

*E. coli* a *S. pullorum*.....42