

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVĚHOSPODÁŘSKÁ FAKULTA
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

Evidenčné číslo: 107002/D/2020/7777000001

**VYUŽITIE PLÁNOVANIA EXPERIMENTOV
PRI ZLEPŠOVANÍ PODNIKOVÝCH
PROCESOV**

Dizertačná práca

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVĽHOSPODÁRSKA FAKULTA
SO SÍDLOM V KOŠICIACH**

**VYUŽITIE PLÁNOVANIA EXPERIMENTOV
PRI ZLEPŠOVANÍ PODNIKOVÝCH
PROCESOV**

Dizertačná práca

Študijný program:	ekonomika a manažment podniku
Študijný odbor:	ekonómia a manažment
Školiace pracovisko:	katedra kvantitatívnych metód
Vedúci záverečnej práce:	Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc.

Košice 2020

Ing. Pavel Blaščák

Zadanie záverečnej práce (vo vytlačenej verzii nahradiť stranou z AIS-u).

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum:

.....

(podpis študenta)

Podakovanie

Chcem sa podakovať predovšetkým svojej rodine, ale aj ostatným, ktorí mi s prácou a celým doktorandským štúdiom pomáhali. Rovnako by som sa rád podakoval Dr. h. c. prof. RNDr. Michalovi Tkáčovi, CSc., za všetky pripomienky k písaniu práce a cenné rady do ďalšieho, nielen akademického života, ale aj osobného.

ABSTRAKT

BLAŠČÁK, Pavel, Ing.: Využitie plánovania experimentov pri zlepšovaní podnikových procesov – Ekonomická univerzita v Bratislave. Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach; Katedra kvantitatívnych metód. – Vedúci záverečnej práce: Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc. – Košice: PHF EU, 2020, počet strán 95.

Táto dizertačná práca je orientovaná na modifikáciu existujúcich postupov metodológií DOE takým spôsobom, aby čo najefektívnejšie pomohli pri zlepšovaní konkrétnych procesov vo vybranej organizácii. Práca je rozdelená do 5 kapitol. Obsahuje 34 obrázkov, 19 tabuliek a 0 príloh. Prvá kapitola je venovaná súčasnému stavu riešenej problematiky doma a v zahraničí. V druhej kapitole je definovaný podnikový proces a jeho zlepšovanie, Retail Management a plánovanie experimentu ako nástroja zlepšovania. V prvej kapitole tiež je opísané včelárstvo a predaj medu na Slovensku cieľ práce a jeho čiastkové ciele. V ďalšej časti je opísaná metodika práce a metódy skúmania, ale aj opis spoločnosti, v ktorej boli výsledky dizertačnej práce implementované. Štvrtá kapitola je venovaná výsledkom práce. Sú v nej prezentované: Ex-post analýza DoE na vybrané produkty a Cluster analýza. Ďalej DoE Ex-ante v rámci modifikovanej Conjoint analýzy vybraných produktov a následne analýza predaja medu v období pandémie COVID-19. Záverečná kapitola je venovaná diskusii.

Výsledkom riešenia danej problematiky je, že sme ukázali ako je možné odhadnúť nákupnú stratégiu zákazníka nie dotazníkovou metódou, ale pomocou relatívne objektívnejších ukazovateľov, akými sú skutočné množstvá predaných produktov za určité obdobie. Praktický prínos spočíva v tom, že výstupy sú použiteľné ako podpora rozhodovania spoločnosti Medas s.r.o. v oblasti predaja, pričom postupy, algoritmy a metódy použité v tejto dizertačnej práci sú implementovateľné v podmienkach akéhokoľvek predajcu, nielen medových produktov.

Kľúčové slová:

Kvalita predaja, zlepšovanie, privátna značka, plánovanie experimentu, Cluster analýza

ABSTRACT

BLAŠČÁK, Pavel: Use of Design of experiment (DOE) in business process improvement – University of Economics in Bratislava. Faculty of Business Economics in Košice; Department of Quantitative methods – Supervisor: Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc. – Košice: PHF EU, 2020, pages 95.

This dissertation is focused on modifying the existing procedures of DOE methodologies in such a way as to help as effectively as possible in improving specific processes in the selected organization. The work is divided into 5 chapters. It contains 34 pictures, 19 tables and 0 appendices. The first chapter is devoted to: the current state of the problem at home and abroad. Specifically, it is a business process and its improvement, Retail Management and experiment planning as a tool for improvement. The first chapter also describes the beekeeping and sale of honey in Slovakia. The second chapter defines the goal of the work and its partial goals. The next part describes the methodology of the work and research methods, but also a description of the company in which the results of the dissertation were implemented. The fourth chapter is devoted to the results of the work. It presents: Ex-post DoE analysis for selected products and Cluster analysis. Furthermore, DoE Ex-ante within the modified Conjoint analysis of selected products and subsequent analysis of honey sales during the COVID-19 pandemic. The final chapter is devoted to the discussion.

The result of solving this problem is that we have shown how it is possible to estimate the customer's purchasing strategy not by the questionnaire method, but by using relatively more objective indicators, such as the actual quantities of products sold for a certain period. The practical benefit is that the outputs can be used to support the decision-making of Medas s.r.o. in the field of sales, while the procedures, algorithms and methods used in this dissertation are implementable in the conditions of any seller, not only honey products.

Key words:

Sales quality, improvement, private label, experiment planning, Cluster analysis

OBSAH

Úvod	12
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí	14
1.1 Podnikový proces a jeho zlepšovanie	14
1.2 Zlepšovanie dobrého mena (značky) produktov - Retail Management	16
1.3 Plánovanie experimentu ako nástroj zlepšovania.....	18
1.3.1 Postup vypracovania DOE	24
1.3.2 Spôsoby experimentovania	26
1.3.3 Výber experimentu	28
1.4 Včelárstvo a predaj medu na Slovensku	30
1.4.1 Označenie medu	32
1.4.2 Pravosť medu	33
1.4.3 Detekčné metódy a technológie	35
1.4.4 Aktuálny stav včelárstva	40
2 Cieľ práce	46
3 Metodika práce a metódy skúmania	47
3.1 Charakteristika spoločnosti Medas s.r.o.....	47
3.1.1 Kvalita medových produktov	48
3.2 Metódy skúmania	52
3.2.1 Conjoint analýza.....	52
3.2.2 Cluster analýza	55
4 Výsledky práce	59
4.1 Ex post analýza vybraných produktov	59
4.2 Cluster analýza produktov spoločnosti Medas s.r.o.	65
4.3 Conjoint analýza vybraných produktov spoločnosti Medas, s.r.o.....	74
4.4 Predaj medu v období pandémie COVID-19	81
5 Diskusia.....	83
Záver	87
Bibliografické zdroje	89

Zoznam ilustrácií a zoznam tabuliek

Obr. 1 Podnikový proces	15
Obr. 2 Retail management	16
Obr. 3 Princíp DOE	22
Obr. 4 Výber plánovaného experimentu.....	29
Obr. 5 Konvenčné a moderné analytické metódy používané na identifikáciu medu	34
Obr. 6 Vývoj počtu včelstiev (v tisícoch).....	40
Obr. 7 Včelári s viac ako 150 včelstvami (profesionál) a s menej ako 150 včelstvami (amatéri) v rokoch 2017-2018	41
Obr. 8 Odhad priemerného výnosu v kg medu na včelí úl' a za rok	42
Obr. 9 Výroba medu v EÚ	43
Obr. 10 Priemerné ceny multikvetinového medu (2017-2018)	44
Obr. 11 Priemerné výrobné náklady na kilogram vyrobeného medu.....	45
Obr. 12 Výber produktov spoločnosti Medas s.r.o.	47
Obr. 13 Antibakteriálna aktivita: čím vyšší je stĺpec, tým horšie.....	50
Obr. 14 Aktivita včelieho enzýmu glukózooxidáza: čím nižší je stĺpec, tým horšie.....	50
Obr. 15 Produkcia peroxidu vodíka: čím je stĺpec nižší, tým horšie.	51
Obr. 16 Hierarchické klastrovania úrovni o podrobnostiach.....	56
Obr. 17 Základné typy medu od Medas, s.r.o.....	60
Obr. 18 Diagram hlavných efektov experimentu.....	62
Obr. 19 Vývoj predaja jednotlivých typov medu pomocou analýzy interakcií.....	63
Obr. 20 Box plot diagramy jednotlivých typov medu	63
Obr. 21 Množstvo a maloobchodná tržba najpredávanejších produktov za celé obdobie...	65
Obr. 22 Dendogram Cluster analýzy produktov medu	66
Obr. 23 Množstvo verzus tržba – Cluster 1	68
Obr. 24 Množstvo verzus tržba – Cluster 2	69

Obr. 25 Množstvo verus tržba – Cluster 3, 4, 5	70
Obr. 26 Množstvo verus tržba – Cluster 0	71
Obr. 27 Produkcia podľa Clustrov	72
Obr. 28 Podiel podľa Clustrov	73
Obr. 29 Pult predaja medov Clever a Medas v reťazci Billa	75
Obr. 30 Privátna značka a gramáž produktov spoločnosti Medas, s.r.o.	75
Obr. 31 Graf hlavných faktorov	78
Obr. 32 Graf interakcií	79
Obr. 33 Analýza rezíduí	79
Obr. 34 95% interval spoľahlivosti pre strednú hodnotu odozvy	80
Tab. 1 Druhy včelieho medu	31
Tab. 2 Chránené označenia dané legislatívou EÚ	33
Tab. 3 Druhy medov vo výskume	49
Tab. 4 Výhody a nevýhody počtu včelárov	57
Tab. 5 Problémy vyskytujúce sa pri údajoch	58
Tab. 6 Kombinácie hladín faktorov pri úplnom multifaktorovom experimente	61
Tab. 7 Korelačná matica predaja jednotlivých typov medu v čase	64
Tab. 8 Cluster analýza produktov	67
Tab. 9 Predaj a tržby medu podľa Clusteru 1	68
Tab. 10 Predaj a tržby medu podľa Clusteru 2	69
Tab. 11 Predaj a tržby medu podľa Clusterov 3, 4, 5	70
Tab. 12 Predaj a tržby medu podľa Clustrov 0	71
Tab. 13 Produkcia podľa Clustrov	72
Tab. 14 Podiel podľa Clustrov	73
Tab. 15 Priemerná cena za predaj produktov v jednotlivých skupinách	74

Tab. 16 Conjoint analýza pomocou viachladinového faktorového návrhu	76
Tab. 17 Nastavenie hladín faktorov pre jednotlivé pokusy	76
Tab. 18 Analýza rozptylu (ANOVA)	77
Tab. 19 Odberatelia s najväčším nárastom a poklesom spotreby medu počas pandémie ...	82

Úvod

Globalizácia ekonomík a z nej vyplývajúca požiadavka zvyšovania konkurencieschopnosti produktov na trhu núti vrcholový manažment organizácií zavádzať stále sofistikovanejšie systémy zlepšovania kvality produkcie, ale aj znižovania nákladov či zvyšovania efektívnosti výroby. Stále náročnejšie požiadavky zákazníkov na kvalitu sú výzvou pre výrobcov, ale aj hnacím motorom intenzívnejšieho zlepšovania procesov. V domácej ale aj v zahraničnej literatúre je prezentovaný celý rad metód orientovaných na zlepšovanie procesov. Každá z nich, ak chce pomôcť efektívne riadiť zlepšovanie, musí istým spôsobom opísať základné skutočnosti a okolnosti fungovania reálnych procesov.

Ak chápeme proces ako transformáciu vstupov na výstupy, potom je merateľnosť najdôležitejších vlastností procesu základným predpokladom pre použitie sofistikovaných metód zlepšovania vychádzajúcich zo základných zákonitostí matematickej štatistiky. Medzi takéto zložitejšie nástroje zlepšovania procesov patrí metodológia plánovania experimentov. Ide o súbor vzájomne prepojených samostatných metód, ktoré sami o sebe majú opodstatnenie a v prípade, ak sú všetky správne orientované, prinášajú spravidla relatívne veľmi presné informácie o priebehu jednotlivých procesov, o ich vstupných a výstupných parametroch, ale aj o súvzťažnosti jednotlivých monitorovaných veličín.

Aj keď možno experimentovanie považovať za jeden z najstarších spôsobov akým ľudstvo prichádzalo k poznatkom, napriek tomu aj v súčasnosti sa stretávame s chybným prístupom k experimentovaniu, čo môže viesť k chybnej často až fatálne zlej interpretácii výsledkov experimentovania. Preto je nevyhnutné pri akomkoľvek zlepšovaní podnikových procesov pomocou metódy DOE dbať hlavne na dodržiavanie nutných podmienok potrebných pre správne využívanie jednotlivých metód, ktoré tvoria súčasť samotného experimentovania.

V prvej časti predloženej dizertačnej práce sme opísali súčasný stav problematiky relevantnej k téme dizertačnej práce. Konkrétne niektoré základné a v praxi najčastejšie používané prístupy plánovaného experimentu.

Med je prírodný produkt, ktorý je pre svoju nespornú prospešnosť pre zdravie človeka veľmi obľúbenou potravinou. Aj keď ide o historicky jednu z najdlhšie používaných potravín, problematika stanovovania kvality medu je pomerne zložitá. Okrem zložitých chemických analýz založených na sofistikovaných metódach typu spektrálnej analýzy cez

rôzne ľudové postupy, až po klasicky subjektívny názor odborníkov – ochutnávačov, je kvalita medu z pohľadu zákazníka ovplyvňovaná aj rôznymi nie celkom nestrannými a zďaleka nie odbornými masmediálnymi hodnoteniami spravidla na internete.

Oblíbenosť medu ako pochutiny, lieku, ale i súčasti kozmetických prípravkov je preto veľmi subjektívna. Široký sortiment jednotlivých produktov z medu dovoľuje zákazníkovi, aby si vybral svoj obľúbený typ medu, značku, obal, avšak skutočnú kvalitu kúpeného medu by mohol exaktne stanoviť až pomocou zložitej chemickej analýzy. Navyše med ako prírodný produkt je relatívne dosť závislý od spôsobu skladovania. A tak sa môže stať, že aj pôvodne vyrobený med vysokej kvality sa môže v priebehu balenia distribúcie skladovania v obchode, ale i u zákazníka znehodnotiť. Tieto a mnohé iné problémy vytvárajú isté špecifiká v procesoch zameraných na výrobu, predaj a distribúciu medu nielen na Slovensku, ale i v Európe a všade na svete.

V tejto dizertačnej práci sme sa preto nezaoberali rôznymi dopytovaniami, či prieskumami názorov spotrebiteľov, ale použili sme už spomínanú metódu plánovaného experimentu a to tak Ex post ako aj Ex ante, pričom sme vychádzali z predpokladu, že skutočná obľúbenosť konkrétneho medového produktu u zákazníka je daná konkrétnym množstvom predaného produktu za určité obdobie.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

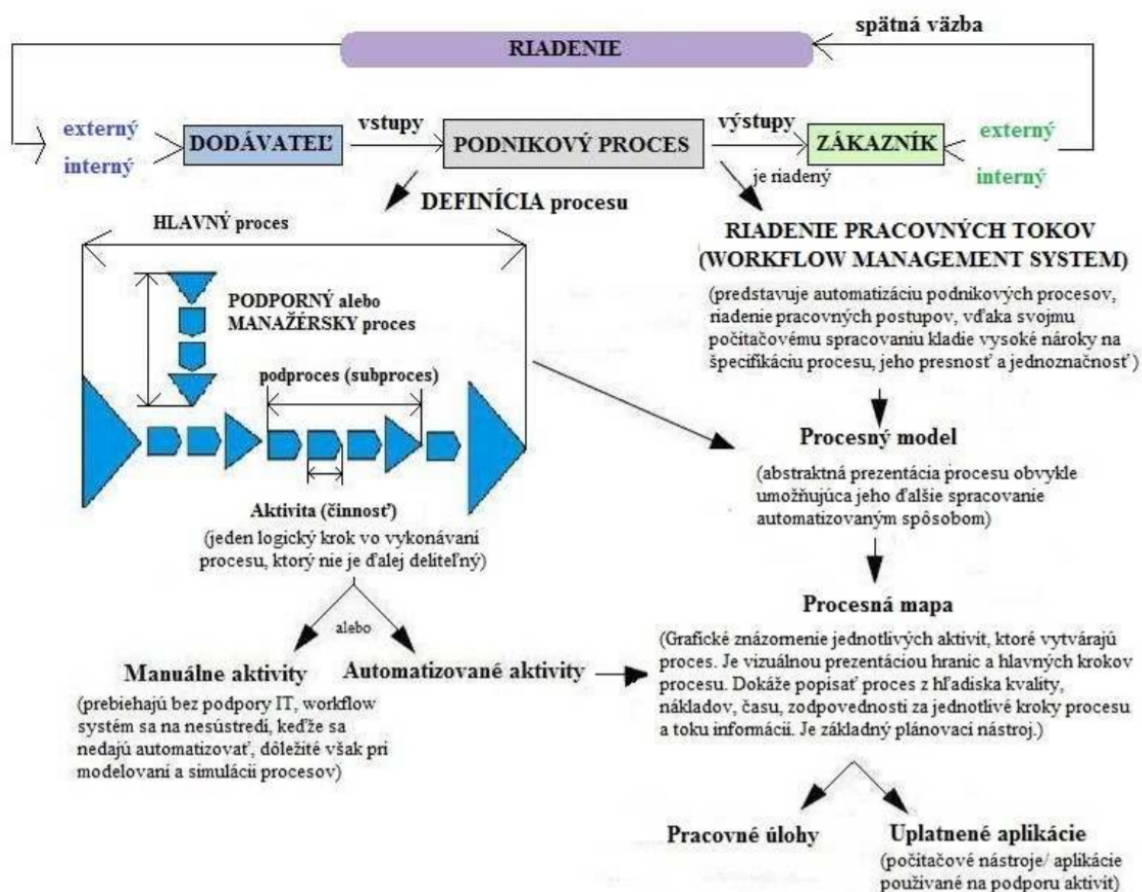
Vedenie u väčšiny organizácií si v ostatnom čase uvedomuje, že pre fungovanie procesov je podstatný ich správny opis. Súčasne by si mala organizácia uvedomiť základné postupy, ako ich účinne riadiť. Aby sa akékoľvek procesy dali spravovať, je potrebné ich vedieť monitorovať, merať, zasahovať do nich a zlepšovať. Ak nevieme odpovedať na otázku, čo je príčinou, že proces neprebíha podľa očakávaní a je potrebné proces zlepšiť, je tu možnosť aplikovať pri analýze príčin existujúceho stavu štatistické metódy. Tieto metódy okrem iného sú schopné proces modelovať, simulovať, respektíve určiť vzťahy medzi vstupnými a výstupnými údajmi – parametrami procesov, ktoré sú merané.

1.1 Podnikový proces a jeho zlepšovanie

Pojem proces vo všeobecnosti znamená transformáciu vstupov na výstupy. Podľa Šmídu (2007) môžeme pojem podnikový proces definovať nasledovne: „Proces je organizovaná skupina aktivít, kde sú navzájom súvisiace podprocesy a aktivity, ktoré prechádzajú cez jeden alebo viac organizačných útvarov (podnikový proces), alebo cez jeden alebo viac spolupracujúcich podnikov (medzipodnikový proces) zužitkujúc ľudské, materiálne, informačné a finančné vstupy, u ktorých je výstupom produkt s hodnotou pre interného ako aj pre externého zákazníka.“ Podnikové procesy (Obr. 1) sa členia na štyri skupiny (Šmída, 2007):

1. **Kľúčové procesy** – vplývajú na fungovanie podniku, majú priamy vplyv na externých zákazníkov, ide o primárne aktivity hodnotového reťazca (napr. príjem objednávky a jej spracovanie).
2. **Podporné procesy** – tieto podporujú kľúčové procesy a dojednávajú ich podmienky, majú vplyv na interných zákazníkov (napr. riadenie ľudských zdrojov).
3. **Procesy obchodnej siete** – ide o ťažko popisujúce procesy, keďže sú zložité; vplývajú na konkurencieschopnosť organizácií (podnikov), ktoré sa dotýkajú dodávateľov, obchodných partnerov, aj zákazníkov.
4. **Manažérske procesy** – pomocou nich podnik naplánuje, preorganizuje a riadi zdroje s cieľom vplývať na vnútornú efektivitu podniku.

Kľúčovým faktorom pre úspešnosť zlepšovania procesov je ich spätná väzba. Táto spätná väzba (tok) vytyčuje postupnosť procesov, kde výstup jedného procesu môže byť vstupom pre iný proces.



Obr. 1 Podnikový proces

Zdroj: Kádárová, 2012

Ak je potrebné proces zlepšovať, musí byť pod kontrolou. Z toho vyplýva potreba proces naplánovať, ďalej zrealizovať a napokon vyhodnotiť. Ak sa proces priebežne nezlepšuje, potom nastáva jeho zhoršenie a jeho efekt u konkurencie klesá.

Zlepšovanie podnikových procesov (angl. Business Process Improvement, BPI) vzniká pri ich hodnotení a meraní (Harrington, 1994). Ak sa zistia nedostatky, potom by malo prísť zlepšovanie. Cieľom je dopracovať sa k takej zmene, aby sa dosiahla vyššia úroveň procesu. Podniky alebo organizácie (spoločnosti), ktoré si chcú udržať svoju dobrú pozíciu na trhu a mohli obstáť v stále rastúcej konkurencii, sú donútené byť flexibilné. Existuje veľa metód, nástrojov, či techník, ktoré zabezpečujú zlepšovanie procesov. Sú to napr. metóda Total Quality Management (TQM) (Talha, 2004), Benchmarking (Stapenhurst, 2009), Kaizen (Imai, 1986), Model zrelosti (angl. Capability Maturity model, CMM) (Persse, 2001), Six Sigma (Töpfer, 2007), Teória obmedzení (angl. Theory of Constraints, TOC) (Cox and Achleier, 2010), Metóda zoštíhľovania (angl. Lean Thinking) (Jones and

Womack 2012), či Plánovanie experimentov (angl. Design of Experiment, DOE) (Condra, 2001).

1.2 Zlepšovanie dobrého mena (značky) produktov - Retail Management

Obchod prechádza ťažkým obdobím zmien. Retail Management (Obr. 2) poskytuje obchodníkom zjednodušene povedané „návod“ na riadenie procesu a to od chvíle prípravy pôdorysov, cez určenie kategórií a sortimentov, ďalej cez prípravu planogramov, kalkuláciu objednávok, atď. a to na jednotnej komunikačnej platforme (Bhatia, 2008). Ide o platformu kde sa dajú interaktívne predávať informácie s dodávateľmi, zamestnancami i externými subjektmi.



Obr. 2 Retail management

Zdroj: Sharms, 2008

Pri Retail Managemente začíname plánovaním priestoru, sortimentu a vystavením. Optimalizácia takýchto troch krokov je základom tzv. Space a Category Managementu (Hübner, 2011). Retail Management je teda nadradený Space a Category Managementu, obsahuje ďalšie nástroje, ktoré sú súčasťou celkového riešenia. Všetky prvky Retail Managementu sú súčasťou danej platformy dôležitej pre rýchlu a pohodlnú komunikáciu. Pracovníci podniku, dodávatelia i externé podniky vedia komunikovať v bezpečnom

prostredí a prispôsobovať tak potreby jednotlivým procesom a naopak. Retail Management si zakladá na mapovaní optimálnych procesov v obchode a na základe toho sú potom vyvinuté nástroje, ktoré prepájajú dané procesy tak, aby boli intuitívne a pohodlné pre užívateľov.

Pri optimálnom procese je potrebné mať optimálne nástroje. Retail Management je inteligentný a pokročilý nástroj pomocou ktorého je možné zdokonaľiť chod retailu. Významné miesto v ňom zohráva samotná značka.

Privátna značka

Privátne značka, často tiež nazývaná obchodná značka, je významnou formou vlastnej značky. Produkty, ktoré sú reprezentantom maloobchodníka, napríklad Tesco pomarančový džús alebo Sainsbury limonáda, voláme produktmi privátnych značiek. Balenie u produktov druhových značiek je veľmi dôležitým prostriedkom komunikácie kvality produktu a imidžu obchodu. Obal produktov privátnych značiek je však viac sofistikovanejší a navrhovaný tak, aby priamo konkuroval vo svojej tovarovej kategórii (Isaac, 2000).

Nôtová (2005) definovala privátnu značku ako maloobchodnú značku, vlastnenú a predávanú maloobchodníkom. Vraví, že privátna značka je tvorená všetkými produktmi, ktoré sa vyrábajú pre daného maloobchodníka s cieľom predaja v obchode a predstavuje:

- zvyšovanie lojálnosti zákazníka,
- rozširovanie ponuky výberu,
- uspokojovanie potrieb zákazníka,
- zvyšovanie ziskovosti,
- podporovanie výroby.

Zo strany zákazníka privátna značka zľahčuje orientáciu spotrebiteľa v množstve daných značiek na trhu, šetrí čas, tiež energiu a na základe toho majú verní zákazníci skrátený rozhodovací proces. Značky tak vytvárajú pocit intimity a familiárnosti pri nákupe. Z pohľadu výrobcu zaručuje stálosť a hromadnosť predaja a výroby, dlhodobú spoluprácu a následne možnosť znižovať výrobné náklady (Nôtová, 2005). Privátne značky sú na trhu dlhší čas, avšak na základe vysokých očakávaní boli v počiatkoch považované za menej

dôležité oproti značkovým produktom a dosahovali nízke podiely predajnosti. Nepredpokladalo sa, že budú významnejšie (Lincoln and Thomassen, 2008).

Značka je požadovaná a vnímaná spotrebiteľmi z dôvodu akejsi garancie kvality a predpokladanej spokojnosti. Produkty, ktoré nemajú značku, nemajú sami o sebe dostatočnú príťažlivosť. Produkt nemusí byť pod značkou svojho výrobcu, ale môže byť pod značkou jeho predajcu. Môžeme to vidieť už niekoľko rokov (Lincoln, 2008). V súčasnosti vidíme privátne značky na 95% kategórií spotrebiteľských balení rôznych tovarov.

Aj maloobchodníci ponúkajú privátne značky pri kategóriách, kde je spotrebiteľ ostáva verný tradičným značkovým produktom (Kumar, 2008).

Dá sa povedať, že tie najpredávanejšie privátne značky možno zaznamenať v kategóriách: pre potraviny sú to mlieko, vajcia a chlieb v tovarovej kategórii sú to vrecia na odpad, poháre a tanierne a toaletný papier (Aaker et al., 2007). S postupným zavádzaním privátnych značiek začali predajcovia hovoriť, že privátna značka im napomáha v konkurencii s klasickými výrobnými značkami, avšak nepomáha diferencovať obchod od ostatných predajcov. Zákazník tak nemal dôvod kupovať určitú výrobnú značku u daného predajcu, keďže všetci predajcovia vlastnili rovnakú značku. Privátna značka je to, čo ich odlišuje od ostatných, je to vlastné, jedinečné meno na etikete.

1.3 Plánovanie experimentu ako nástroj zlepšovania

Experimentovanie je hlavný spôsob ako ľudstvo od nepamäti dochádza k poznaniu. Malé dieťa sa ubezpečí o tom, že sporák je rozpálený tak, že vykoná pokus – chytí sa ho. Spraví nejakú aktivitu, ktorej hovoríme pokusom a pri výsledku pokusu sa oboznámi s novou skutočnosťou. Celkovo experimentovanie je akcia a reakcia. V praxi sa často vykoná experimentovanie „**pokus – omyl**“. Ide o experimenty: „pokúsim sa a uvidím, či je to dobré alebo zlé“. Problémom tohto experimentovania je labilný výsledok, ktorý spravidla neprináša pravdivý poznatok. Experimenty sú väčšinou veľmi drahé a za poznatky sa veľa platí. A preto je dobré, keď si dopredu zvážime čo budeme vykonávať, ako pokus robíme, tzn. vypracujeme plán. Preto pri danom prístupe vravíme o plánovanom experimente (Turisová a Pačaiová, 2017).

Pojem experiment vnímame ako sústavu pokusov, ktorá pri plánovanom experimente je ideálne usporiadaná. Môžeme konštatovať, že pri plánovanom experimente je dôležité

vytvárať podmienky, aby rozsah experimentu bol najmenší, ale objem a forma informácií bola čo najkvalitnejšia. Z toho potom vyplýva, že pri faktoroch navrhujeme správne úrovne v existujúcich intervaloch. Rozhodujúcim cieľom DoE je zisťovať väzby a vzťahy medzi veličinami procesu, ktoré skúmame. Máme tu teda metódu schopnú aj zložitý a ťažko pochopiteľný proces ponímať ako element, pri ktorom síce nevieme nájsť príhodný matematický model, ale vieme empiricky odhadnúť, ako jeho vstupy vplývajú na výstupy. Cieľom experimentu je určiť, ktoré vysvetľujúce premenné - faktory (vstupné, ovplyvňujúce veličiny, angl. factors) ovplyvňujú vysvetľované premenné - odozvy (sledované, výstupné veličiny, angl. responses). Inou úlohou je nájsť úrovne faktorov, pomocou ktorých by sme sa dopracovali k optimu (tzv. maximum a minimum) sledovanej veličiny (Veber a kol., 2007).

Na zostrojenie modelu je nevyhnutné mať namerané veličiny získané sledovaním bez cieľového zásahu, tzv. plánovaný experiment. V prípade experimentov, ktoré sa robia v praxi, nemajú vždycky aj tzv. skúsení experimentátori vyhovujúce znalosti o princípoch experimentu a znalosti potrebné na ich efektívnu realizáciu. Experimentom rozumieme sústavu pokusov, ktorá v pri plánovanom experimente je z istého pohľadu vhodne usporiadaná. Plánovaný experiment typu Screening vytvára podmienky pre čo najmenší rozsah pokusov experimentu, ale ako už bolo povedané takým spôsobom, aby objem a forma údajov, ale hlavne kvalita informácií bola čo najväčšia (Woods and Lewis, 2015). U faktorov tvoríme ideálne úrovne v rámci prípustných intervalov. Požiadavka na efektívnosť je aplikovaná hlavne pri experimentoch s viac faktormi. Jeho uznávanie viedlo k novému odvetviu aplikovanej matematiky a je ním plánovaný (riadený) experiment. Nápady, zoskupenia meraní a následná implementácia metód, ich hodnotenie atď. sú súčasťou teórie známej ako plánovaný experiment (angl. Design of Experiment, DoE). Norma STN ISO 3534-3:2003-04 hovorí o navrhovaní experimentov, že ide o stratégiu pre DOE takým spôsobom, pri ktorom účinne, ale aj ekonomicky prijateľne dosiahneme požadované ciele (STN ISO 3534-3:2003-04).

Základné pojmy

Znak kvality - Ide o vlastnosť, ktorú prezentuje nejaká veličina opisujúca určité charakteristiky produktu, či procesu. Je to závislá premenná charakterizujúca kvalitu kvantifikujúcimi výsledkami experimentu.

Faktor (parameter) - Je to nezávislá premenná a je navrhovaná, keďže je tu predpoklad, že má dosah na skúmanú charakteristiku kvality. Pomenovanie faktorov je spravidla realizované malými písmenami s indexom, t. j. $x_1, x_2, \dots$ atď. Ďalším typom faktorov sú tiež premenné, ktoré však nevieme, alebo nechceme merať a teda ani riadiť.

Nazývame ich šumy. Podľa typu premennej rozlišujeme dve skupiny faktorov:

1. ***Spojité faktory*** – môžu nadobúdať všetky hodnoty v určitom intervale. Pre jednotlivé úrovne sa nastaví ľubovoľná vybraná charakteristická hodnota (napr. teplota 0°C a 100°C, otáčky 2000 a 4000, atď.).
2. ***Diskrétné faktory*** – môžu nadobúdať iba konečný, respektíve spočítateľný počet hodnôt. Pre každú úroveň sa nastaví iba jedna číselná, respektíve textová hodnota, či status napr. typ materiálu (kov, drevo, papier), stupeň (1,2,3), atď..

Ako plánujeme experimenty? V rámci experimentu vstupujú faktory, ktoré vieme rozdeliť na dve kategórie:

1. *kontrolovateľné faktory* a
2. *nekontrolovateľné faktory (šumy)*.

Procesy opisujeme výhradne pomocou faktorov, ktoré sú kontrolované (napr. tlak, počet zamestnancov, rýchlosť otáčok, teplota, či počet operácií). Na proces však majú vplyv aj faktory, ktoré u experimentátora nie sú pod kontrolou a to preto, že o nich nevie. Neuvedomuje si ich, nevie, alebo nechce ich kontrolovať, či merať. Takéto faktory spôsobujú to, že si myslíme o určitých kombináciách úrovní faktorov, že majú vplyv na odozvu. V skutočnosti vplyv je spôsobený nekontrolovateľnými faktormi (Turisová a Pačaiová, 2017). Poznáme aj iné rozdelenie faktorov:

1. ***Regulovaný faktor*** – ide o navrhovanú premennú, ktorá ovplyvňuje odozvu a je zahrnutá do experimentu. Máme ju a vieme ju nastaviť aj udržať (napr. rýchlosť otáčania, viskozita, atď.).
2. ***Šumový faktor*** – ide o faktor, ktorý negatívne vplýva na odozvu a nejakým spôsobom ruší funkciu daného -výsledného produktu. Nechceme ho, alebo nevieme ho nastaviť, či udržiavať na žiadúcej hodnote. Pri experimente ho vieme do istej miery interferovať (napr. vlhkosť prostredia, rôzne podmienky pri používaní produktov, atď.).

Celkový počet pokusov - možných kombinácií testov pri danom počte faktorov na n úrovniach sa dá vypočítať tak, že počet úrovní sa umocní počtom faktorov:

- $3^3 = 27$ to zn. 3 faktory na 3 úrovniach,
- $2^{15} = 32\,768$ to zn. 15 faktorov na 2 úrovniach.

Exponenciálne narastajúce náklady na experimentovanie spôsobuje, že obyčajne sa nedajú uskutočniť obsiahle experimenty. Na základe toho Taguchi (1986) vypracovával plány, ktoré sa rátajú len s malou časťou z celkového počtu pokusov.

Úroveň - Ide o hodnotu, potenciálne nastavenie, či vymedzenie faktorov.

Odozva - Ide o premennú vystupujúcu z experimentu, tzv. vystupujúca premenná.

Model - Ide o opis, ktorý udáva vzťah medzi odozvou a predikčnou premennou.

Predikčná premenná - Ide o faktor - premennú objasňujúcu výstupy z experimentu.

Interakcia - Ide o vzájomne pôsobenie dvoch a viacerých faktorov vplývajúce na odozvu.

Plán experimentu - Ide o pridanie každej experimentálnej jednotky a vytvorenie časového rozhrania ošetrenia.

Navrhovaný experiment - Ide o plán experimentu navrhnutý na dosiahnutie vytýčeného cieľa.

História DOE

Metóda DOE patrí do oblasti matematickej štatistiky, ktorej pôvod siaha na začiatok 20. storočia. Zdroj DOE spájajú s Ronaldom Fisherom. Ide o anglického štatistika, evolučného biológa a genetika. Je zakladateľ analýzy rozptylu (ANOVA) a DOE. Prielomová publikácia Fishera má názov „Štatistické metódy pre výskumných pracovníkov“ a bola vydaná v roku 1925. V danej knihe je metóda DOE opísaná pomocou štatistických metód, štúdií spoločných efektov vplyvov niekoľkých premenných a určení kombinácií faktorov pre optimálny výsledok (Fischer, 1992). V 40. rokoch boli zachytené rôzne prístupy k DOE a to v rôznych vedných disciplínach a od ďalších autorov, ako napr. Genichi Taguchi. Taguchi (1987) štandardizoval použitie DOE v oblasti riadenia kvality. Navrhol koncept pre zlepšovanie kvality, t.j. vo všetkých fázach v rámci návrhu a vývoja daného produktu. V 70. rokoch metódu DOE použil aj jeden z významných mysliteľov 20. storočia a to George E.

P. Box. Bol to anglický štatistik zaoberajúci sa štúdiom časových radov a metódou DOE. Ďalším dosť významným predstaviteľom bol aj americký štatistik Douglas C. Montgomery (2001), ktorý bol veľkým propagátorom matematickej štatistiky i DOE.

Známa je jeho publikácia, ktorá má názov „Design an Analysis of Experiments“ a bola vydaná v roku 1976. Najväčšie rozšírenie metódy DoE v USA aj Európe došlo v 80. rokoch 20. storočia. U nás bola prvý raz aplikovaná v 90. rokoch a to v organizácii zameranej na automobilový priemysel (Montgomery, 2001).

Pod metódou DoE sa v praxi pri riadení kvality rozumie procesný model so vstupnými regulovanými faktormi (Obr. 3). Faktory sa rôzne nastavujú na požadované hladiny. Výstupom sú hodnoty, ktoré majú spojitý charakter. Je potrebné uvažovať aj o nekontrolovateľných faktoroch, čiže šumoch. Na proces pôsobí napr. teplota, vlhkosť, atď. (Blecharz, 2005).



Obr. 3 Princíp DOE

Zdroj: Montgomery, 2001

Nutnosťou pri navrhovaní DOE v reálnych podmienkach výroby je rátať aj s ďalšími potenciálnymi okolnosťami, ktoré môžu negatívne vplývať na výsledok experimentu.

Ide napr. o chyby operátorov, ktorí vykonávali experiment, chyby merania spôsobené rôznym kolísaním teplôt, či vlhkosti, atď.

Znáhodnenie je jeden zo základných spôsobov usporiadania pokusov v rámci DOE. Vďaka nemu dokážeme znížiť realizovateľný negatívny dopad šumov. Dá sa aplikovať na rôznorodých úrovniach alebo fázach daného experimentu.

Predtým je potrebné zobrať v úvahu:

- nastavenie časového oneskorenia medzi experimentmi,
- zakomponovanie rušivých faktorov do návrhu experimentu,

- vznik nákladov spájaných so zmenou faktorov,
- počet kontrolovateľných faktorov v danom experimente.

Znáhodnenie je použité v situáciách ako napr.:

- jeden z faktorov nie je pod štatistickou kontrolou,
- experiment je zavádzaný veľkým počtom operátorov,
- experiment, ktorého výsledky sú prezentované zákazníkom alebo členom tímu pre schválenie nápravných opatrení.

Ďalším dôležitým faktorom v DOE je **počet opakovaní pokusov s rovnakým nastavením hladín faktorov, t.j. replikácia**. Táto replikácia napomáha docieľiť v rámci DOE pozitívne vlastnosti ako je sledovanie stability a efektov daných faktorov. Replikácie napomáhajú určiť približnú chybu i odhad interakcií medzi faktormi.

Ak je v pokuse dostatočný počet replikácií, potom výstupy efektov jednotlivých faktorov a ich interakcií sú spravidla nestranné. Pri uskutočňovaných experimentoch je potrebné rátať aj s nákladmi na daný experiment. Ide napr. o cenu materiálu, spotrebu produktov, atď. Pri rastúcom počte replikácií sa DOE môže predražiť alebo časovo predĺžiť. Vhodná replikácia môže viesť k minimalizácii vplyvu rušivých premenných (Montgomery, 2017).

Dôvody pre použitie DOE

DOE nám poskytuje základnú informáciu o vstupných faktoroch, ktoré pôsobia na produkt. Získané poznatky pomáhajú k zdokonaľovaniu procesov vo výrobe a zlepšovaniu kvality produktov.

Vymenujeme si niekoľko pozitívnych dopadov po aplikácii DOE (Montgomery, 2017):

- nižšie náklady na reklamáciu,
- nízky počet hodín, ktorý je treba na vývoj,
- redukcia jednotlivých nákladov a zvyšovanie kvality,
- vyššia schopnosť dávať výťažok z procesu,
- nižší počet nezhôd a vymedzenie kritických parametrov,
- pochopenie súvislostí medzi konkrétnymi vstupmi a výstupmi v procese,
- nízka variabilita procesu,

- zlepšená spôsobilosť procesu,
- ľahké a rýchle dosiahnutie cieľov,
- atď.

Ako príklad si môžeme uviesť znižovanie nákladov a zlepšovanie procesov vývoja a výroby. Ide o jeden z podstatných dôvodov pre aplikovanie plánovaného experimentu. Vďaka nemu sa dajú vylúčiť nedôležité parametre napr. také, ktoré len zdanlivo súvisia s vlastnosťami materiálov.

S DOE sa môžeme stretnúť vo výrobných organizáciách, kde výstupy z procesov predstavujú kvantifikovateľné veličiny. Pre zlepšenie daných procesov je dôležité správne chápanie a určenie veličín, ktoré vstupujú do daného procesu. Ďalej je potrebné vedieť proces merať, vyhodnocovať, aj interpretovať a to tak vstupné, ako aj výstupné premenné (Antony, 2014).

V súčasnosti moderné riadenie kvality je uspokojené podľa japonskej a americkej filozofie. Ako čiastočný kompromis sa berie normatívny prístup. Podľa toho vidíme, že napĺňanie požiadaviek podľa ISO 9001 je spravidla ponímané ako samozrejmosť. Organizácie sú vyhodnotené zákazníkmi na základe toho, aké iné zabezpečovanie kvality uplatňujú. Ako ďalší postup je odporúčané implementovanie pokročilých nástrojov kvality akým DOE bezo sporu je (Blecharz, 2005).

1.3.1 Postup vypracovania DOE

Matematický model experimentu patrí medzi základné pojmy teórie experimentu. Model experimentu je v zhode s fyzikálnymi predstavami a zahŕňa opis daného stavu objektu, ktorý sa meria a aj opis priamo alebo nepriamo merateľných veličín, ktoré sú merané a zistené experimentovaním, respektíve stav objektu, ktorý je predmetom záujmu (Antony, 2014).

Screening je metóda DOE, vďaka ktorej vieme s čo najmenším rozsahom experimentu zistiť čo najviac informácií.

Pomocou vstupných faktorov (označujeme ako $x_1, x_2, \dots, x_n$) a chápeme ich vplyv na výstupy (označujeme ako $y_1, y_2, \dots, y_n$). Takto sa zistia súvislosti medzi vstupmi procesu, a jeho výstupmi.

Matematicky sa zostaví funkčný vzťah:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon$$

kde ε je chyba experimentu, t.j. odchýlka daného experimentu. Chyba experimentu pravdepodobne vystihuje neexistujúci presný funkčný vzťah medzi y a $(x_1, x_2, \dots, x_n)$. To môže byť zapríčinené:

1. nekontrolovateľnými faktormi a tie označujeme $z_1, z_2, \dots, z_p$); ovplyvňujú odozvu y , aj keď sa nenachádzajú v predchádzajúcej rovnici,
2. chybami vstupujúcimi do funkčného vzťahu daného experimentu a zároveň chybami merania, ktoré sú na oboch stranách danej rovnice (tie označujeme ako y a $x_1, x_2, \dots, x_n$).

Pri návrhu experimentov pomocou DOE hľadáme také vstupy, aby táto metóda predstavovala robustný nástroj. Nástroj ktorý slúži na pochopenie procesov a výskum faktorov - ich parametrov, ktoré nášho signifikantne vplyvajú. Triedi teda faktory na významné a menej významné, podľa podmienok okolia. Takto dostávame informácie, ktoré vyjadrujú vzájomné ovplyvňovanie odoziev $y_1, y_2, \dots, y_m$ faktormi $x_1, x_2, \dots, x_n$. DOE sa uskutočňuje podľa plánu experimentu, ktorý je okrem iného charakterizovaný:

1. počtom pokusov experimentu,
2. podmienkami, podľa ktorých sa pokusy uskutočňujú
3. a poradím pokusov.

DOE má spravidla niekoľko cyklov a daných postupnosti pokusov. Pretože pri DOE nenastáva bezprostredná regulácia procesu, nazývame súbor DOE ako „off line“ riadenie kvality. Poznáme tento postup vypracovania DOE (Turisová a Pačaiová, 2017):

1. Definovanie projektu – tu je potreba :
 - definovať cieľ experimentu,
 - zostaviť expertný tím a určiť ich zodpovednosti,
 - opísať vplyvy na experiment, t.j. problém, ktorý sa rieši.
 - zvoliť odozvy – pri tomto bode sa vyberajú premenné, ktorá poskytujú užitočnú informáciu o procese.
2. Voľba faktorov – v tomto kroku je potreba:
 - nutnej znalosti procesu,

- osvedčenej kombinácie skúseností z praxe a teórie vedomostí,
 - vybratia faktorov, ktoré sa v danom procese menia.
 - vybratia najdôležitejších faktorov (akýkoľvek faktor je rádovo väčší a to o počet pokusov v experimente)
 - určenia horných aj dolných hodnôt pri akýchkoľvek parametroch relevantných s faktormi.
3. Voľba typu experimentu – pri tomto ďalšom kroku je potreba:
 - výber plánu experimentu, ktorý presne určuje nastavenie hodnôt, faktorov, na ktorých sa uskutočňujú testy experimentu.
 4. Randomizácia jednotlivých pokusov a ich meraní.
 5. Vykonalie daného experimentu – vzniká potreba pozorovať a presne vypracovať plán experimentu.
 6. Realizácia experimentu a zber údajov.
 7. Analýza výsledkov daného experimentu
 - Pri analýze dát je potrebné implementovať vhodné štatistické metódy (ide o spracovanie údajov, ktoré uľahčujú štatistické softvéry ako napr. qs-Stat, Minitab).
 - Výstupy vo forme grafov a tabuliek.
 8. Závery z analýzy – potreba interpretovať výsledky analýz a navrhnúť praktické riešenia.
 9. Overenie výsledkov – tu vzniká potreba realizovať navrhnuté riešenia , overiť ich výsledky a následne zaviesť overené, prínosné riešenia do praxe.

1.3.2 Spôsoby experimentovania

Voľba závažných faktorov je zväčša výstup z brainstormingu uskutočneného tímom pre zlepšovanie s použitím Ishikawa diagramu, benchmarkingu alebo inej analýzy procesu.

V praxi je experiment vykonávaný bežne z dvoch dôvodov a to ak potrebujeme poznať:

1. ako „silne“ pôsobia faktory na odozvu,
2. ako najlepšie nastaviť parametre procesu pre dosiahnutie požadovaných parametrov výstupu z procesu.

V prvej kategórii sa hovorí o screeningu. Úlohou **screeningového experimentu** je najúčinnnejšie, t.j. pri čo najmenšom počte realizovaných pokusov, určenie sily vplyvu faktorov na odozvu. Pokusom rozumieme jedno presné nastavenie kombinácií úrovní pri všetkých relevantných faktoroch, pri ktorých je uskutočňované meranie odoziev. Napr. je tu situácia s tímom zlepšovania, ktorý potrebuje zistiť tie faktory ktoré najviac vplyvajú na variabilitu profilu drsnosti u brzdového kotúča.

Po rozprave s manažérom výroby, tiež operátormi a konštruktérmi zistili, že na variabilitu podstatne vplýva napr. opotrebenie brúsneho kotúča, rýchlosť brúsenia, operátor stroja, inšpekcia brúsnych kotúčov, atď. Uskutočnenie správneho screeningového experimentu vedúcim projektu dáva možnosť odhadnúť silu väzby vplyvujúcich faktoroch na variabilitu profilu. Odlišný príklad je spokojnosť zákazníkov s realizáciou takých procesov, ako napr. vybavenie hypotéky.

Kritickým faktorom pre zákazníka bude napr. variabilita času. To zn. kolísanie času, kedy získa rozhodnutie o vybavení hypotéky. Faktory vplyvajúce naň sú: typ pracovníka, ktorý spracúva žiadosť, bonitný systém inštitúcie, počet a druh dokumentácie, fluktuácia zamestnancov v inštitúcii, atď. Tím zlepšovania pri správnom screeningovom experimente dokáže zistiť, ktoré z vymenovaných faktorov sú významné pre danú variabilitu času potrebnú na schválenie či zamietnutie vypracovanej žiadosti o finančný úver.

V druhej kategórii experimentov hovoríme o **optimalizačných experimentoch**. Cieľom optimalizačných experimentov je, aby z významných faktorov, ktoré vzišli zo screeningového experimentu, sa zostavil matematický model, pomocou ktorého tím zlepšovania vie proces optimalizovať a to tak, aby sa splnili vymedzené ciele. Ak si zoberieme variabilitu profilu drsnosti pri brzdových kotúčoch, potom záujem výrobcu bude zníženie variability. Avšak zníženie variability nesmie byť z pohľadu nákladov kontraproduktívne, t.j. neznižovať variabilitu za každú cenu.

Je to taká optimalizácia, ktorá uvažuje viac s ako len jednou odozvou. Preto je dobré používať optimalizačné metódy plánovania experimentov, tzv. **metódy RSM** (angl. Response surface methodology). V praxi sa oba ciele vyskytujú rovnako často. Ani jeden z nich sa nemôže označiť ako prevažujúci. Experimentom sa overí, ktoré faktory sú najdôležitejšie, keďže iba tie sa potenciálne použijú v ďalšom experimente, ak bude potrebný. Ak by sa z nejakého dôvodu preskočil screeningový experiment a hľadalo sa

optimálne nastavenie faktorov, mohli by byť do analýzy začlenené aj faktory s nevýznamným vplyvom na analyzovanú odozvu.

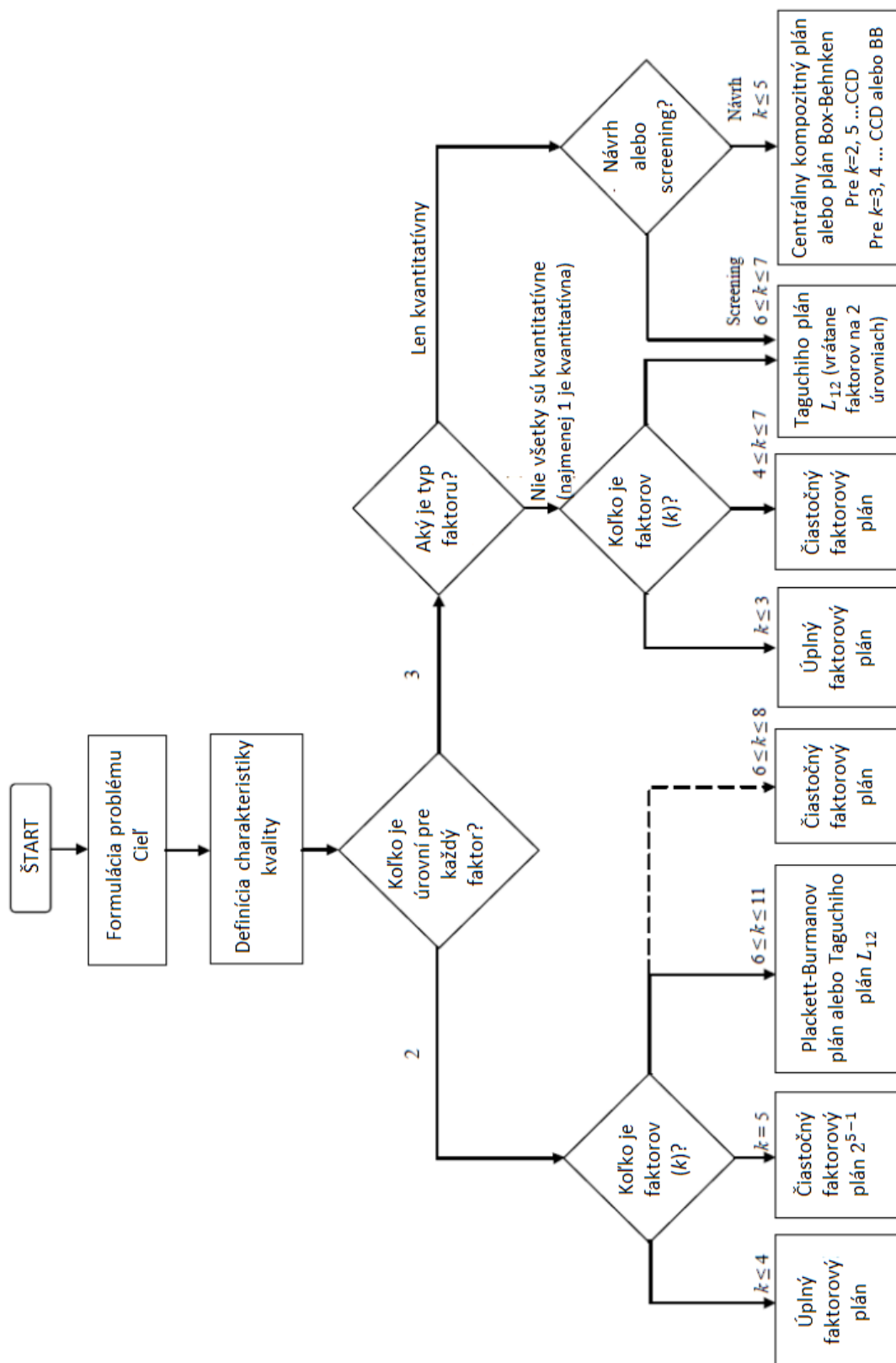
Výsledky takto získané sú spravidla tiež hodnoverné, ale finančné prostriedky pričlenené na sledovanie nevýznamného faktora vo vzťahu k odozve, by zbytočne zvýšili náklady. Na základe toho je výhodné hneď na začiatku použiť screeningový experiment. Pri najmenšom počte pokusov sa identifikujú len dôležité faktory a vykonávajú sa analýzy iba s nimi. Niektoré faktory vieme vylúčiť ešte predtým. Vlastne ide o faktory, pri ktorých podľa určitých skúseností, či historických údajov neočakávame signifikantný vplyv na odozvu.

Experimenty zamerané na optimalizáciu odozvy sa nemusia stále realizovať. Niekedy na pochopenie procesu stačí vykonať iba screeningové experimenty. Cieľom takýchto experimentov je totiž matematicky presné zachytenie vzťahu medzi hladinami faktorov a hodnotami odozvy. Následne na základe matematického modelu sa môžu identifikovať optimálne nastavenia hladín faktorov, aby sa dosiahli najlepšie hodnoty odozvy.

1.3.3 Výber experimentu

Existuje niekoľko typov experimentov. Na Obr. 4 je základný model výberu plánovaného experimentu.

Základné typy experimentov sa používajú pri screeningu, v rámci ktorých sa uskutočňuje aj ich optimalizácia. Medzi základné screeningové experimenty patria úplné faktorové plány experimentov a tiež čiastkové faktorové plány (Schmidt - Launsby, 1989).



Obr. 4 Výber plánovaného experimentu

Zdroj: Schmidt and Launsby, 1989

1.4 Včelárstvo a predaj medu na Slovensku

Med je prírodná potravina so sladkou chuťou, ktorú ľudia používajú odpradávna. Prvý písomný dôkaz o mede sa našiel v Sumerskej ríši v rokoch 2100 až 2000 pred n. l. (Chin - Sowndhararajan, 2020). Med je Európskou úniou (EÚ) definovaný ako „prírodná sladká látka, ktorú produkujú včely *Apis mellifera* z nektáru rastlín alebo zo sekrétov živých častí rastlín alebo z výlučkov hmyzu sajúceho rastliny alebo zo živých častí rastlín, ktoré včely zhromažďujú, premieňajú kombináciou s konkrétnymi vlastnými látkami, ďalej ukladajú, dehydratujú, skladujú a nechávajú v plastocho dozrieť“ (Zielinski et al., 2014).

Med klasifikujeme podľa:

- jeho zdroja, z ktorého včely produkujú daný med,
- prostredia, v ktorom včely produkujú med (skalný med, brtnický med, atď.),
- daného rodu, druhu a poddruhu včiel produkujúceho med),
- spôsobu výroby medu človekom (stáčaný med, pastovaný med, lekárnický med, atď.).

Monoflórný med je označovaný prevažne z jediného botanického pôvodu s viac ako 45% celkového obsahu peľu rovnakého druhu danej rastliny a nazývaný podľa tejto rastliny, ako je napr. citrusový, akáciový med (Alvare-Suarez et al, 2010). Multiflórný med je tiež známy ako polyflórný med a má niekoľko botanických zdrojov, kde žiaden neprevažuje. Ide napr. o med z lúčnych kvetov a lesný med. Nasledujúca Tab. 1 zobrazuje druhy včelieho medu.

Med je dôležitý a široko používaný potravinový produkt na výživné, kozmetické a liečebné účely. Hlavnou zložkou medu sú sacharidy alebo cukry, ktoré predstavujú 95% suchej hmotnosti medu. Med je komplexná zmes koncentrovaného cukrového roztoku s hlavnými zložkami fruktózy a glukózy. Priemerný pomer fruktózy ku glukóze je 1,2:1 (Aljadi and Kamaruddin, 2004). Sacharóza je v mede prítomná asi s 1% jeho suchej hmotnosti. Presný podiel fruktózy na glukóze v akomkoľvek mede závisí vo veľkej miere od zdroja nektáru. Obsahuje tiež bioaktívne zlúčeniny ako sú organické kyseliny, bielkoviny, aminokyseliny, minerály, polyfenoly, vitamíny a arómy (Ferreira et al., 2009, Ramanauskienė, 2012).

Tab. 1 Druhy včelieho medu

Druh medu	Opis
<i>Surový med</i>	Med, ktorý nebol vytočený a vyčírený, buď je ešte v plástoch divých alebo chovaných včiel.
<i>Čistý med</i>	Vyčírený med a inými metódami purifikovaný med, ktorý je zbavený vosku, propolisu alebo nečistôt, aký sa dá bežne zakúpiť.
<i>Brtnický med</i>	Med získaný z brtí, spôsobom odoberania medu zvaným brtníctvo, med býva násobne drahší.
<i>Stáčaný med</i>	Med sa získava odstredňovaním odviečkovaných plástov pomocou medometu.
<i>Odkvapkávaný med</i>	Narezaním plástov sa uvoľní med, ktorý vteká do zbernej nádoby.
<i>Tavený med</i>	Med získaný teplom, zahrievaním plástov.
<i>Lisovaný med</i>	Med získaný stlačením plástu, vytlačením medu, nie odstredením v medomete.
<i>Plastovaný med</i>	Špecifickým postupom vymiešaný kvetový med, tým získa trvácnu krémovú konzistenciu, je vhodný na natieranie na chlieb.
<i>Sušený med</i>	Špecifickým postupom vysušený med, tuhej konzistencie, sušením však stráca niektoré svoje vlastnosti, používa sa ako rýchly, praktický doplnok energie, do čaju, v pekárstve.
<i>Jednodruhový med</i>	Med z nektáru alebo medovice prevažne jedného druhu rastliny (agátový, lipový, repkový, smrekový...).
<i>Viacdruhový med</i>	Med z nektáru alebo medovice viacerých druhov (ovocný, lúčny, pampový, prériový, savanový, makchiový, púštny, tajgový, tundrový, horský, lesný, džungľový).
<i>Kvetový (nektárový) med</i>	Med má svetlejšiu farbu, z rôznych kvetov bylín, krov, stromov.
<i>Medovicový med</i>	Med má tmavšiu farbu, cenený med.
<i>Zmiešaný med</i>	Nektárovomedovicové, medovicovonektárové medy.
<i>Zmesový med</i>	Med zmiešaný z viacerých druhov včelárom.
<i>Ochutený med</i>	Med s prídavkom ovocia, orechov, korenín, bylín, sirupov.
<i>Plastikový med</i>	Surový, nevyčírený med v kusoch zaviečkovaných plástov, čím obsahuje aj liečivý propolis, peľ, vosk.
<i>Med s inými včelími produktmi</i>	Med ako peľ, propolis, materská kašička (podiel zložky musí byť presne určený).
<i>Medicínsky med</i>	Certifikovaný med určený priamo na terapeutické účely, s výraznými antibakteriálnymi vlastnosťami.
<i>Lekárnický med</i>	Med obohatený farmaceutom o liečivé látky určený na liečenie konkrétneho druhu ochorenia, užíva sa spravidla v oveľa menších množstvách.
<i>Biomed</i>	Med pri ktorého dorábaní sa cieľavedome znemožňuje akýkoľvek vplyv chemických a neorganických faktorov, vrátane zdrojov, z ktorých včely zberajú sladinu a starostlivosti o včelstvo.
<i>Oblasťný med</i>	Med v určitých oblastiach, kde má včelárska rastlina prirodzený biotop, vhodné chránené podmienky, vznikla dlhá tradícia dorábania medu, s výnimočnými kvalitami, med sa stáva známym vo svete ako oblasťný med, takýto med je vysoko cenený.

Zdroj: Alvare-Suarez et al, 2010

K celkovej kvalite medu, ako je chuť, farba a ďalšie fyzikálne vlastnosti, prispievajú neprchavé zlúčeniny, ktorými sú cukor, aminokyseliny, minerály a fenolové zlúčeniny.

Pri aróme medu ide skôr o hlavne prchavé zložky (Yao et al., 2005). Med má rôzne biologické vlastnosti vrátane antimikrobiálnych, antivírusových, protizápalových vlastností, napr. na hojenie rán, antioxidačných, antiparazitických, antidiabetických, antimutagénnych a protinádorových účinkov. Posledné farmakologické štúdie odhalili, že prírodný produkt medu má potenciál znižovať riziko žalúdočných a kardiovaskulárnych chorôb (Alvarez-Suarez et al., 2010) a majú priaznivý vplyv na plodnosť a na zlepšenie hormónov súvisiacich s plodnosťou (Haron et al., 2014). Preto vďaka prospešným vlastnostiam je po mede dopyt, a preto je cenovo drahší. Vyššia cena je tiež hlavným dôvodom pre jeho falšovanie.

Hodnovernosť potravinových produktov je v súvislosti s bezpečnosťou a danou kvalitou potravín zvlášť znepokojujúca. V súčasnosti je oveľa väčší záujem práve o pravosť medu vo vzťahu k pôvodu a to botanickému či geografickému pôvodu a tiež jeho falšovaniu. Med je hotový produkt, prírodná potravina, ktorá umožňuje množstvo zdravotných výhod vďaka s vysokým nutričným obsahom. Hodnovernosť medu má hlavný význam pre spotrebiteľov v boji proti podvodom s medom vo forme nesprávneho označovania pôvodu medu a falšovania cukru alebo sirupov. Na zisťovanie pôvodného medu sa používajú rôzne analytické metódy. S rôznorodým vybavením a technikami sa konvenčné analytické metódy používajú stále v spojení s pokročilými technikami, pretože sú súčasťou tzv. predbežného skríningu, spracovania a produktových štandardov.

1.4.1 Označenie medu

Podľa Potravinového kódexu Slovenskej republiky musí sa každý med označiť zreteľne na etikete s opisným údajom o danom produkte a to množstvo bez obalu, miesto pôvodu, dátum minimálnej trvanlivosti, meno alebo obchodné meno a označenie dávky v štátnom jazyku. Ďalšie údaje sú: typ medu, regionálny, kvetový alebo iný pôvod, teritoriálny alebo zemepisný pôvod, špecifické kvalitatívne kritéria. Ďalej je tam ochranná známka, obchodná značka a symbol potraviny. Ochranná známka vyjadruje kvalitatívne kritéria medu. Na Slovensku je známa najstaršia organizácia včelárstva a to Spolok včelárov Slovenska (skr. SVS) a k nej patrí ochranná známka Slovenského zväzu včelárov (SZV) „Slovenský med“. Obidve prístupujú daný Potravinový kódex o dané kvalitatívne

parametre medu, prvá tiež o určenie medu podľa včelárskej rastliny, oblasti produkcie a druhu znášky. Legislatíva EÚ rozlišuje označenia, ktoré sú opísané v Tab. 2.

Tab. 2 Chránené označenia dané legislatívou EÚ

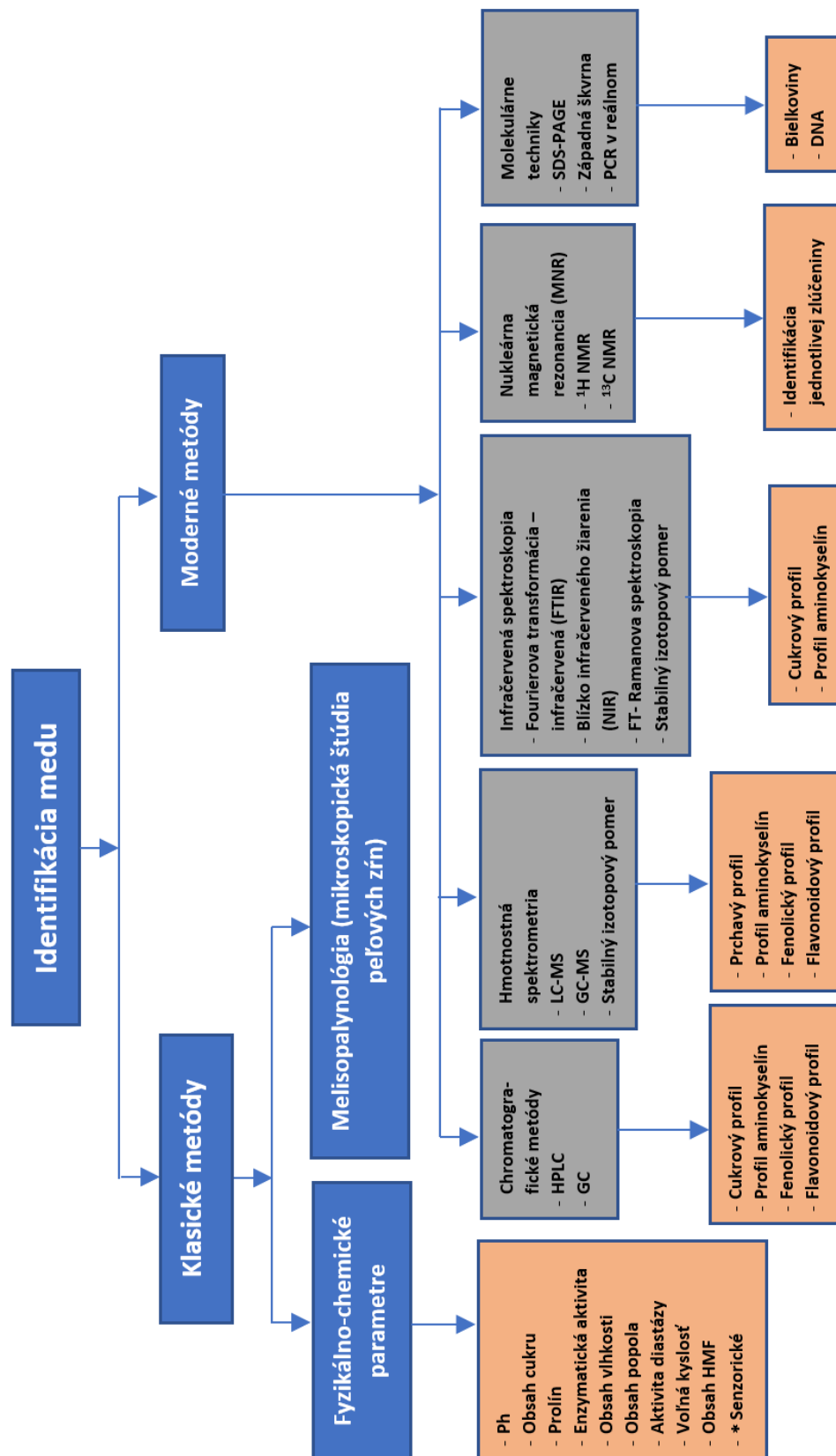
Názov	Označenie	Opis
<i>Chránené označenie pôvodu</i>	ChOP - PDO	Ide o tradičné miestne výrobky, u nás nemá zatiaľ žiaden med túto ochrannú známku, v zahraničí áno, napr. Korzický med „Miel de Corse“ alebo španielsky med „Miel de la Alcarria“.
<i>Chránené zemepisné označenie</i>	CHZO – PGI	Ide o miestne produkty. Na Slovensku nie je zatiaľ žiaden med pod touto značkou, v Poľsku je to „Miod wrzosowy z Borow Dolnoslaskich“.
<i>Tradičná špecialita garantovanej kvality</i>	TSGK – TSG	Označuje predovšetkým tradičné výrobky. Pod touto značkou nie je zatiaľ žiaden med.
<i>Produkt ekologického poľnohospodárstva</i>	BIO - ORGANIC	Zahrňa predovšetkým bioprodukty, u nás má toto ochranné označenie zatiaľ jediný výrobca medu – včelárska farma Bioapis Brezovica.

Zdroj: Vyhláška č. 41/2012 Z.z.

1.4.2 Pravosť medu

Med sa stal predmetom falšovania a dodávaním cukru a / alebo sirupov, napr. lacnejších sladidiel z repy alebo cukrovej trstiny. V niektorých krajinách sa tiež používajú kukuričné sirupy (glukóza), kukuričný sirup s vysokým obsahom fruktózy (HFCS), sacharózové sirupy a sirupy s invertným cukrom (Tosun, 2013).

Falšovaný med sa niekedy používa na kŕmenie včiel, na výrobu umelého medu. Falšovaný med na trhu je často označovaný a predávaný ako čistý med a umelé medy sú kvôli svojmu botanickému alebo geografickému pôvodu potom nesprávne označované (Bogdanov, 2007). Jednofarebné medy miešajú s lacnejšími viacfarebnými medmi. Jednofarebné medy, ktoré sú spotrebiteľmi najviac oceňované, sú považované za kvalitnejšie produkty a majú tiež vyššiu trhovú hodnotu (Soares et al., 2015). Identifikácia čistého medu a jeho pravosť sa realizuje na základe vlastností daného medu. Keďže dôležitou úlohou pre spracovateľov, maloobchodníkov, spotrebiteľov a regulačné orgány je nutnosť odhaliť tieto podvody s medom, používajú sa nato rôzne analytické metódy na meranie pravosti medu (Obr. 5).



Obr. 5 Konvenčné a moderné analytické metódy používané na identifikáciu medu
 Zdroj: Chin and Sowndhararajan, 2020

1.4.3 Detekčné metódy a technológie

Na určenie jeho botanického pôvodu je uplatňovaný klasický prístup v štúdiách identifikácie medu. Pri určovaní pôvodu monoflórneho medu sa používajú rôzne senzorické a fyzikálnochemické analýzy. Melisopalynologická analýza sa zvyčajne používa na identifikáciu kvetových peľových zŕn, ktoré sú prítomné v mede mikroskopickým vyšetrením (Anklam, 1998).

Melisopalynologický prístup však nie je vždy vhodný pre niektoré druhy medu (napr. pre citrusy), keďže úroveň obsahu peľu je premenlivá a zvyčajne nízka. Podiel obsahu peľu závisí od druhu rastlín, obdobia zberu a výťažku nektáru u samčích a samičích kvetov. V niektorých prípadoch je možné peľ odfiltrovať do včelieho medového vaku a pridať ho do medu. Kvôli významným prírodným zmenám obsahu peľu je táto metóda teraz sprevádzaná senzorickou analýzou a stanovením určitých fyzikálno-chemických vlastností. Počet fyzikálno-chemických parametrov potrebných na úplnú charakterizáciu je veľmi vysoký a melisopalynológia má nevýhody spočívajúce v tom, že je pomalá, jej implementácia je veľmi namáhavá a vyžaduje značné množstvo tréningu (Ferrerres et al., 1994).

Fyzikálno-chemické parametre na identifikáciu medu

Užitočné informácie o pôvode medu by sa dali získať pomocou fyzikálno-chemických parametrov ako je pH, obsah cukru, prolín, enzymatická aktivita, obsah vlhkosti, obsah popola, aktivita diastázy, voľná kyslosť a obsah hydroxymetylfurfuralu (HMF).

Nalda et al. (2005) zistili vo svojej štúdii na 73 rôznych medoch u 7 botanických pôvodov významné rozdiely vo vzorkách medu z hľadiska 15 minerálnych obsahov (okrem železa a zinku) a 8 fyzikálno-chemických parametrov (okrem sacharózy a HMF). Klasifikácia troch monoflórných srbských medov, arabskej gumy, slnečnice a lípy, by mohla byť založená na premenných ako je elektrická vodivosť (0,10–0,76 mS/cm), voľná kyslosť (7,80–42,70 meq/kg) a pH (3,17–5,85) (Lazarevič et al., 2012).

Silvano et al. (2014) uviedli významné rozdiely v priemernej hodnote HMF, farbe, elektrickej vodivosti a obsahu sacharózy pre medy zozbierané z rôznych včelínov ako sú poľnohospodárske, horské a lúčne oblasti juhovýchodného regiónu provincie Buenos Aires v Argentíne.

Zmeny senzorických vlastností medov v dôsledku flóry v miestnom prostredí sa dajú zrkadliť analýzou peľu alebo senzorickými štúdiami na rozpoznanie medu. Stolzenbach et al. (2011) uviedli, že dánske medy majú odlišné a jedinečné príchute súvisiace s pôvodom miesta ich umiestnenia. Lavandínový med je monoflórný produkt nedávnej proliferácie získaný z hybridu druhov *Lavandula angustifolia* a *Lavandula latifolia*. Vo svojej štúdii boli ako chemické markery na overenie pravosti levandinového monokvetového medu navrhnuté vysoké koncentrácie g-nonolaktónu, farnesolu a acetovanilónu, ktoré boli po prvýkrát identifikované ako zložky medovej arómy a laktónov, dehydrovomifoliol, 4-metoxyacetofenón a dekanal.

Chromatografické techniky

Na stanovenie cukru, aminokyselín, fenolických a flavonoidových profilov vzoriek medu sa uvádzajú rôzne chromatografické techniky. V prvých dňoch Doner et al. (1979) stanovili pomery maltózy / izomaltózy medov a kukuričného sirupu s vysokým obsahom fruktózy pomocou metódy **plynovej chromatografie** (GC). Uviedli, že **pomery vyššie ako 0,51 naznačujú falšovanie**. Lipp et al. (1988) vyvinuli metódu strednotlakej kvapalinovej chromatografie využívajúcu zmes uhlia / celitu na detekciu konvenčného sirupu s vysokým obsahom fruktózy v mede na úrovni iba 1% z celkovej zmesi. Med falšovaný komerčnými sladidlami bolo možné ľahko identifikovať na základe hladiny sacharózy, ktorá bola o niečo vyššia ako obsah sacharózy v prírodnom mede.

Teraz sa výskum zameriava predovšetkým na stanovenie fenolických a flavonoidových profilov z dôvodu ich farmakologických vlastností. Mnoho štúdií uvádza fenologické a flavonoidové profily medu vo vzťahu k botanickému a geografickému pôvodu pomocou rôznych chromatografických techník. Stanovenie fenolových zlúčenín v mede zahŕňa odstránenie matricových zložiek (najmä cukrov) a analýzu predkoncentrácie analytov pomocou techniky HPLC (Campone et al., 2014).

Liang et al. (2009) ustanovili citlivú a presnú metódu pomocou HPLC-ECD na súčasnú separáciu a stanovenie 4 fenolových zlúčenín, vrátane kyseliny kávovej, kyseliny p-kumarovej, kyseliny ferulovej a hesperetínu v čínskom citrusovom mede.

Autori Campone et al. (2014) opísali nový prístup k rýchlej analýze 5 fenolových kyselín a 10 flavonoidov v mede pomocou disperznej mikroextrakcie, po ktorej nasledovala HPLC analýza. Navrhovaná nová metóda v porovnaní s bežne používanou metódou

pri analýze fenolových zlúčenín v mede poskytuje podobnú alebo vyššiu účinnosť extrakcie s výnimkou najhydrofilnejších fenolových kyselín. Tieto chromatografické techniky poskytujú pomerne zložité chromatogramy a spolu s príslušnými analýzami umožňujú klasifikovať med podľa jeho botanického, geografického a entomologického pôvodu.

Integrácia hmotnostnou spektrometriou s chromatografickými technikami

Na oddelenie a identifikáciu polo prchavých a prchavých zložiek v mede sa používajú metódy LC – MS a GC – MS. Prchavé látky ovplyvňujú predovšetkým medovú príchuť a jej variácie kvetinového pôvodu. Najvýhodnejšou technikou na stanovenie koncentrácie prchavých látok v mede (SPME) je mikroextrakcia v pevnej fáze headspace (HS) (Plutowska et al., 2011). Bianchi et al. (2011) vyvinuli metódu HS-SPME a charakterizovali 40 prchavých zlúčenín talianskeho bodliakového medu. Aj keď je možné prchavé látky použiť na rozlíšenie medu podľa krajiny, Juan-Borrás et al. (2014) dospeli k záveru, že botanický pôvod rozlišuje vo výskume medových vzoriek lepšie ako geografický pôvod a to pomocou medov z akácie, slnečnice a tilií zo Španielska, Rumunska a Českej republiky. V rozšírení k HS-SPME/GC–MS Baroni et al. (2006) použili chemometriu na stanovenie vzoru prchavých organických zlúčenín na charakterizáciu 42 vzoriek medu z jedného kvetu 5 kvetinových pôvodov, zatiaľ čo Aliferis et al. (2010) použili odtlačok prsta na rozlíšenie a klasifikáciu gréckych medov podľa ich rastlín a geografického pôvodu. Špánik et al. (2014) a Verzera et al. (2014) vyvinuli nový analytický prístup založený na výskume enantioméneho pomeru chirálnych prchavých zložiek pomocou SPME-GC–MS na vyhodnotenie autenticity medov.

Stabilná izotopová pomerová hmotnostná spektrometria (IRMS)

Stabilnú analýzu pomeru izotopov pomocou hmotnostnej spektrometrie možno použiť na detekciu falšovaných vzoriek medu na základe **princípu rozdielneho pomeru 8^{13}C alebo $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$** (Marini et al., 2004). Rastliny produkujúce med, ako aj cukrová repa patria k rastlinám C3, zatiaľ čo cukrová trstina, kukurica a ďalší hlavný zdroj falšovaných sirupov sú z rastlín C4. Ich rozdielne fotosyntetické dráhy vedú k odlišnému metabolickému obohateniu izotopu ^{13}C . Pomalší reakcie $^{13}\text{CO}_2$ je vyčerpaný na väčšie rozšírenie u rastlín C3 než v C4 rastlín v priebehu CO_2 fixácie (kinetický izotopový efekt).

Je teda možné zistiť prídanie lacného cukru C4 kvôli jeho rozdielnej hodnote $\delta^{13}\text{C}$ v rozmedzí od -22 do -33 ‰ pre med z rastlín C3, -10 až -20 ‰ pre med z rastlín C4 a -11 až $-13,5$ ‰ v mede z rastlín metabolizujúcich kyselinu Crassulacean (ananás a kaktus). Po prídání cukru do čistého medu $\delta^{13}\text{C}$ bude C hodnota medu zmenená. Ak med s $\delta^{13}\text{C}$ je podozrivý, potom C hodnoty s menej než $-23,5$ ‰ hovoria, že je sfalšovaný. Proteín extrahovaný z medu môže byť použitý ako vnútorný štandard pre stanovenie falšovania medu ako zodpovedajúce $\delta^{13}\text{C}$ proteínového extraktu, ktoré zostane konštantné. Rozdiel v $\delta^{13}\text{C}$ medzi medom a jeho prijatým bielkovinovým extraktom je akceptovaná minimálne -18 ‰ odchýlka, čo poskytuje medzinárodnú hodnotu 7% prídanieho cukru C4 (Padovan et al., 2003).

Nukleárna magnetická rezonancia

Spektroskopia nukleárnej magnetickej rezonancie (NMR) poskytuje dôležité štrukturálne informácie pre širokú škálu zložiek potravy a je uznávaná ako jedna z hlavných analytických techník identifikácie potravinárskych produktov, pretože je silne zameraná na štrukturálnu aj chemickú charakterizáciu (Marccone et al., 2013).

Bertelli et al. (2010) skúmal falšovaný med sfalšovaný zámerným prídáním rôznych koncentrácií komerčných cukrových sirupov pomocou jednorozmernej (1D) a dvojrozmernej (2D) NMR spojenej s viacrozmernou štatistickou analýzou. Ribeiro a jeho spolupracovníci použili nízke pole nukleárnej magnetickej rezonančnej spektroskopie (LF ^1H -NMR), pre zaradenie brazílskeho medu do 8 rôznych botanických zdrojov a pre odlišenie medu falošnom od HFC v rôznych koncentráciách od 0% (čistý med) až 100% (čistý kukuričný sirup s vysokým obsahom fruktózy) (Ribeiro et al., 2014).

Molekulárne techniky

Na identifikáciu a klasifikáciu vzoriek medu sa dajú použiť metódy identifikácie medu založené na bielkovinách a DNA, ako je napr. elektroforéza na polyakrylamidovom géle s dodecylsulfátom sodným (SDS-PAGE) a PCR v reálnom čase. V posledných metódach identifikácie potravín sa používa metóda založená na DNA, ktorá sa považuje za najspoľahlivejšiu, najrýchlejšiu a reprodukovateľnú techniku na zisťovanie falšovania a pôvodu potravinárskych materiálov.

Valentini et al. (2010) navrhli novú metódu na skúmanie rozmanitosti rastlín a geografického pôvodu medu pomocou prístupu čiarových kódov DNA, ktorý kombinuje univerzálne priméry a masívne paralelné pyrosekvencovanie. Laube et al. (2010) vyvinuli metódu na charakterizáciu rastlinných druhov v mede založenú na DNA, ktorá sa ďalej používa ako označenie zemepisného pôvodu. Identifikovali markery PCR na detekciu druhov rastlín súvisiace s „Miel de Corse“, chráneným označením pôvodu medu a „Miel de Galicia“, medom s chráneným zemepisným označením (CHZO) ako aj s nemeckými a anglickými medmi.

Soares et al. (2015) použili na identifikáciu botanických druhov medu metódy založené na DNA. Použili 5 metód extrakcie DNA kombinovaných s 3 rôznymi predúpravami vzoriek na 4 vzorkách medu, 3 monoflórných a 1 multiflórnej. Rôzne postupy extrakcie DNA sa porovnali z hľadiska integrity, výťažku, čistoty a amplifikácie DNA zameraných na univerzálne a ADH1 špecifické gény *C vulgaris*, kde úspešne identifikovali monoflorálny vresový med. Aj keď tieto molekulárne techniky poskytujú pozoruhodné výsledky, na identifikáciu pôvodu vzoriek medu sú potrebné predchádzajúce znalosti o druhoch rastlín.

Iné techniky

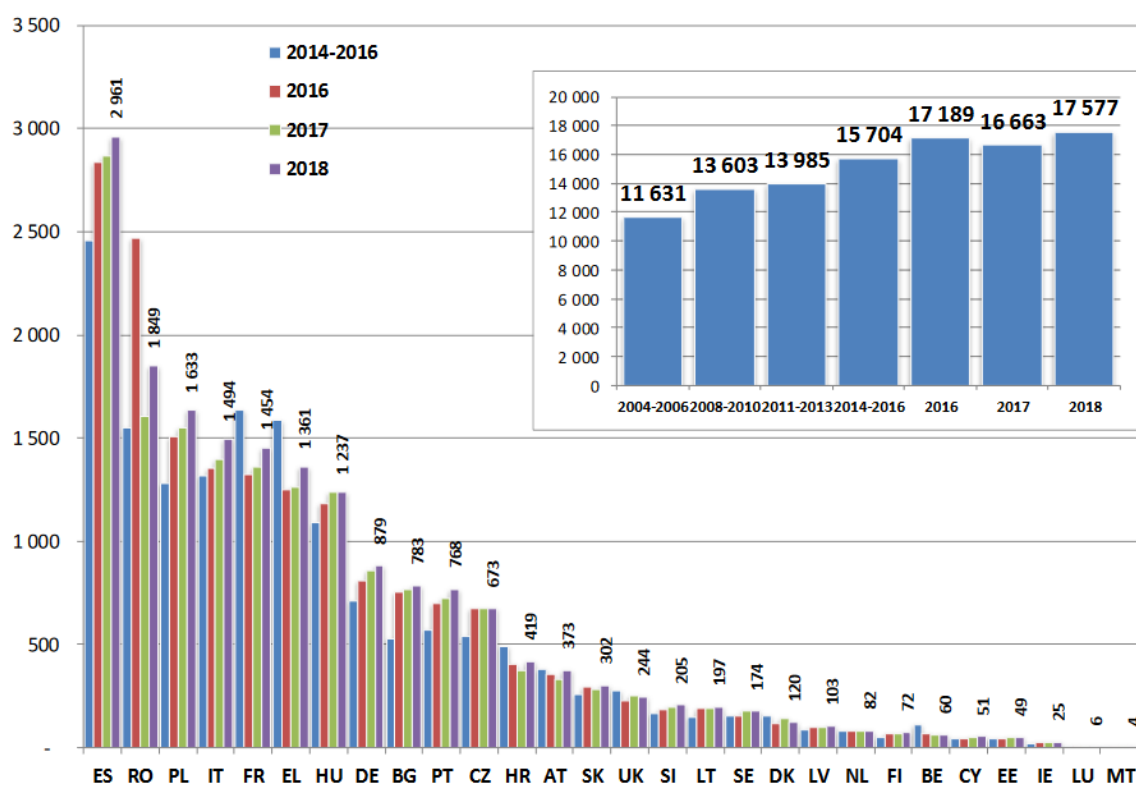
Existujú ďalšie metódy, ktoré zahŕňajú inštrumentálne a improvizované analytické postupy používané na identifikáciu a autentizáciu medu. Na účely analýzy klasifikácie medu a účely autentifikácie je potrebné zhromaždené údaje podrobiť silnej štatistickej analýze, ako je viacrozmerná analýza, regresná analýza alebo chemometria, ale aj analýza hlavných komponentov (PCA) a lineárna diskriminačná analýza (LDA).

Stanovenie pravosti medu podľa jeho geografického alebo botanického pôvodu a čistoty je najdôležitejším kritériom na zaistenie jeho bezpečnosti a kvality. Napr. staršie techniky melisopalinológie bude možno potrebné spojiť s novšou a pokročilejšou technikou, aby sa zaistila vyššia presnosť a presnosť vyšetrovania. Pre hĺbkovú analýzu údajov získaných z inštrumentálnych meraní sú potrebné dôkladné analytické metódy a postupy pre zmysluplný výskum autentizácie medu. S novými poznatkami a informáciami o pôvode a pravosti medu vzniká potreba aktualizovať súčasné normy Potravinového kódexu EÚ tak, aby obsahovali novšie informácie a pokyny pre šandardizáciu vlastností medu, pokiaľ ide o pravosť. Novšie profily môžu obsahovať nielen alifatické organické kyseliny,

aminokyseliny, prchavé zložky, flavonoidy, uhľohydráty, fenolové kyseliny a proteíny, ale aj cukrové profily. Môžu sa implementovať aj usmernenia týkajúce sa diskriminácie botanického a geografického pôvodu.

1.4.4 Aktuálny stav včelárstva

Včelárstvo na Slovensku má veľkú tradíciu. Už v roku 448 po Kr. napísal byzantínsky rétor Priskos o ľudoch na strednom Dunaji, ktorý mu ponúkli nápoj s názvom medos, čiže medovina. Lesné včelárstvo (brtníctvo) je na území Slovenska doložené od 5 stor. po Kr. Pre Slovensko je jeden z typických znakov práve včelárstvo a vo svete na medzinárodných súťažiach získavajú najvyššie priečky. Na obr. 6 sú prezentované počty včelstiev v krajinách EÚ.



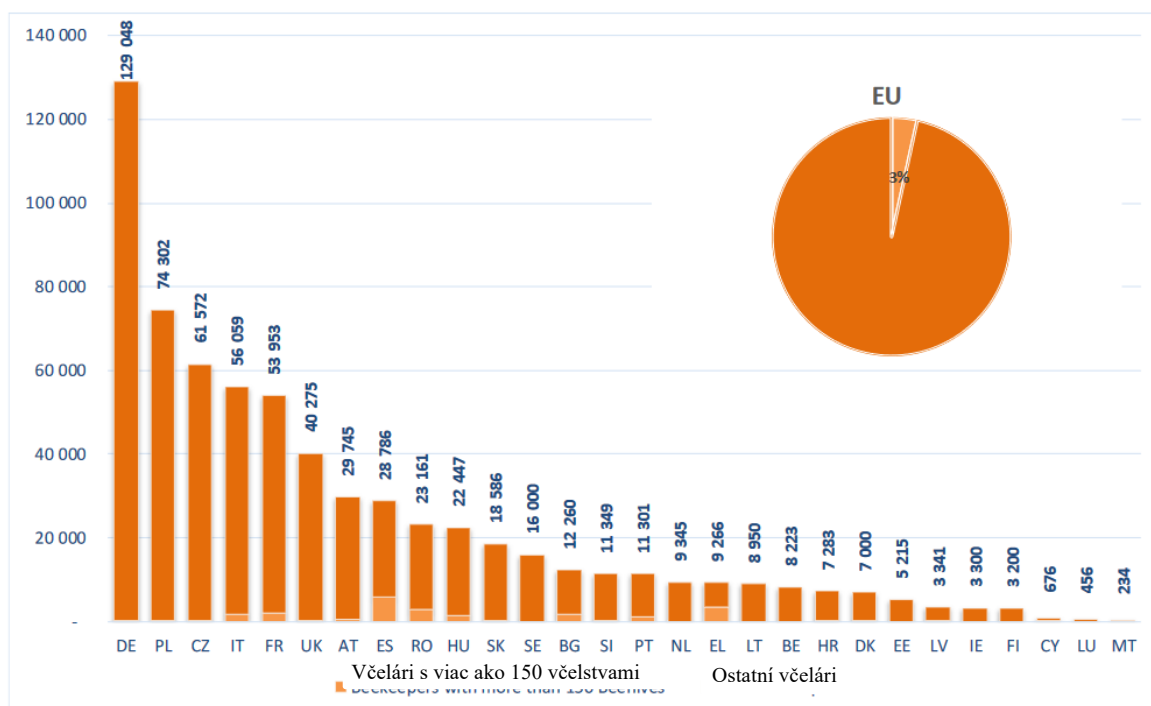
Obr. 6 Vývoj počtu včelstiev (v tisícoch)

Zdroj: NAPs 2020-2022

Najvýznamnejší prínos chovu včelstiev spočíva v opeľovaní poľnohospodárskych plodín, pričom 84% rôznych druhov z 264 plodín, ktoré sa pestujú na území EÚ, je sčasti

závislá na opelení hmyzom. Ak by bola absencia hmyzích opelovačov, tak by v EÚ poklesol o 25% celkových úrod hmyzomilných plodín. Pre Slovensko by to bolo skoro 27% vďaka plodine repky olejnej. Preto je nevyhnutné podporovať nielen veľkých, ale aj tých menších včelárov, ktorí starostlivosť o včelstvá vykonávajú ako svoje hobby. Na Obr. 7 sú prezentované počty profesionálnych (nad 150 včelstiev) včelárov a poloprofesionálnych a amatérskych (pod 150 včelstiev) včelárov. Včela medonosná je jednou z najefektívnejších pôvodných opelovačov v Európe. Robotnice včelstva vedia pokryť oblasť veľkú až 100 km².

95% zberu včiel sa uskutočňuje v okolí 6 km, i keď vedú doletieť aj ďalej. Medzi najvýznamnejšie negatívne vplyvy na včelstvá predstavujú klíma krajiny, intenzifikácia poľnohospodárstva, patogény, pesticídy, či elektromagnetické znečistenie.



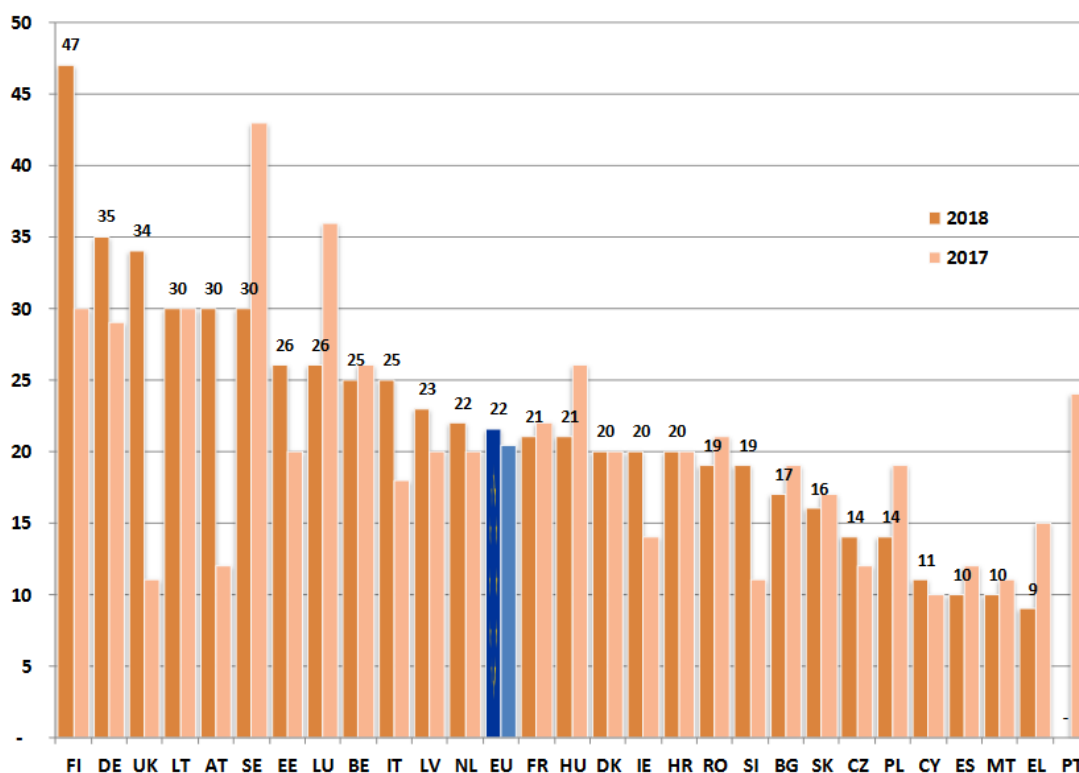
Obr. 7 Včelári s viac ako 150 včelstvami (profesionál) a s menej ako 150 včelstvami (amatéri) v rokoch 2017-2018

Zdroj: NAP, 2020-2022

K najrizikovejším faktorom negatívneho ovplyvňovania opelovačov sa zaraďuje kontrola poľnohospodárskej produkcie nadnárodnými korporáciami, ďalej sú to nové systémové pesticídy, či čoraz častejšie výskyty horúceho počasia alebo sucha. To všetko vplyva na kondíciu včelstiev.

Na Obr. 8 je ukázaný odhad priemerného výnosu v kg medu na včelí úl' v krajinách EÚ. Moderné poľnohospodárstvo je závislé na pesticídoch, ktoré zvyšujú úrodu a práve včely sú tomu vystavené pri zbere potravy. Môžeme sledovať rôzne chronické otravy ako je paralýza, dezorientácia, zmena správania sa včiel. Napr. pesticídy zo skupiny neonikotinoidov sú v EÚ zakázané, ale iba na včelárskych rastlinách. Tie sa i naďalej používajú a to vo forme moridiel osív.

V súčasnosti SZV s organizáciou BeeLife presadzujú zmenu v novej Spoločnej poľnohospodárskej politike a to tak, aby upozorňovala na ochranu opeľujúceho hmyzu. Ďalšie možnosti ako riešiť danú situáciu je cez Program rozvoja vidieka SR 2014-2020, kde sa snažia získať podporu na výsev daných multifunkčných polí.



Obr. 8 Odhad priemerného výnosu v kg medu na včelí úl' a za rok

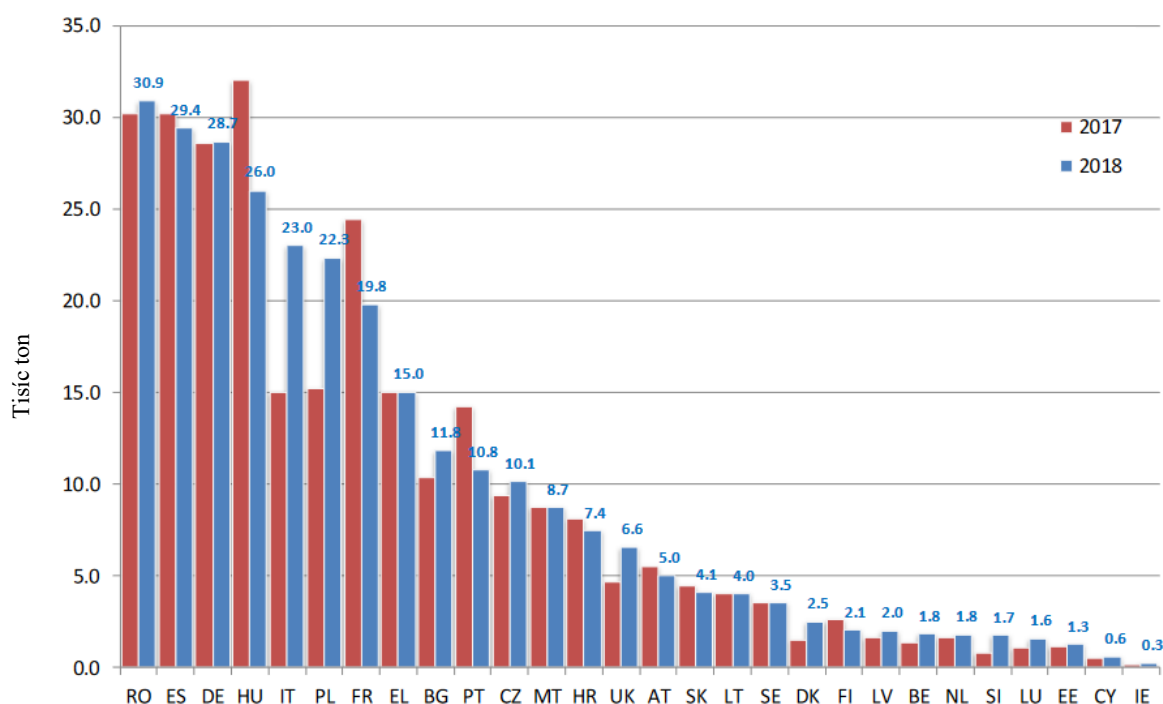
Zdroj: NAP, 2020-2022

Cieľom bolo vytvoriť multifunkčné biopasy na 12 000 ha pôdy, no v skutočnosti bolo zrealizovaných len 1%, čo činilo 108 ha biopásov. Ako ďalšia možnosť je spolupráca včelárov s pestovateľmi v propagácii ochrannej známky BeeFriendly, ktorou sa certifikovaní včelári zaväzujú dodržiavať dané pravidlá na tzv. ochranu opeľovačov, napr.

obmedziť použitie pesticídov či kosiť plodiny až po odkvitnutí. Koncom roka 2019 sa spustila celoeurópska občianska petícia „Zachráňte včely a poľnohospodárov! Smerom k poľnohospodárstvu priaznivému pre včely a pre zdravé životné prostredie“. Ďalšie riešenie pre znižovanie agrochémie je presadzovať digitálne technológie a autonómne roboty v rastlinnej výrobe. Vznikajú tak nižšie náklady a ekologizácia rastlinnej produkcie.

Nárast množstva včelstiev a aj včelárov v podstate len kopíruje demografický vývoj obyvateľstva. Niekedy daný nárast v krajinách je z dôvodu štatistických nepresností, keďže mnohé štáty EÚ nahlasujú počty formou odhadu a potom následné prerozdelenie balíka financií v sektore včelárstva sa robí na základe týchto počtov, čo zvädzajú na nepresnosť, samozrejme smerom hore.

Potom na to doplácajú také krajiny ako je napr. Slovensko, ktorá si vedie precíznu registráciu včelstiev. Iným spôsobom ako odhadnúť aspoň približne počet včelstiev je možné pomocou produkcie medu v jednotlivých krajinách. Na Obr. 9 je prezentované množstvo medu za roky 2017 a 2018.



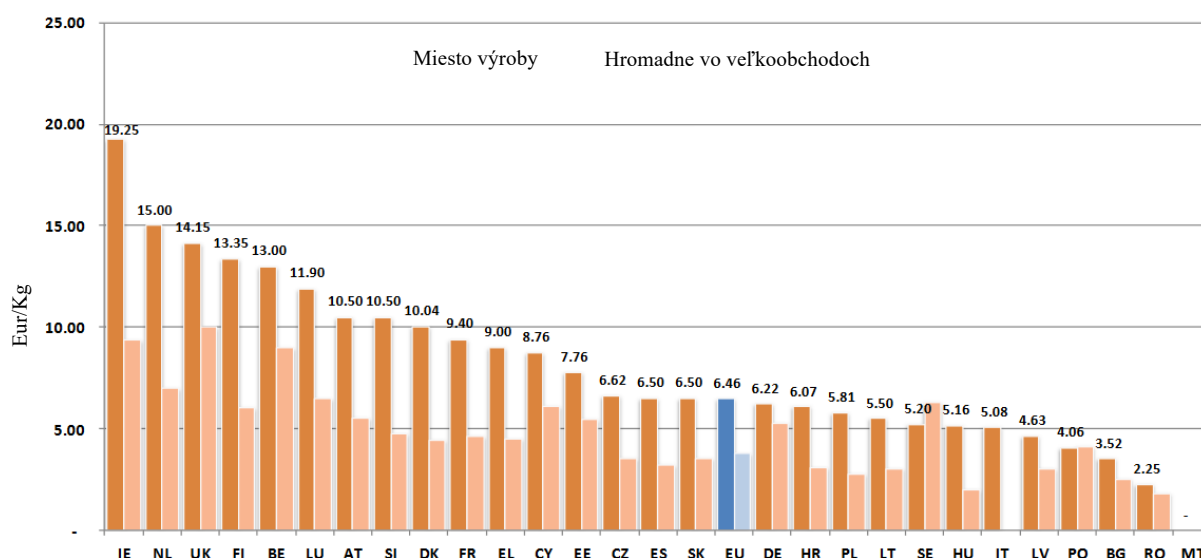
Obr. 9 Výroba medu v EÚ

Zdroj: NAP, 2020-2022

EÚ celkovo vyprodukovala v roku 2017 276 tisíc ton medu a v roku 2018 až 283 tisíc ton medu. Napriek tomu však je i najväčším dovozcom medu dôvodom, je pravdepodobne vysoká cena medu a tým je vysoká predajná cena medu v jednotlivých krajinách EÚ.

Na ilustráciu sú na Obr. 10 sú prezentované priemerné ceny multikvetinového medu v jednotlivých krajinách EÚ. Relatívne vysoké ceny predajné v krajinách EÚ sú dané primerane veľkými nákladmi na ich produkciu.

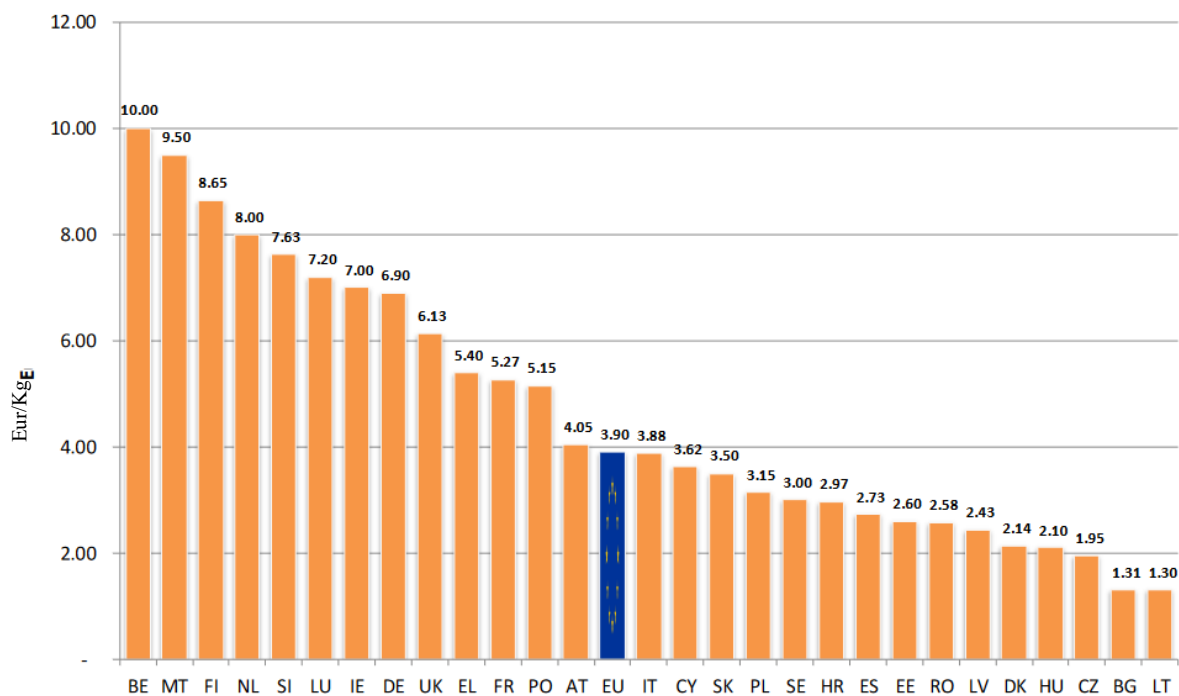
V EÚ totiž v súvislosti s predajom medu platia prísne kritéria týkajúce sa jeho zloženia, konzistencie, obsahu cukru, atď. Dodržiavanie týchto prísnych kritérií znamená okrem zvýšenia starostlivosti o včelstvá aj zvýšenie nákladov v súvislosti s distribúciou a predajom medov.



Obr. 10 Priemerné ceny multikvetinového medu (2017-2018)

Zdroj: NAP, 2020-2022

Na Obr. 11 sú graficky znázornené priemerné výrobné náklady na kilogram vyrobeného medu za rok 2018.



Obr. 11 Priemerné výrobné náklady na kilogram vyrobeného medu

Zdroj: NAP, 2020-2022

2 Cieľ práce

Hlavným cieľom dizertačnej práce je modifikovať existujúce postupy metodológie DOE takým spôsobom, aby čo najefektívnejšie pomohli pri zlepšovaní konkrétnych procesov vo vybranej organizácii.

Na naplnenie hlavného cieľa je nevyhnutné realizovať nasledovné čiastkové ciele:

1. Vykonať prehľad aktuálnej domácej i zahraničnej vedeckej odbornej literatúry v oblasti plánovaného experimentu so zameraním na implementáciu jednotlivých konkrétnych prístupov v podmienkach vybraného slovenského výrobného podniku.
2. Výber vhodných metód vzhľadom na ich možné prínosy, presnosť, ale aj obmedzenia vo vzťahu ku konkrétnemu zlepšovaniu procesu vybraného podniku.
3. Výber a vykonanie experimentu a jeho modifikácia zameraná na zvýšenie efektívnosti zlepšovania.
4. Vyhodnotenie účinnosti zlepšovania pomocou metódy DOE, opis prínosov pre prax, ako vedu.

3 Metodika práce a metody skúmania

Táto časť dizertačnej práce je zameraná na stručnú charakteristiku skúmaného podniku a opis vybraných metód, ktoré sme použili v celej práci.

3.1 Charakteristika spoločnosti Medas s.r.o.

Spoločnosť Medas s.r.o. je slovenská spoločnosť, ktorá začala podnikat' od roku 2003. Jej vznik bol podnietený bohatou včelárskou tradíciou a snahou o efektívnejšie zhodnotenie vlastnej produkcie včelích produktov. V priebehu rokov spoločnosť vybudovala rozsiahlu dodávateľskú sieť, ktorá pôsobí v najproduktnejších a najčistejších oblastiach Slovenska. Má svoju značku, ktorú môžete vidieť na obaloch produktov spoločnosti. V súčasnosti patrí spoločnosť medzi popredných slovenských producentov a exportérov prírodných včelích produktov. Ich aktivity zahŕňajú širokú škálu produktov a to od gastro balenia, spotrebiteľských balení, až po veľkoobchod a priemyselné balenie (Obr. 12).



Obr. 12 Výber produktov spoločnosti Medas s.r.o.

Zdroj: vlastné spracovanie

Od roku 2010 rozšírila spoločnosť svoju činnosť o import, výrobu, spracovanie, balenie a distribúciu sortimentov orechov, sušeného ovocia, semien ovocných zmesí a dražovaných produktov. Ich prioritou je spokojnosť zákazníkov a to ich vedie k neustálemu zvyšovaniu kvality produktov a služieb a to tak, aby boli čo najlepšie schopní naplňať ich potreby.

3.1.1 Kvalita medových produktov

Ako sme ukázali v teoretickej časti dizertačnej práce, kvalita medových produktov sa hodnotí veľmi zložitým spôsobom. Navyše jednotlivé hodnotenia posudzujú kvalitu medu spravidla iba z určitého uhla pohľadu. Jednotliví producenti si tak môžu vybrať ten spôsob hodnotenia, ktorý je k ich produktom najviac zhovievavý a proklamovať vysokú kvalitu svojich produktov na základe jedinej konkrétnej analýzy hoci aj certifikovaného laboratória.

Napriek tomu v nasledovnej časti práce uvedieme, ako nestranný odhad kvality vybraných medových produktov spoločnosti Medas výsledky testu, ktorý nezávisle vykonalo a následne publikovalo mikrobiologické laboratórium Slovenskej akadémie vied. Prezentované výsledky testov produktov spoločnosti Medas, sú prezentované v červenom rámečku na Obr. 13 – 15.

Podľa odborného vyjadrenia mikrobiológa laik nemá šancu poznať, či je ním kúpený med biologicky aktívny. Aj renomované laboratória v súčasnosti merajú hlavne to, či je v mede do päť percent sacharózy a zároveň do 18 percent vody (norma Slovenského zväzu včelárov). Výnimočne sa sledujú sa aj ďalšie fyzikálno-chemické parametre, opísané v teoretickej časti práce. To, čo sa však neskúma je - či je med biologicky aktívny. Mikrobiológovia zo slovenskej SAV to chcú zmeniť. Chceli by, aby aj normy v budúcnosti štandardizovali spôsob, ako sledovať, či sa v mede dodržiavajú aj hodnoty biologickej aktivity (Horák, 2017, Bučková a Majtán, 2017).

Ak je totiž med biologicky aktívny, potom sa môže využiť aj na hojenie malých rán, na odreniny, ale aj pľuzgiere či menšie popáleniny. Takéto medicínske medy sú použiteľné aj na preležaniny, vredy predkolenia alebo diabetické vredy. Bolo dokázané, že med nemá len antibakteriálne účinky, ale tiež imunomodulačné., t.j. vplýva na bunky kože takým spôsobom, ktorý podporuje rýchlejšie hojenie rán. Podporuje totiž bunky kože tak, aby rýchlejšie migrovali. To pozitívne vplýva na reepitelizáciu rán.

Med nie je iba zdrojom energie, ale ide o výživový doplnok, ktorý slúži preventívne aj pred ochoreniami dýchacích ciest. Med má takisto veľmi pozitívny vplyv na tráviaci trakt človeka. Bolo preukázané, že deťom napríklad redukuje kašeľ. Musí však ísť o nefalšovaný, zaručene pravý a dobre skladovaný med (Bučeková a Majtán, 2017).

Do prieskumu biologických vlastností medu v spomínanom teste bolo zaradených 19 na Slovensku predávaných medov. Hodnoty, ktoré medy dosiahli v rámci testu, odborníci zo SAV porovnali s tromi vzorovými medmi: lipovým, medovicovým a agátovým. Išlo o akési referenčné vzorky, teda o medy, pri ktorých bola zaručená kvalita. Tieto tri vzorové medy s garantovanou kvalitou a pôvodom mali antibakteriálnu účinnosť na úrovni do desať percent.

Čo sa týka ceny, tri najdrahšie medy, zaradené do výskumu, boli z Y a stáli 4,99 eura za 250 gramov. Všetky medy: repkový, krémový, kvetový a agátový od spoločnosti CHS mali antibakteriálnu účinnosť na úrovni 30 až 40 percent. Medy zaradené do výskumu (od 1 po 19) sú v Tab. 3.

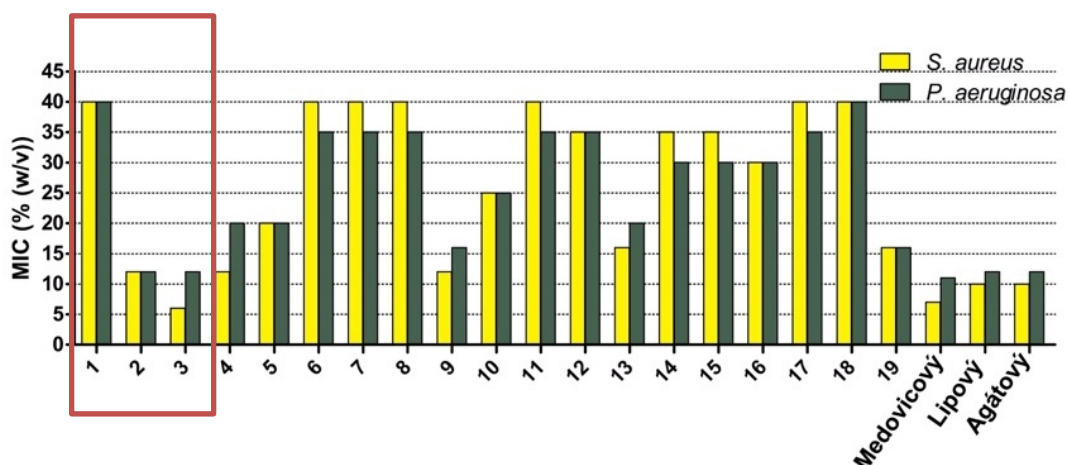
Tab. 3 Druhy medov vo výskume

1. kvetový med (Medas), 2. agátový med (Medas), 3. zmiešaný medovicový med (Medas),
4. lipový med (Landis), 5. medovicový med (Landis), 6. kvetový med (Landis)
7. kvetový med (Medokomerc), 8. lúčny med (Medokomerc), 9. lesný med (Medokomerc)
10. lipový med (Natur Product), 11. kvetový med (Natur Product), 12. agátový med (Natur Product), 13. lesný med (Natur Product),
14. kvetový med (Med kvetový, Lidl), 15. kvetový med (Maribel)
16. repkový med – krémový (Ceramel Honey Shop), 17. kvetový med (Ceramel Honey Shop), 18. agátový med (Ceramel Honey Shop), 19. medovicový med (Ceramel Honey Shop)

Zdroj: Horák, 2017

To znamená, že 30- až 40-percentný roztok dokázal potláčať rast baktérií a teda mal antibakteriálny účinok na úrovni samotného cukru. Aj cukor má totiž antibakteriálne účinky, lenže med účinkuje ako 5-percentný a nie ako 40-percentný.“

Čo sa týka antibakteriálnych účinkov, niektoré medy boli na úrovni cukorného roztoku (Obr. 13). Vyzerali dobre, príjemne voňali, a pomocou bielkovinového profilu bolo potvrdené, že ide o pravé medy. Pravdepodobne však boli príliš zahriaté, zle skladované alebo staré.

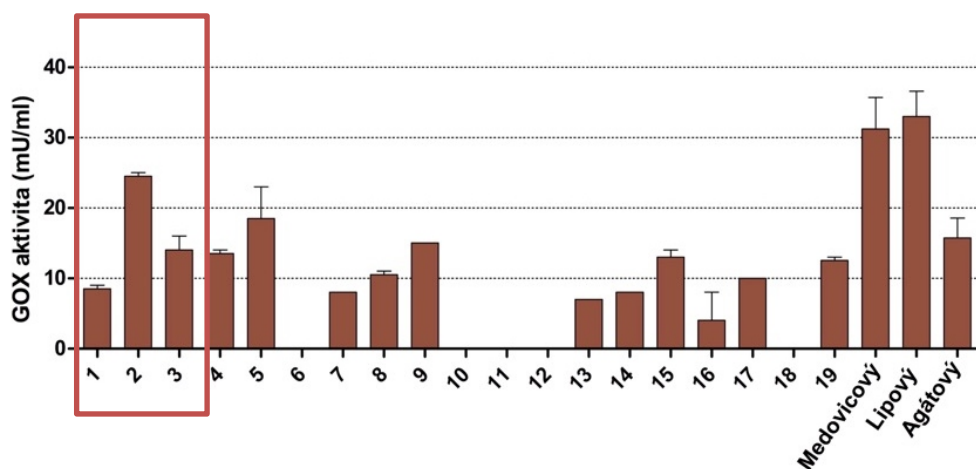


Obr. 13 Antibakteriálna aktivita: čím vyšší je stĺpec, tým horšie.

Zdroj: Horák, 2017

V ďalšom sa test zmeral na analýzu aktivity včelieho enzýmu glukózooxidázy. Ide o enzým, produkovaný včelami, pri zahusťovaní nektáru s obsahom cca 50 - 60% vody na med s obsahujúcim cca do 18 - 20% vody.

„Uvedený enzým je prítomný v každom mede. V piatich medoch však nebola nenameraná žiadna aktivita predmetného enzýmu (Obr.14). V lipovom, kvetovom a agátovom mede spoločnosti NP bol s absenciou uvedeného enzýmu navyše zistený podozrivo nízky obsah celkových bielkovín. Opäť išlo o nadmerné zahriatie medu, ale mohlo ísť aj o prílišné nariadenie cukorným sirupom, či falšovanie medu.

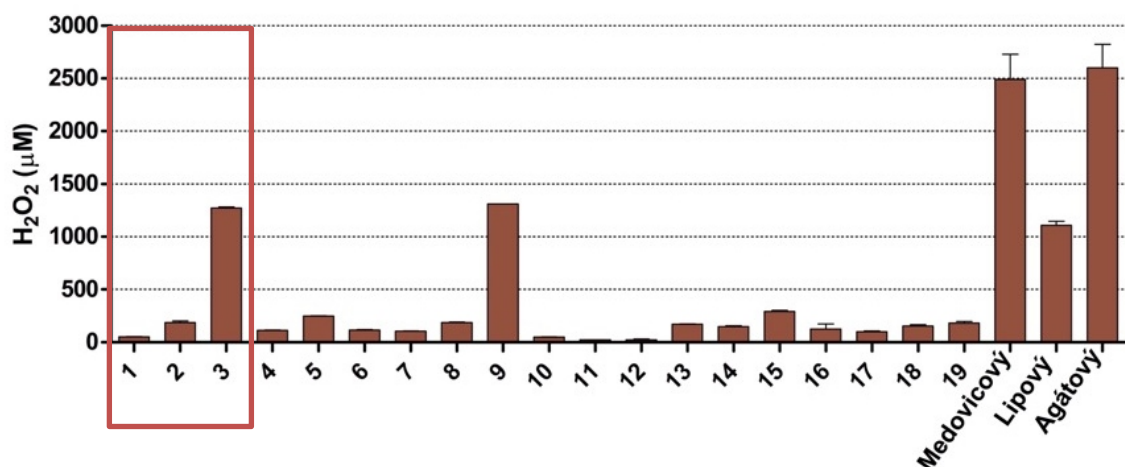


Obr. 14 Aktivita včelieho enzýmu glukózooxidáza: čím nižší je stĺpec, tým horšie

Zdroj: Horák, 2017

Produktom enzýmu glukózooxidázy je okrem iného aj peroxid vodíka (H_2O_2). Ide o jeden z hlavných antibakteriálnych faktorov medu. Jeho hladiny môžu variovať, ale v prípade, že sú veľmi nízke, naznačujú, že sa s predmetným medom dialo niečo negatívne, čo ho výrazne znehodnotilo. Tri medy od **NP** dosiahli aj v tomto parametre nulové hodnoty (Obr.15). Úplne najlepšie dopadol v teste zmiešaný medovicový med a agátový od firmy Medas a lesný med od firmy **Mk**.

Napriek tomu, že drvivá väčšina v teste biologickej aktivity prepadla, kvalita medov na Slovensku sa podľa vyjadrenia mikrobiológov zo SAV zvyšuje: „Trend je pozitívny. Medy sa riedia čoraz menej. Treba však doriešiť ešte niektoré veci, ako je ich ohrev či skladovanie (Bučková Majtán 2017).



Obr. 15 Produkcia peroxidu vodíka: čím je stĺpec nižší, tým horšie.

Zdroj: Horák, 2017

Podľa vyjadrenia mikrobiológov zo SAV by sme pri zohrievaní medu mali úplne vylúčiť mikrovlnnú rúru. Vzhľadom na rôznu konzistenciu medu, pri jeho ohreve v mikrovlnke hrozí, že zatiaľ čo tuhá časť, sa bude pomaly rozpúšťať, tekutá, alebo polotekutá časť, sa bude prehrievať. Následkom je výrazné znehodnotenie biologickej aktivity medu.“

Čo sa týka skladovania, je vhodné tmavé, suché a chladné miesto. Pri štyroch stupňoch Celzia, med síce zachová svoje pôvodné biologické vlastnosti, ale urýchľuje sa proces kryštalizácie. Navyše, náklady na skladovanie by sa zvýšili, keďže skladovacie

priestory by museli byť chladené. Rozumný kompromis je skladovanie pri teplote do 18 stupňov. S pohľadu zákazníka je najlepšie konzumovať tohtoročný med, prípadne rok starý.

Ak má totiž med tri a viac rokov môžeme očakávať, že v ňom dôjde k nežiaducej degradácii.

3.2 Metódy skúmania

3.2.1 Conjoint analýza

Conjoint analýza (Rao, 2014) je metóda, ktorá patrí do skupiny metód kvantitatívneho výskumu. Názov vychádza z anglického spojenia CONsidered JOINTly, čo v preklade znamená „uvažované spoločne“ a vysvetľuje zmysel danej metódy. Ide o analýzu spotrebiteľských preferencií, alebo je tiež nazývaná len ako preferenčná analýza. Bola vytvorená v roku 1960 (Řezníková a kol., 2001) a používať sa začala okolo 80. rokov 20. storočia. Jej uplatnenie stále rastie a to vďaka počítačovým programom. V súčasnosti tieto programy vedú spracovať celý proces Conjoint analýzy. Aj keď táto metóda používa hlavne nemetrické nezávislé premenné, používa štruktúru plánovaného experimentu DoE (Montgomery, 2017), ako aj postupy analýzy rozptylu ANOVA (Tabachnick and Fidell, 2007).

Conjoint analýza, na rozdiel od klasickej analýzy rozptylu používa menší počet údajov (respondentov) a tiež má k dispozícii preferencie zvolených atribútov (vlastností), a má k dispozícii odozvu na všetky tieto vlastnosti od jednotlivých respondentov.

Conjoint analýza má zistiť, ktoré atribúty dominantne vplyvajú na nákupné chovanie spotrebiteľov a ktorá z navrhnutých kombinácií atribútov je pre spotrebiteľov preferovanejšia. Táto metóda je vypracovaná tak, aby sa dali vypočítať relatívne hodnoty atribútov daného produktu, ktoré sú spotrebiteľmi uvažované ako komplex vlastností.

Veľkou výhodou danej metódy je, že pomocou analýzy preferencií sa dajú zistiť atribúty a ich úrovne, ktoré zodpovedajú danej situácii návrhu a následne vieme predvídať chovanie zákazníka pri nakupovaní daného produktu. Avšak rizikom danej metódy je výber daných atribútov a úrovní u produktu či služby. Ak by došlo k zabudnutiu dôležitého atribútu, potom by výsledok u danej metódy mohol byť skreslený. Iná nevýhoda metódy je tiež obmedzené množstvo atribútov a ich úrovní z dôvodu lepšieho pochopenia, či poznania respondenta – reprezentanta potenciálnych zákazníkov a jeho schopnosti správne

sa rozhodnúť o budúcej preferovanej kombinácii atribútov a ich úrovni, zákazníkmi, ktorých reprezentuje. Pomerne veľká subjektivita tejto metódy, ktorá je závislá na výbere reprezentantov, ich momentálnej predispozícii, náladách, či určitej servilnosti k vykonávateľovi dopytovania, je jej základným nedostatkom.

Použitie Conjoint analýzy je dosť široké. Hair et al. (2010) v publikácii *Multivariate data analysis* uvádzajú, že pri tejto analýze vieme napr. definovať produkt či službu zo získanej optimálnej kombinácie atribútov produktu či služby. Dá sa pomocou nej identifikovať skupina spotrebiteľov, ktorí sú sústredení na rôzne atribúty produktu pri nákupe a na základe tohto kroku potom vieme definovať segment s nízkym a s vysokom potenciálom.

Tiež sa dá pomocou tejto metódy zistiť aké príležitosti sú na trhu. Pomocou nich vieme daný produkt buď vytvoriť alebo pretvoriť. Hovorí sa, že metóda je vhodná pri takých produktoch, ktoré nie sú veľmi preferované u spotrebiteľov.

Postup pri Conjoint analýze

Programy, ktoré existujú pri danej metóde zvyčajne rozlišujú dve varianty a to metrickú a nemetrickú analýzu. Rozdiel medzi nimi je v počte parametrov, ktoré je potrebné odhadnúť. Pri metrickej analýze je nutné mať oveľa menej parametrov ako u nemetrickej analýze.

Pre vypracovanie Conjoint analýzy je potrebné postupovať podľa jednotlivých krokov, ktoré sú zadefinované nasledovne (Kozel a kol., 2011):

- 1. Definícia problému a ciele výskumu** – musí sa brať do úvahy účel výskumu, relevantné vstupné informácie a údaje, ktoré je potrebné získať. Formulovať problém je najdôležitejším krokom výskumu, ak by sa nedefinoval správne, môže sa udiť to, že výsledky budú iné, ako ich zadávateľ potrebuje a tým pádom by sa náklady zvýšili nad hodnotu prínosu. Pri definovaní problému sa hľadajú hlavné faktory, ktoré by určili ďalšie smerovanie výskumu a identifikovali tak spôsoby riešenia problému. Ak bude cieľ presne definovaný a tak budeme presne vedieť určiť, čo budeme skúmať.
- 2. Analýza sekundárnych údajov** – Pri nie formálnom zisťovaní, aké údaje sú dostupné pre výskum, dajú sa doplniť požiadavky o ďalšie informácie. Tu je možnosť využiť sekundárne údaje, ďalej konzultácie s odborníkmi alebo tiež využitie kvantitatívneho výskumu. Ak by sme uskutočňovali neformálny zber údajov aj od subjektov, ktoré môžu

byť predmetom primárneho výskumu, hovoríme o tzv. pilotnom výskume. Ide tzv. predvýskum, pri ktorom sa na malej vzorke respondentov overuje správnosť otázok v dotazníku, či sú zrozumiteľné a zároveň vhodné.

3. Stanovenie atribútov a ich úrovní – akonáhle bude nazhromaždené dostatočné množstvo údajov o správaní sa spotrebiteľov na trhu, pristúpime k stanoveniu atribútov produktu, ktoré sú dôležité pre výskum. Hodnotia sa napríklad atribúty ako je farba, značka, cena produktu, atď. Je veľmi dôležité zobrať do úvahy všetky atribúty, ktoré by potenciálne mali veľký vplyv na úžitok, ktorý plynie z produktu. Mali by byť alebo pozitívne alebo negatívne. Avšak je potrebné sa vyhnúť takým atribútom, ktoré sú pre zákazníka dôležité, ale nie sú rozlíšiteľné medzi produktmi. Výberu atribútov a ich úrovní je treba klásť zvláštnu pozornosť. Ak už je raz atribút do Conjoint analýzy zahrnutý, nedá sa vylúčiť. Respondenti vyhodnocujú súbor úrovní atribútov, preto vylúčenie nejakého z atribútov by znehodnotilo Conjoint analýzu.

4. Výber Conjoint analýzy a spôsob hodnotenia profilov – pri Conjoint analýze máme na výber tieto možnosti:

- a) Adaptívna metóda – je riadená počítačom, pri ktorom respondenti cez softvér hodnotia profily zhotovené z danej podmnožiny atribútov. Je vhodná pre vyšší počet atribútov až 30.
- b) Metóda založená na výbere – tu respondent vyberá jeden profil z ponúkaných, keďže respondent si vyberie jeden z hypotetických produktov, alebo si nevyberie žiaden a na základe toho sa nákup neuskutoční.
- c) Tradičná metóda – respondent hodnotí profily, ktoré sú vytvorené zo všetkých existujúcich kombinácií úrovní atribútov, ktoré môžu byť max. 9. Výhodou takejto metódy je, že nepoznáme iba prvú voľbu zákazníka ako u predchádzajúcej metódy, ale zistíme relatívnu preferenciu medzi ostatnými možnosťami.

Hodnotenie profilov môže byť uskutočňované podľa niekoľkých spôsobov. Podobne, ako pri navrhovaní experimentu rozlišujeme:

- i. Metóda úplného profilu – je najčastejšie používanou metódou, kde respondentovi sú k hodnoteniu dané profily vytvorené zo všetkých možných kombinácií úrovní atribútov.
- ii. Čiastočné faktorové návrhy – ide o problém s nadmerným počtom daných profilov na hodnotenie a je preto použitá iba časť týchto profilov. Podobne, ako pri DoE sa používa tzv. ortogonálne pole. Na základe neho

vieme odhadnúť podstatné údaje aj pomocou vybraných čiastkových profilov.

- iii. Metóda dvojúrovňových profilov – respondentovi sú k dispozícii všetky kombinácie úrovní dvoch atribútov, ktoré sa zoradujú. Ide o nenáročný postup, pretože respondent hodnotí dichotómne súčasne len dva atribúty.

- 5. **Zber údajov** – Pri zbere údajov sa najčastejšie používa metóda dopytovania. Jej cieľom je hľadať odpovede priamo u zákazníkov. Ide o pružnú metódu a získava rôzne informácie, ktoré sú kvalitnejšie než pri telefonickom rozhovore.
- 6. **Technická realizácia Conjoint analýzy** – Analýza prebieha cez príslušný softvér a na základe toho vedia určiť dôležitosť atribútov a mieru ich hodnoty. Ďalej pomáha objasniť preferencie medzi úrovňami atribútov.
- 7. **Interpretácia výsledkov a odporúčania** – Odporúčania by mali vychádzať z cieľa výskumu, z jej logickej štruktúry a primeranej hĺbky, ktorý umožňuje efektívnu implementáciu výsledkov. Výsledky sú prezentované cez výskumné správy. Správa by mala byť krátka, prehľadná a hlavne maximálne objektívna.

3.2.2 *Cluster analýza*

Klastrovanie znamená rozdelenie údajov podľa skupín skoro rovnakých (t.j. podobných) objektov. Každá skupina nazývaná klastrom je zložená z objektov, ktoré sú si podobné, ale súčasne sú odlišné od objektov iných skupín. Reprezentácia údajov s nižším počtom klastrov bezpodmienečne stráca jedinečné jemné detaily, ale dosahuje určité zjednodušenie. Znamená veľa dátových objektov a to pomocou niekoľkých zhlukov, na základe toho modeluje dané údaje cez klastre.

Dátové modelovanie zostavuje zoskupovanie do tzv. historickej perspektívy, ktorej korene sú matematika, či štatistika a numerická analýza. Z pohľadu strojového učenia práve zhluky zodpovedajú tzv. skrytým vzorom a hľadanie zhlukov sa uskutočňuje bez učiteľa. Potom výsledný systém znamená dátový koncept. Klastrovanie je vlastne nekontrolované učenie skrytých dátových konceptov (Alashwal et al., 2019).

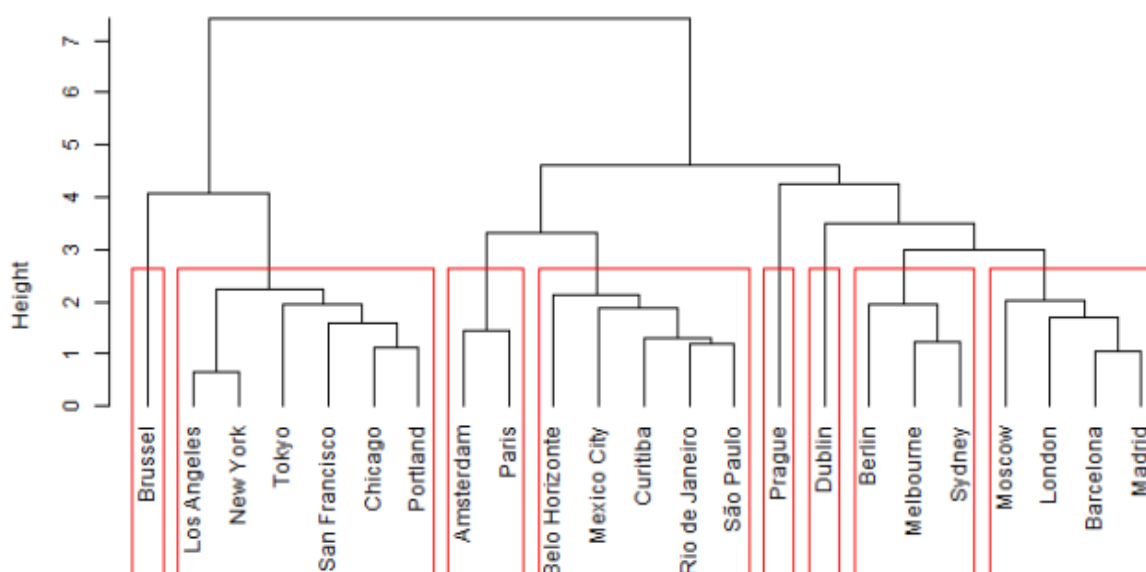
Podľa Berkhin (2002) kategorizácia daných klastrových algoritmov nie je priamočiara a ani kanonická. Tradičné klastrovacie techniky sa rozdeľujú na hierarchické a rozdeľovacie (z angl. partitioning).

Hierarchické klastrovanie

Hierarchické klastrovanie tvorí hierarchiu klastrov (strom zoskupení) tiež známy ako **dendrogram** (príklad dendrogramu na Obr. 16). Každý uzol klastra má v sebe podradené klastre (súrodenecké klastre sú oddelené bodmi), ktoré sa spájajú u spoločného rodiča. Takýto prístup skúma údaje na rôznych úrovniach (Baldykowski et al., 2018).

Metódy hierarchického zhľukovania sa kategorizujú na aglomeračné (zdola nahor) a deliace (zhora nadol). Aglomeračné zoskupovanie najprv začne jednobodovým klastrom a rekurzívne dáva spolu dva alebo viac vhodných klastrov. Deliace zoskupovanie sa začína jedným zoskupením u všetkých údajov (bodov) a nakoniec rekurzívne rozdeľuje najvhodnejšie zoskupenia.

Proces pokračuje dovtedy, až pokiaľ nie je dosiahnuté tzv. kritérium zastavenia (najčastejšie ide o požadovaný počet klastrov) (Murtagh et al., 2011).



Obr. 16 Hierarchické klastrovania úrovni o podrobnostiach

Zdroj: Baldykowski et al., 2018

Výhody a nevýhody hierarchického zoskupovania opísali Patel et al. (2015) a sú v nasledujúcej Tab. 4.

Tab. 4 Výhody a nevýhody počtu včelárov

Výhody	Nevýhody
• Vnútrotná flexibilita, pokiaľ ide o úroveň podrobnosti • Ľahké zaobchádzanie s akýmikoľvek podobami alebo vzdialenosťami • Následne sa dá použiť na všetky typy atribútov.	• Neistota kritérií ukončenia • Skutočnosť, že väčšina hierarchických algoritmov nekontroluje už raz vytvorené (pokročilé) klastre s cieľom ich zlepšenia

Zdroj: Patel et al., 2015

Zhlukovanie na základe ťažiska

Na rozdiel od tradičných hierarchických metód sa novšie prístupy zameriavajú na algoritmy relokácie, pri ktorých sa klastre zlepšujú postupne. Výsledkom vhodných preusporiadaní údajov sú nakoniec zhluky vysokej kvality (Berkhin, 2002). Patrí tu pravdepodobnostné klastrovanie – pri tomto prístupe údaje považujeme za nezávisle odobratú vzorku, ktorá je zo zmiešaného modelu a to až niekoľkých rozdelení pravdepodobností. Údajové body sú vygenerované najprv náhodným výberom modelu j s pravdepodobnosťou τ_j , $j = 1 \dots k$ a potom nasleduje získanie bodu x zo zodpovedajúceho rozdelenia pravdepodobnosti. Pravdepodobnostné klastrovanie má určité vlastností (Vo-Van et al., 2010):

- Upravuje sa tak, aby spracovalo komplexné štruktúry.
- Zastavuje sa a obnovuje sa s po sebe idúcimi sériami údajov, keďže majú klastre celkom odlišnú reprezentáciu danej množiny bodov.
- V iteračnom procese sa na priradenie údajov používa zmiešaný model.
- Výsledkom je ľahko interpretovateľná séria údajov.

K-Medoids metódy

V rámci K-medoids metód je zoskupenie zastupované jedným z jeho bodov. Spomínané body sú to reprezentatívne objekty klastra so súborom údajov, ktorých

priemerná odlišnosť od všetkých objektov v klastri je minimálna. Ide o jednoduché riešenie, keďže pokrýva rôzne typy atribútov. V medoidoch je zabudovaná odolnosť oproti odľahlým hodnotám, keďže periférne zhľuky vôbec na ne nemajú vplyv. Pri takomto výbere medoidov sa zhľuky vymedzujú ako podmnožina bodov, ktoré sú blízke k príslušným medoidom. Objektívnu funkciu sa definuje ako priemerná vzdialenosť. Ide o inú mieru rozdielnosti medzi bodom a tiež jeho medoidom (Harikumar et al., 2015).

K-means metódy

K-means je jeden z najpopulárnejších klastrovacích nástrojov tak vo vedeckých ako aj v priemyselných aplikáciách. Aj keď K-means metóda nie je aplikovateľná na kategorické atribúty, má však výborný geometrický aj štatistický význam pre tzv. numerické atribúty. Ako objektívna funkcia je použitý súčet rozdielov a to medzi bodom či jeho ťažiskom, ktorý je vyjadrený danou príslušnou vzdialenosťou (Liu et al., 2005). V otázkach získavania znalosti existuje veľa problémov, ktoré sa Ragavi et al. (2018) pokúsil zaradiť a sú opísané v Tab. 5.

Tab. 5 Problémy vyskytujúce sa pri údajoch

Problém	Opis
<i>Chýbajúce alebo „hlučné“ údaje</i>	chýbajúce údaje sú veľmi bežné, kedy sa ignorujú inštancie s chýbajúcimi hodnotami, čoho výsledkom je strata informácií
<i>Veľkosť dát</i>	problém nastáva v momente, kedy dátové sety obsahujú stovky polí a tabuliek, milióny záznamov a viacero gigabajtov veľkosti súborov. Mnohé algoritmy v rámci tréningovej fázy zmrazia veľké obsahy dát a nakoľko sú databázy dynamické a ich obsah sa neustále mení (keď sa dáta pridávajú, upravujú alebo odstraňujú), nastáva problém ako zabezpečiť, aby údaje boli aktualizované a konzistentné s tými najaktuálnejšími
<i>Bezpečnostné a sociálne otázky</i>	bezpečnosť je významný faktor pri každom zbere údajov, ktorý je zdieľaný a je určený na použitie pri strategickom rozhodovaní. Najmä keď sa zbierajú dáta na profilovanie zákazníkov, na porozumenie správania zákazníkov, korelovanie osobných údajov s inými informáciami
<i>Vysoká premenlivosť údajov a znalostí</i>	rýchlo meniace sa údaje môžu zavádzať jednotlivé vyvinuté modely, nakoľko sa môžu stať zastarané ešte pred ich aplikáciou
<i>Obmedzené informácie</i>	absencia podstatných atribútov dát pre získavanie znalostí z aplikačnej domény

Zdroj: Ragavi et al. (2018)

4 Výsledky práce

V teoretickej časti, ako sme ju opísali v prvej kapitole je metóda plánovania experimentu, ktorá poskytuje možnosti ako pomocou metodológie nazývanej tiež Black Box (čierna schránka) analyzovať potenciálny vplyv vybraných vstupných veličín (faktorov) na výstupné veličiny (odozvy). Aj keď sa táto metóda veľmi často používa vo výrobných procesoch, ukážeme v ďalšom na konkrétnom príklade z praxe, že je použiteľná aj v organizácii zameranej na predaj. Základom kvality predaja je, čo najlepšie poznanie nákupných stratégií potenciálnych zákazníkov. Ukážeme na príklade spoločnosti Medas s.r.o., že pomocou experimentovania je možné získať dôležité informácie o správaní zákazníkov, ako podporu rozhodovania pre organizáciu predaja.

V prvej časti ukážeme, ako je na tento účel možno použiť experimentovanie Ex post. Ide o typ plánovaného experimentu, pri ktorom údaje o hodnote odozvy pri každom konkrétnom nastavení jednotlivých hladín faktorov určíme na základe historicky získaných údajov. V literatúre (Mongomery, 2017) sú návrhy experimentov Ex post považované za podstatne menej efektívne ako experimentovanie Ex ante, t.j. experimenty pri ktorých najprv vytvoríme vhodné kombinácie hladín faktorov a až potom na základe predmetných nastavení meriame odozvu. Príklad takéhoto typu experimentovania ukážeme v predposlednej časti tejto kapitoly v rámci metódy Conjoint analýza. Ukážeme tiež význam metódy Analýza clustrov pre kategorizáciu jednotlivých produktov na základe úspešnosti predaja za necelých šesť rokov.

4.1 Ex post analýza vybraných produktov

Spoločnosť Medas, s.r.o. zaznamenávala na mesačnej báze predaj svojich produktov od doby svojho vzniku. Pre potreby tejto práce sme použili spomínanú databázu od roku 2015 po september 2020. Mesačné údaje o predajoch jednotlivých typoch produktov poskytli dostatočnú údajovú bázu na tvorbu Ex post experimentu. Ako príklad uvádzame experiment, ktorého odozvou je množstvo predaného medu v kg v závislosti od typu medu, gramáže obalov, za jednotlivé roky. Spoločnosť Medas, s.r.o. sa okrem vlastnej výroby medu zaoberá hlavne jeho predajom. Z tohto dôvodu je veľmi dôležitý výber gramáže obalov, t.j. takej v ktorej sa predmetný produkt, t.j. med najlepšie predáva. Vykonáme teda odhad záujmu zákazníka, t.j. či preferuje skôr väčšie balenia, alebo skôr menšie.

Na spomínanú analýzu bolo možné použiť nejakú formu zákazníckeho prieskumu dopytovaním a tak vykonať experiment Ex-ante. Výsledky takéhoto experimentu vykonaného na základe dopytovania by ale boli ovplyvnené výberom respondentov, ich subjektívnymi postojmi, atď. Preto sme sa v ďalšom rozhodli pre istú modifikáciu klasického prístupu. Vychádzali sme pri nej z predpokladu, že záujem zákazníkov môžeme opísať dostatočne objektívne práve na základe historických údajov, t.j. skutočne realizovaného predaja. Konkrétne tým, že ako odozvu použijeme skutočné množstvá predaného medu pri konkrétnych vybraných kombináciách: typov medov, gramáže a počas jednotlivých rokov. Jednotlivé predaje sme mapovali počas celého obdobia od roku 2015 až 2020, pričom za rok 2020 sme použili údaje za prvé tri kvartály. Nesporne významným faktorom ovplyvňujúcim konkurencieschopnosť predaja produktov spoločnosti Medas, s.r.o. je typ ponúkaného medu. Okrem zmiešaných medov, ktoré neboli predmetom našej analýzy, sme sa sústredili na 4 základné typy medov (Obr. 17), ktoré predmetná spoločnosť ponúka. Ide o kvetový, agátový, lipový a lesný med.



Obr. 17 Základné typy medu od Medas, s.r.o.

Zdroj: vlastné spracovanie

Na analýzu spomínaného experimentu sme teda použili:

- Odozva: množstvo – množstvo predaného medu v kg.
- Prvý faktor: typ medu – má štyri hladiny (kvetový, lipový, agátový, lesný).

- Druhý faktor: gramáž – predstavuje objem obalu v g, má tri hladiny (950, 500, 250).
- Tretí faktor: rok – má šesť hladín (2015-2020). Poznamenávame, že za rok 2020 boli použité údaje iba z prvých troch kvartálov, čo následne zohľadníme pri interpretácii výsledkov analýz.

Hodnoty odozvy boli týmto kombináciám priradené na základe skutočného predaja konkrétnych položiek pri danom nastavení hladín faktorov. Spomínané údaje boli získané na základe detailnej databázy mesačného predaja všetkých produktov spoločnosťou Medas, s.r.o.

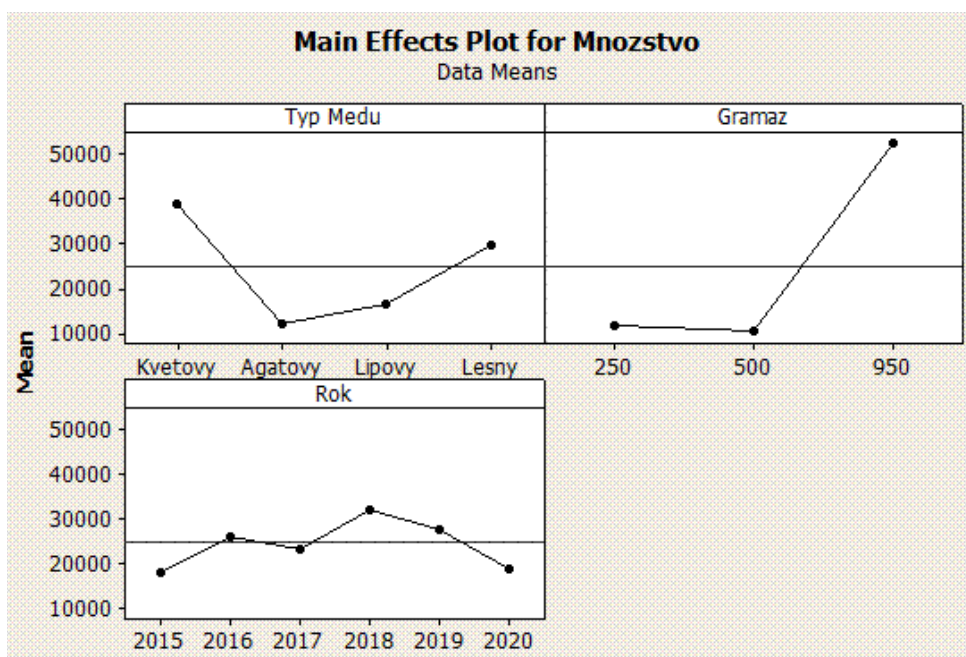
V Tab. 6 sú opísané všetky kombinácie hladín relevantných faktorov.

Tab. 6 Kombinácie hladín faktorov pri úplnom multifaktorovom experimente

Typ Medu	Gramáž	Rok	Typ Medu	Gramáž	Rok	Typ Medu	Gramáž	Rok	Typ Medu	Gramáž	Rok
Kvetový	250	2015	Agátový	250	2015	Lipový	250	2015	Lesný	250	2015
Kvetový	250	2016	Agátový	250	2016	Lipový	250	2016	Lesný	250	2016
Kvetový	250	2017	Agátový	250	2017	Lipový	250	2017	Lesný	250	2017
Kvetový	250	2018	Agátový	250	2018	Lipový	250	2018	Lesný	250	2018
Kvetový	250	2019	Agátový	250	2019	Lipový	250	2019	Lesný	250	2019
Kvetový	250	2020	Agátový	250	2020	Lipový	250	2020	Lesný	250	2020
Kvetový	500	2015	Agátový	500	2015	Lipový	500	2015	Lesný	500	2015
Kvetový	500	2016	Agátový	500	2016	Lipový	500	2016	Lesný	500	2016
Kvetový	500	2017	Agátový	500	2017	Lipový	500	2017	Lesný	500	2017
Kvetový	500	2018	Agátový	500	2018	Lipový	500	2018	Lesný	500	2018
Kvetový	500	2019	Agátový	500	2019	Lipový	500	2019	Lesný	500	2019
Kvetový	500	2020	Agátový	500	2020	Lipový	500	2020	Lesný	500	2020
Kvetový	950	2015	Agátový	950	2015	Lipový	950	2015	Lesný	950	2015
Kvetový	950	2016	Agátový	950	2016	Lipový	950	2016	Lesný	950	2016
Kvetový	950	2017	Agátový	950	2017	Lipový	950	2017	Lesný	950	2017
Kvetový	950	2018	Agátový	950	2018	Lipový	950	2018	Lesný	950	2018
Kvetový	950	2019	Agátový	950	2019	Lipový	950	2019	Lesný	950	2019
Kvetový	950	2020	Agátový	950	2020	Lipový	950	2020	Lesný	950	2020

Zdroj: vlastné spracovanie

Na Obr. 18 je prezentovaný diagram hlavných efektov experimentu, pri ktorom odozvu predstavovalo reálne množstvo predaného medu.

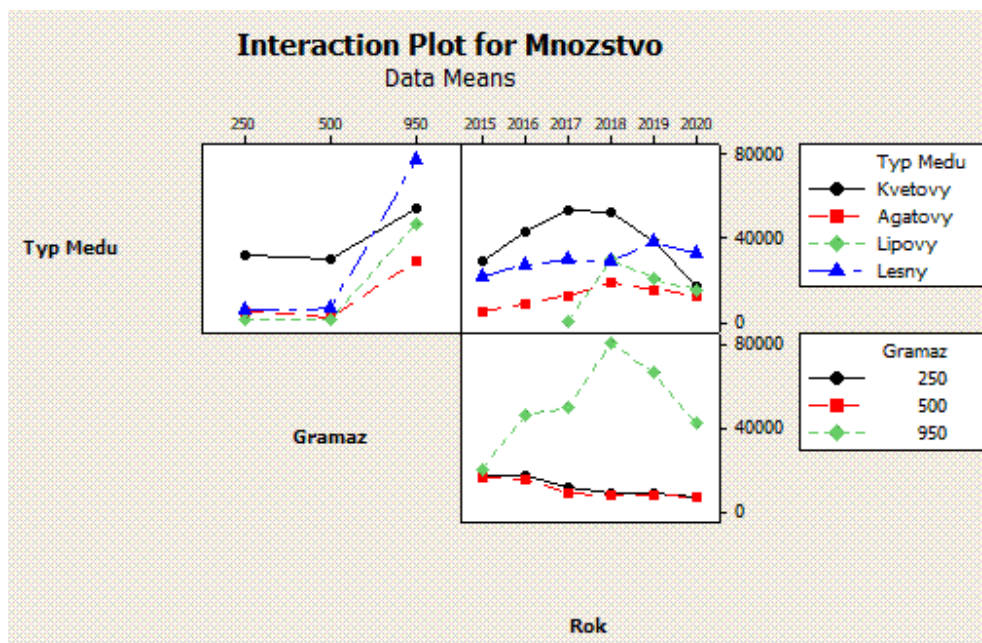


Obr. 18 Diagram hlavných efektov experimentu

Zdroj: vlastné spracovanie

Z diagramu je zrejmé, že najviac predávaným bol med kvetový, ktorého predaj rádovo prevyšuje predaj ostatných typov medov. Absolútne dominantný je predaj pri gramáži 950 g, pričom rok 2018 predstavoval najväčší predaj s tým, že rok 2020 pri tejto analýze neberieme v úvahu. Celkovo možno konštatovať v priebehu rokov zreteľný rastúci trend predaja.

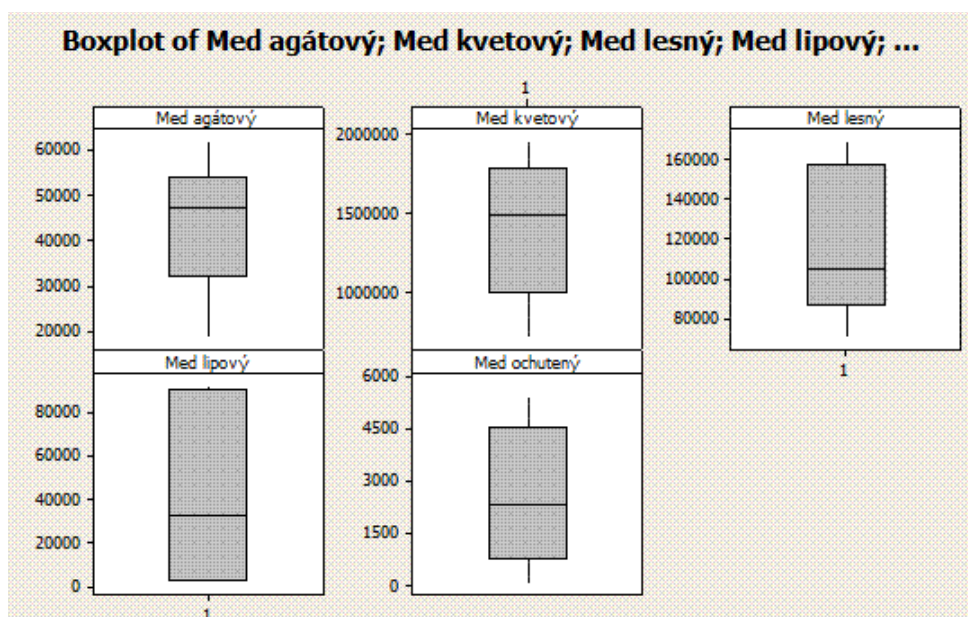
Pri analýze interakcií, ktoré sú opísané grafom interakcií (Obr. 19), je možné sledovať detailne vývoj predaja jednotlivých typov medu. Je zrejماً dominancia gramáže 950 g s lokálnym extrémom v roku 2018. Pri jednotlivých typoch medu je možno pozorovať parabolický vývoj počas sledovaných rokov, avšak s tým, že údaje v roku 2020 môžu daný vývoj skresľovať.



Obr. 19 Vývoj predaja jednotlivých typov medu pomocou analýzy interakcií

Zdroj: vlastné spracovanie

Na Obr. 20 sú prezentované krabicové grafy jednotlivých typov medu doplnené o špeciálny druh Med ochutený. Ide o skupinu troch produktov, pri ktorých je k medu pridávaný sirup z lesných plodov (černica, brusnica, limetka). Z relevantného krabicového grafu je zrejmé, že oproti ostatným typom je predaj ochuteného medu marginálny.



Obr. 20 Box plot diagramy jednotlivých typov medu

Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe historických údajov sme spracovali korelačnú maticu predaja jednotlivých typov medu analyzovaných v predchádzajúcej časti (Tab. 7). Poznamenávame, že Pearsonov koeficient korelácie bol vykonaný v zmysle opisnej štatistiky, keďže historické údaje za jednotlivé roky predstavovali census.

Tab. 7 Korelačná matica predaja jednotlivých typov medu v čase

	Med agátový	Med kvetový	Med lesný	Med lipový
Med kvetový	0,905			
Med lesný	0,451	0,658		
Med lipový	0,572	0,848	0,703	
Med ochutený	-0,690	-0,864	-0,942	-0,816
Cell Contents: Pearson correlation				

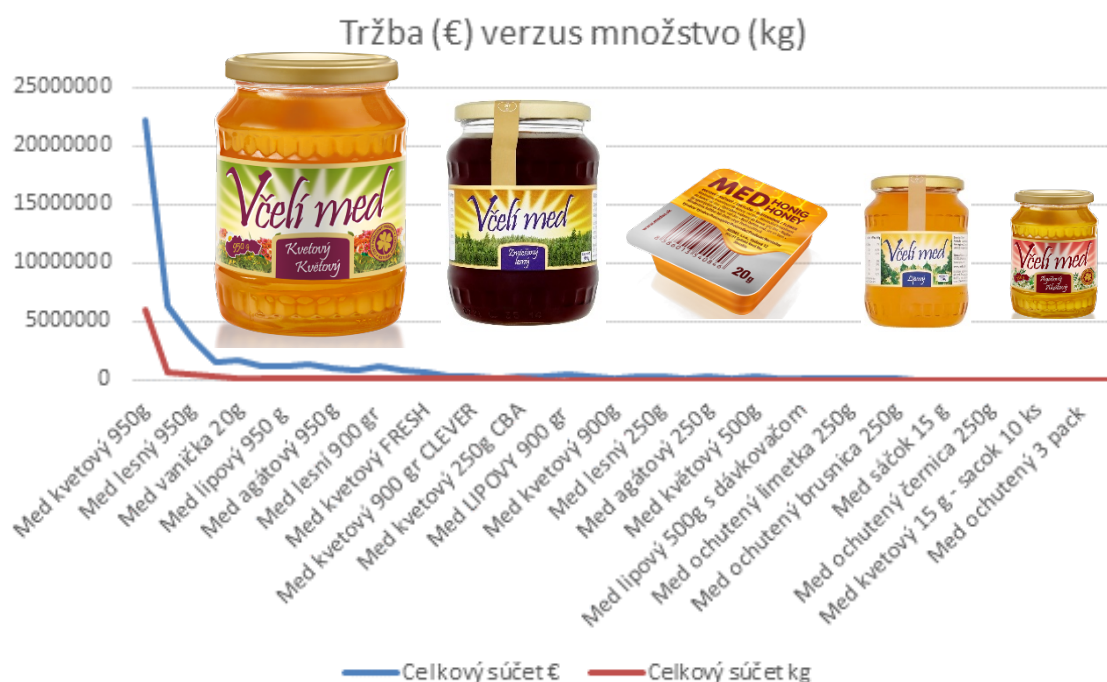
Zdroj: vlastné spracovanie

Z predmetnej matice párových korelácií je zrejmé, že najviac korelovaný v priebehu sledovaného obdobia je predaj medu kvetového a agátového. Vývoj predaja medu ochuteného koreluje nepriamo úmerne so všetkými ostatnými typmi medu, čo znamená iný priebeh (klesajúci trend) predaja.

Až na med lesný, predaj ostatných typov medov v čase je relatívne silne korelovaný. Vývoj predaja jednotlivých základných typov medov za analyzované obdobie je teda približne rovnaký.

V analýze historických údajov pokračujeme porovnaním tržieb ku množstvu za celé sledované obdobie pre najviac predávané produkty. Poznamenávame, že kvôli ochrane citlivých podnikových údajov spoločnosti Medas, s.r.o. sú všetky hodnoty primerane upravované.

Z Obr. 21 je zrejmé, že absolútne dominantným produktom za celé obdobie čo do množstva i tržieb je med kvetový predávaný v 950g obale.



Obr. 21 Množstvo a maloobchodná tržba najpredávanejších produktov za celé obdobie

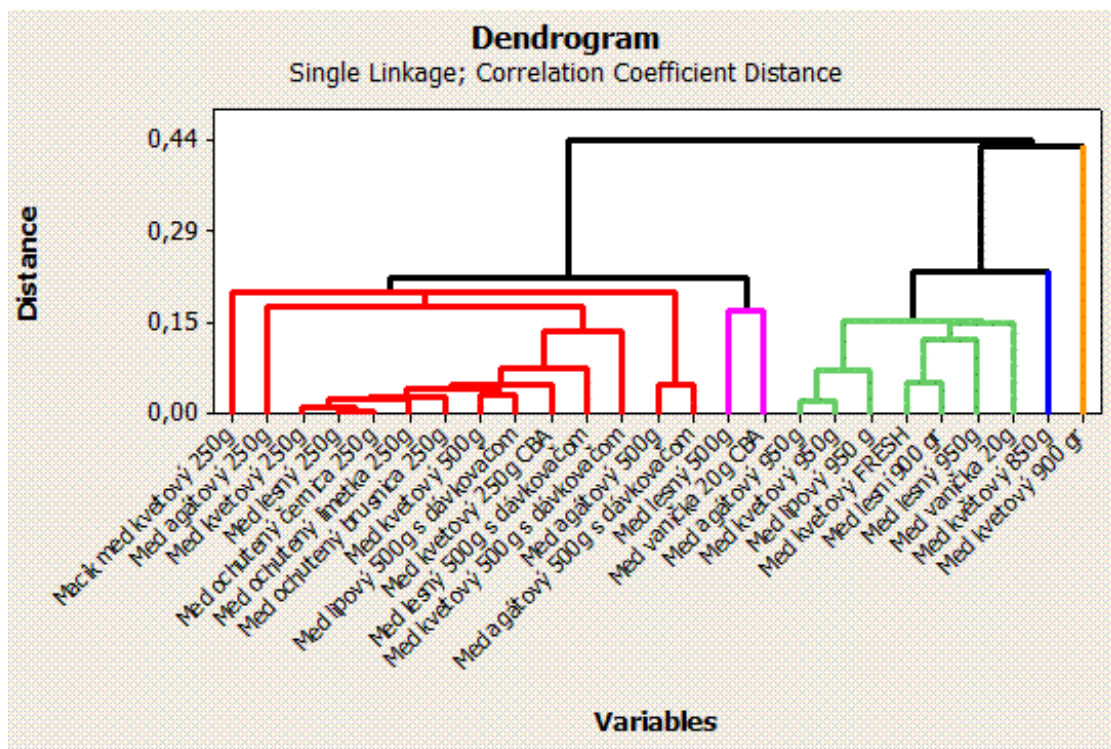
Zdroj: vlastné spracovanie

4.2 Cluster analýza produktov spoločnosti Medas s.r.o.

V ďalšom využijeme detailnú historickú databázu o predaji jednotlivých produktov spoločnosti Medas, s.r.o. nato, aby sme pomocou Cluster analýzy kategorizovali produkty s približne rovnakým vývinom ich predaja v čase a posúdili spomínané skupiny produktov z hľadiska záujmu zákazníka.

Poznamenávame, že pri všetkých analýzach vykonaných v tejto dizertačnej práci, väčšie množstvo predaného tovaru považujeme za zvýšený záujem zákazníkov o daný tovar. Takýmto prístupom nahradzame niektoré metódy dopytovania orientujúce sa na názor zákazníka.

Vykonanie rozsiahleho prieskumu, ktorý by s dostatočnou vierohodnosťou odhadoval skutočné očakávanie, či požiadavky zákazníkov, by totiž rádovo prevýšil rozsah tejto práce.



Obr. 22 Dendrogram Cluster analýzy produktov medu

Zdroj: vlastné spracovanie

Ide o produkty, ktoré mohli byť podrobené Cluster analýze, keďže o nich bolo počas celého obdobia zaznamenaných dostatočné množstvo údajov. Skupinu tých produktov spoločnosti Medas, s.r.o., ktoré nemohli byť do Cluster analýzy zahrnuté, napr. z toho dôvodu, že ich predaj sa začal iba v posledných dvoch rokoch, alebo naopak, že ich predaj sa v poslednom čase nerealizuje, atď. Takéto produkty sme zaradili do skupiny s názvom Cluster 0. Výsledky Cluster analýzy sú detailnejšie opísané v Tab. 8.

V ďalšom porovnáme predané množstvo s tržbami pre jednotlivé Clustre, pričom za tržby nepovažujeme príjem spoločnosti Medas, s.r.o.

V ďalšom a následne v celej práci pod pojmom tržby budeme rozumieť tržby maloobchodu, resp. obchodných reťazcov, ktoré predmetné produkty predávajú finálnemu

zákazníkovi. Ide teda o množstvo predaného produktu v kg x priemerná cena pri predaji zákazníkovi.

Tab. 8 Cluster analýza produktov

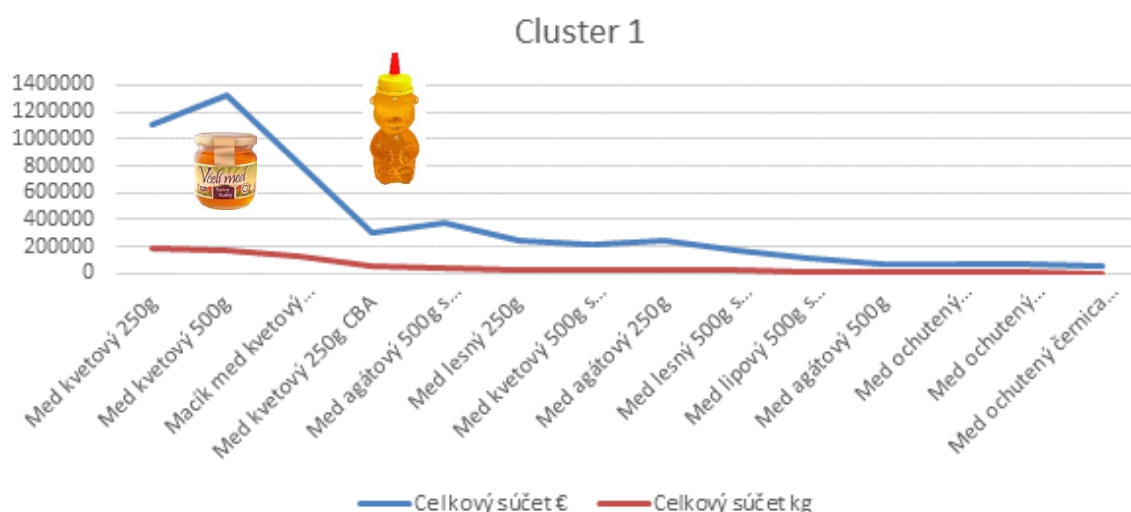
Cluster 1	Macík med kvetový 250g Med agátový 250g Med agátový 500g Med agátový 500g s dávkovačom Med kvetový 250g Med kvetový 250g CBA Med kvetový 500g Med kvetový 500g s dávkovačom Med lesný 250g Med lesný 500g s dávkovačom Med lipový 500g s dávkovačom Med ochutený brusnica 250g Med ochutený černica 250g Med ochutený limetka 250g
Cluster 2	Med agátový 950g Med kvetový 950g Med kvetový FRESH Med lesný 950g Med vanička 20g Med lipový 950g Med lesní 900g
Cluster 3	Med kvetový 850g
Cluster 4	Med kvetový 900g
Cluster 5	Med lesný 500g Med vanička 20g CBA

Zdroj: vlastné spracovanie

V prípade, ak bol produkt predávaný vo viacerých obchodných reťazcoch ako aj v iných maloobchodoch, bol vykonaný aritmetický priemer zo všetkých dostupných cien za kilogram predmetného produktu. Predmetné ceny teda neboli získané ako veľkoobchodné ceny z databázy údajov spoločnosti Medas, s.r.o., ale z verejne dostupných zdrojov – internet, letáky, pulty predaja, atď.

Dôvodom bol fakt, že naším cieľom nebolo analyzovať príjmy spoločnosti Medas, s.r.o., ale nákupné zvyklosti zákazníkov a teda jednotlivé ceny zodpovedali cenám, za ktoré zákazník za daný produkt nakupoval, nezávisle od maloobchodných marží.

Na Obr. 23 je zrejmé, že v tejto skupine produktov dominujú tri produkty. Ide o medy kvetové s gramážou 250g a 500g,



Obr. 23 Množstvo verzus tržba – Cluster 1

Zdroj: vlastné spracovanie

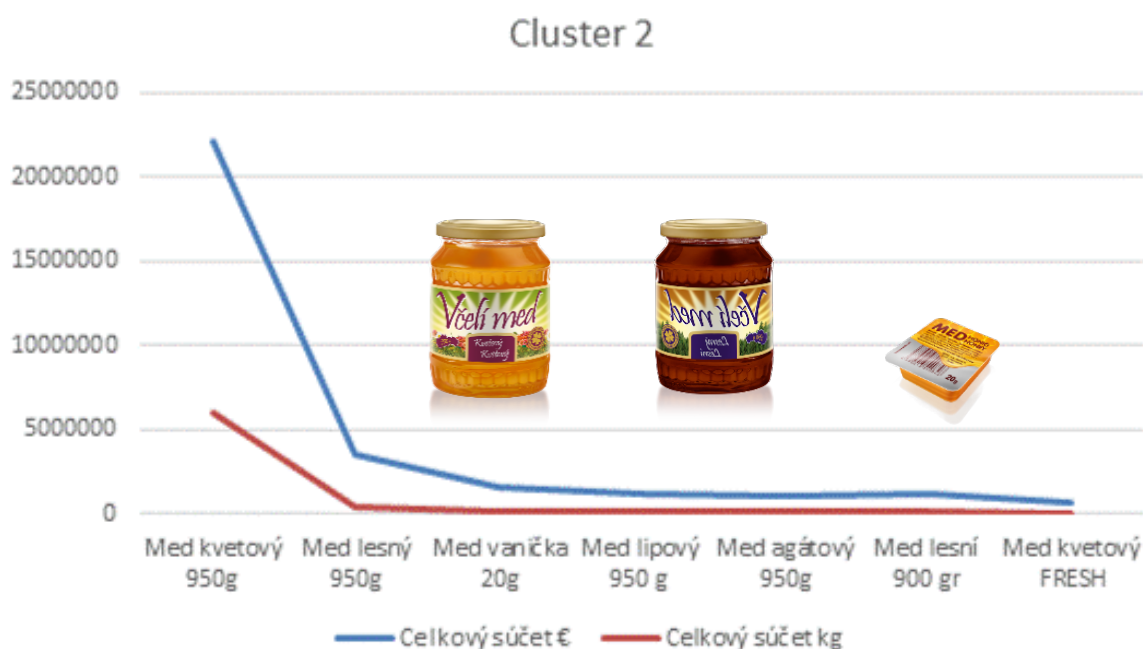
Detailný opis toho, ako sa jednotlivé produkty v rámci jednotlivých Clustrov podieľali na predaji počas celého obdobia a to tak, čo sa týka množstva, ako aj tržieb, opisuje nasledujúca Tab. 9.

Tab. 9 Predaj a tržby medu podľa Clustera 1

Cluster	Produkty	Celkový súčet €	Celkový súčet kg
1	Med kvetový 250g	1105616	189317,8
	Med kvetový 500g	1322407	178703,6
	Macík med kvetový 250g	810514,3	130728,1
	Med kvetový 250g CBA	305330,3	56542,65
	Med agátový 500g s dávkovačom	380537,5	44351,69
	Med lesný 250g	247972,3	32714,02
	Med kvetový 500g s dávkovačom	223668,4	31151,59
	Med agátový 250g	251882,5	29356,94
	Med lesný 500g s dávkovačom	172827,1	22800,41
	Med lipový 500g s dávkovačom	112877,8	13155,93
	Med agátový 500g	72805,05	11742,75
	Med ochutený limetka 250g	75772,64	5919,738
	Med ochutený brusnica 250g	74146,72	5792,713
	Med ochutený čiernica 250g	49297,92	3851,4
	Cluster 1 Celkom	5205655	756129,4

Zdroj: vlastné spracovanie

V Clustri 2 je dominantný med kvetový nasledovaný medom lesným. Je absolútne dominantný z pohľadu predaného množstva, ale aj tržieb (Obr. 24, Tab. 10).



Obr. 24 Množstvo verzus tržba – Cluster 2

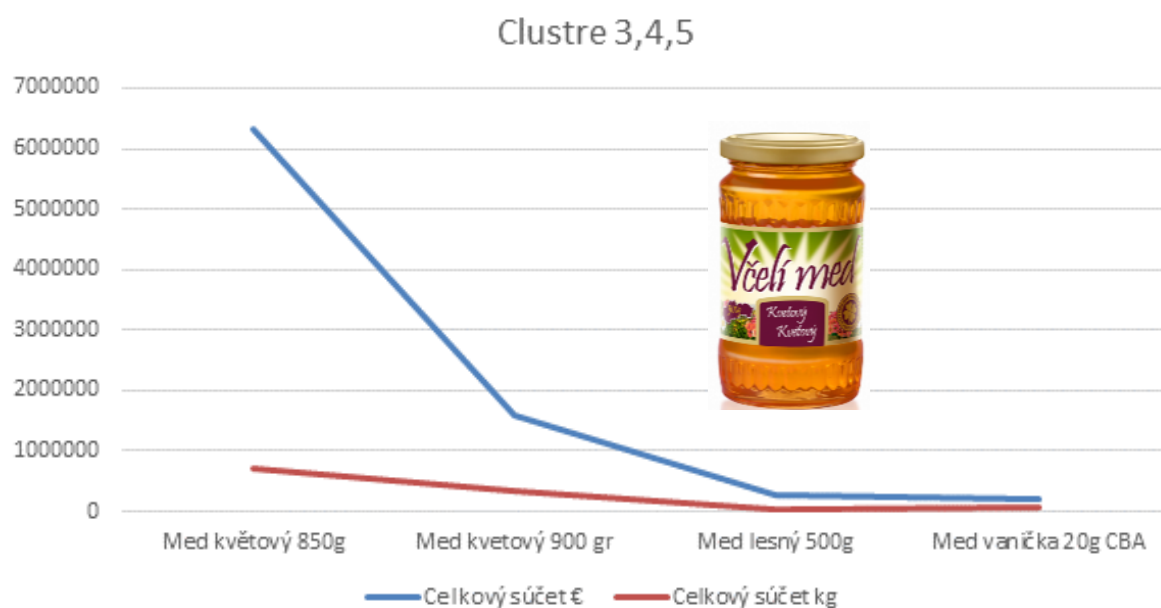
Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 10 Predaj a tržby medu podľa Clusteru 2

Cluster	Produkty	Celkový súčet €	Celkový súčet kg
2	Med kvetový 950g	22161692	6038608
	Med lesný 950g	3617572	464983,5
	Med vanička 20g	1671538	224367,5
	Med lipový 950 g	1166397	188128,5
	Med agátový 950g	1071633	172844
	Med lesní 900 gr	1202187	140115
	Med kvetový FRESH	647200,4	108590,7
	Cluster 2 Celkom	31538219	7337638

Zdroj: vlastné spracovanie

Cluster 3, 4 a 5 sme prezentovali v jednom grafe (Obr. 25, Tab. 11). Postavenie lídrov majú med kvetový 850g a 900g, ktoré tvoria samostatne Cluster 3 a Cluster 4.



Obr. 25 Množstvo verzus tržba – Cluster 3, 4, 5

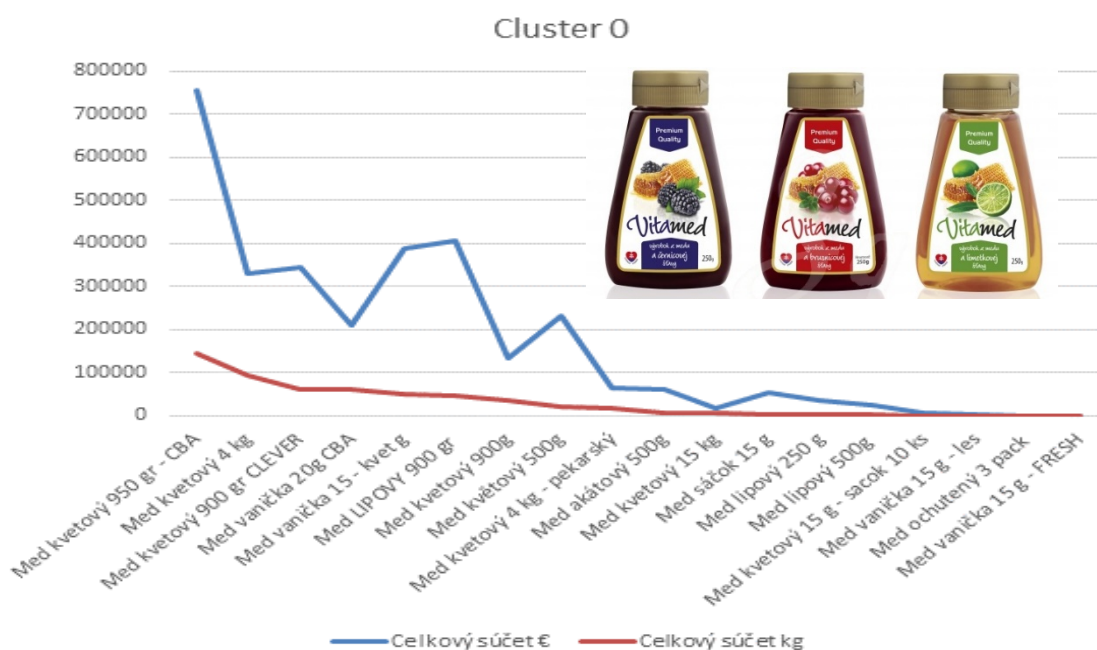
Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 11 Predaj a tržby medu podľa Clusterov 3, 4, 5

Cluster	Produkty	Celkový súčet €	Celkový súčet kg
3	Med květový 850g	6306819	718316,5
4	Med kvetový 900 gr	1593355	327177,7
5	Med lesný 500g	271386,2	35802,93
	Med vanička 20g CBA	211562,6	60446,46
	Cluster 3,4,5 Celkom	8383123	1141744

Zdroj: vlastné spracovanie

Na ďalšom Obr. 26 je prezentovaný Cluster 0. Detailnú analýzu sme vykonali aj pre Cluster 0 (Tab. 12)



Obr. 26 Množstvo verzus tržba – Cluster 0

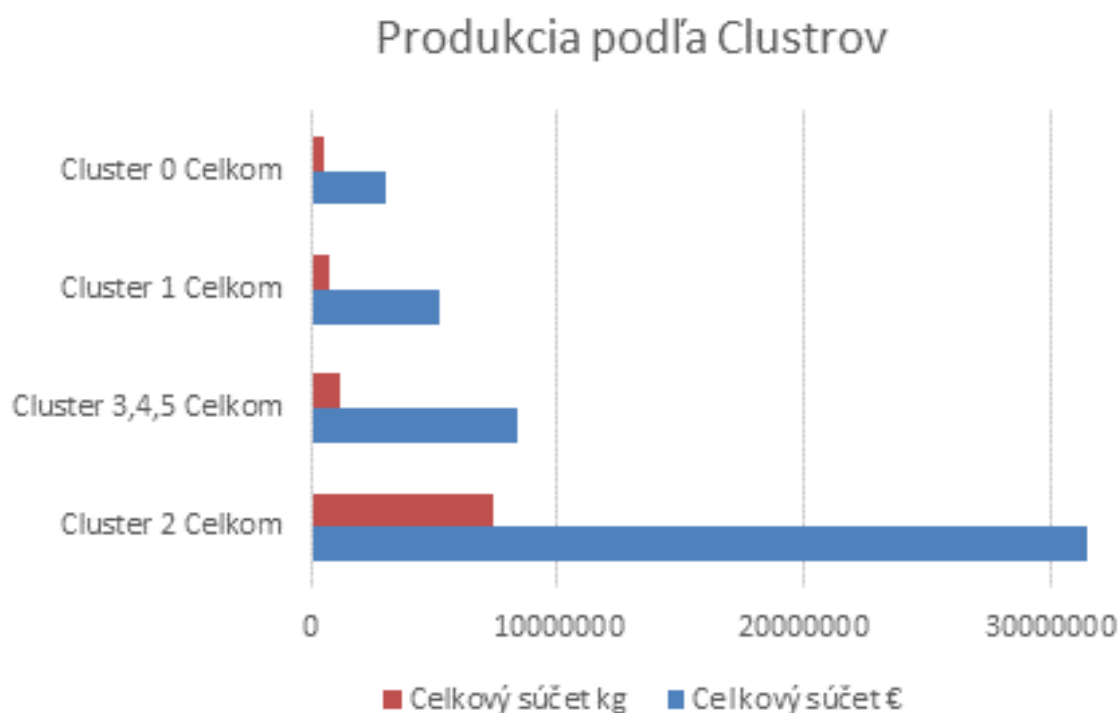
Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 12 Predaj a tržby medu podľa Clustrov 0

Cluster	Produkty	Celkový súčet €	Celkový súčet kg
0	Med kvetový 950 gr - CBA	755347,2	143329,6
	Med kvetový 4 kg	330009,4	94288,4
	Med kvetový 900 gr CLEVER	346068,3	62467,2
	Med vanička 20g CBA	211562,6	60446,46
	Med vanička 15 - kvet g	387145,6	51965,85
	Med LIPOVY 900 gr	405138,3	46407,6
	Med kvetový 900g	133731,9	36439,2
	Med květový 500g	231290,3	22368,5
	Med kvetový 4 kg - pekarský	65506	18716
	Med akátový 500g	61070,73	5883,5
	Med kvetový 15 kg	18468	5130
	Med sáčok 15 g	53482,46	4517,1
	Med lipový 250 g	33999,75	3881,25
	Med lipový 500g	25371,06	2957
	Med kvetový 15 g – vrecúško 10 ks	5953,152	502,8
	Med vanička 15 g - les	2762,46	370,8
	Med ochutený 3 pack	129,6	11,25
	Med vanička 15 g - FRESH	0	0
	Cluster 0 Celkom	3067037	559682,5

Zdroj: vlastné spracovanie

Ide o produkty, ktoré z nejakého dôvodu (spravidla z dôvodu neúplnosti údajov za sledované obdobie) nemohli byť predmetom Cluster analýzy. Z grafu je zrejmé, že napriek relatívne stabilnému množstvu predaja je možné zaznamenať relatívne veľké výkyvy v tržbách. V ďalšom grafe sme porovnali množstvo s tržbami za jednotlivé Clustre s tým, že Cluster 3, 4, 5 sme uvažovali ako samostatný blok. Z Obr. 27 a Tab. 13 je zrejماً dominancia Clustra 2 čo do objemu i tržieb.



Obr. 27 Produkcia podľa Clustrov

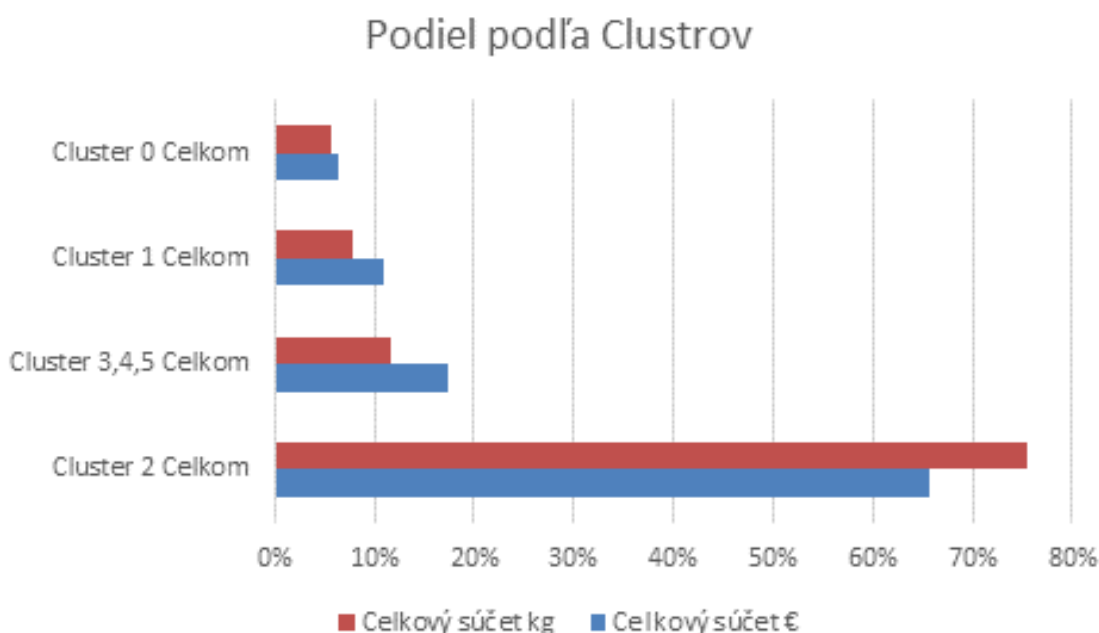
Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 13 Produkcia podľa Clustrov

Skupina produktov	Celkový súčet €	Celkový súčet kg
Cluster 2	31538219	7337638
Cluster 3,4,5	8383123	1141744
Cluster 1	5205655	756129,4
Cluster 0	3067037	559682,5

Zdroj: vlastné spracovanie

Na Obr. 28 a v Tab. 14 je analyzovaný podiel na celkovom predaji v kg ako aj na tržbe v %.



Obr. 28 Podiel podľa Clustrov

Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 14 Podiel podľa Clustrov

Skupina produktov	Celkový súčet €	Celkový súčet kg
Cluster 2	65,73%	75,38%
Cluster 3,4,5	17,47%	11,73%
Cluster 1	10,85%	7,77%
Cluster 0	6,39%	5,75%

Zdroj: vlastné spracovanie

Z grafu, ale aj tabuľky je zrejmé, že dominantný Cluster 2 predstavuje produkty s veľkými objemami predaja, avšak s nízkou predajnou cenou. Ide teda o produkty, ktoré z pohľadu predaja za celé sledované obdobie predstavujú 3/4 celkovo predaného množstva. Avšak tržby (z pohľadu zákazníka) predstavujú necelé 2/3 z celkových tržieb za sledované obdobie. To môže teda znamenať, že záujem o predmetné produkty je vytváraný viacej cenou, než kvalitou.

Pri Clustroch 3, 4 a 5, aj keď ide o relatívne malé počty produktov, je tržba v porovnaní s predaným množstvom podstatne vyššia. Produkty, ktoré neboli predmetom Cluster analýzy, t.j. Cluster 0, sa približne rovnako podieľajú na predanom množstve, ako aj na tržbe z pohľadu zákazníka. V tab. 15 je prezentovaná priemerná jednotková cena za všetky analyzované výrobné skupiny opísané v predchádzajúcej časti.

Tab. 15 Priemerná cena za predaj produktov v jednotlivých skupinách

Skupina produktov	Priemerná jednotková cena €/kg
Cluster 2	4,29814348
Cluster 3,4,5	7,34238684
Cluster 1	6,88460943
Cluster 0	5,47995788

Zdroj: vlastné spracovanie

V tejto časti dizertačnej práce sme prezentovali výsledky získané z historických údajov. Ak vychádzame z predpokladu, že iba zákazník reálne ovplyvňuje dopyt, tak potom skutočné množstvo predaja istým spôsobom determinuje záujem zákazníkov. Keďže pri týchto analýzach išlo o úplnú databázu údajov, použili sme metódy deskriptívnej štatistiky. V ďalšom sa sústreďíme na experimentovanie Ex ante, kde jednotlivé hodnoty odozvy boli získavané v rámci vykonávaného experimentu.

Typickým príkladom ako je možné použiť metódu plánovaného experiment pri predaji, je metóda známa pod názvom Conjoint analýza. Pri tejto analýze sú vybrané faktory, ako aj odozvy súčasťou klasického plánovaného experimentu s cieľom odhadnúť zákaznicke preferencie z pohľadu vybraných vlastností predávaného produktu.

4.3 Conjoint analýza vybraných produktov spoločnosti Medas, s.r.o.

V ďalšom použijeme Conjoint analýzu na vybrané typy produktov, avšak iba u jedného odberateľa počas presne vymedzeného obdobia. Predmetom záujmu Conjoint analýzy je výhodnosť alebo nevýhodnosť podporovania tzv. privátnej značky pri predaji produktov spoločnosti Medas, s.r.o. Podporovanie privátnej (resp. obchodnej) značky má svojich zástancov, ale i odporcov. Na jednej strane dovoľuje spoločnosti Medas, s.r.o. kontrahovať relatívne veľké objemy produkcie s veľkými odberateľmi, spravidla

obchodnými reťazcami, na druhej strane dochádza k akejsi autokonkurencii, keď ten istý výrobok od toho istého výrobcu má dva rôzne obaly a nezriedka aj dve rôzne ceny spravidla v prospech privátnej značky (Obr. 29).



Obr. 29 Pult predaja medov Clever a Medas v reťazci Billa.

Zdroj: vlastné spracovanie

Spoločnosť Medas, s.r.o. podporuje hneď niekoľko privátnych značiek, spomenieme napríklad značku Clever, CBA, Fresh, atď. Predmetom nášho skúmania bude analýza privátnej značky CBA a rovnakého produktu s označením Medas v reťazcoch CBA (viď Obr. 30).



Obr. 30 Privátna značka a gramáž produktov spoločnosti Medas, s.r.o.

Zdroj: vlastné spracovanie

Ďalší faktor, ktorý bude podrobený Conjoint analýze je typ reklamy. Je problematické zistiť pri takom produkte ako je med, nakoľko konkrétny typ reklamy motivuje zákazníka ku kúpe produktu. V predmetnej analýze budeme sledovať úspešnosť dvoch týždňov, počas ktorých konkrétny produkt nemal reklamu, ďalej keď mal internetovú reklamu, resp. letákovú reklamu za rovnaké obdobie. Ďalším faktorom Conjoint analýzy je gramáž a konkrétne 20g, 250g a 950g. Nakoniec sme analyzovali zľavy. Je bežnou praxou v obchodných reťazcoch požadovať od dodávateľov tzv. akciové zníženie cien počas limitovaného obdobia. Predmetom Conjoint analýzy je faktor zľava, ktorý má dve hladiny: nulová zľava alebo 20% zľava. Finálnu Conjoint analýzu sme realizovali pomocou úplného viac hladinového faktorového návrhu pomocou softvérového produktu Minitab (Tab. 16).

Tab. 16 Conjoint analýza pomocou viachladinového faktorového návrhu

Multilevel Factorial Design			
Factor	Type	Levels	Values
Značka	fixed	2	CBA; Medas
Reklama	fixed	3	Bez; Internet; Leták
Gramáž (g)	fixed	3	20; 250; 950
Zľava (%)	fixed	2	0; 20

Zdroj: vlastné spracovanie

Experiment bol vykonávaný počas vybraných dvojtyždňových období počas troch kvartálov v roku 2020 v niekoľkých vybraných predajniach reťazca CBA. Jednotlivé kombinácie hladín vybraných faktorov opisuje Tab. 17.

Tab. 17 Nastavenie hladín faktorov pre jednotlivé pokusy

Značka	Reklama	Gramáž (g)	Zľava (%)	Značka	Reklama	Gramáž (g)	Zľava (%)
Medas	Leták	950	20	CBA	Leták	950	20
Medas	Leták	950	0	CBA	Leták	950	0
Medas	Leták	250	20	CBA	Leták	250	20
Medas	Leták	250	0	CBA	Leták	250	0
Medas	Leták	20	20	CBA	Leták	20	20
Medas	Leták	20	0	CBA	Leták	20	0
Medas	Internet	950	20	CBA	Internet	950	20
Medas	Internet	950	0	CBA	Internet	950	0
Medas	Internet	250	20	CBA	Internet	250	20
Medas	Internet	250	0	CBA	Internet	250	0
Medas	Internet	20	20	CBA	Internet	20	20

Medas	Internet	20	0	CBA	Internet	20	0
Medas	Bez	950	20	CBA	Bez	950	20
Medas	Bez	950	0	CBA	Bez	950	0
Medas	Bez	250	20	CBA	Bez	250	20
Medas	Bez	250	0	CBA	Bez	250	0
Medas	Bez	20	20	CBA	Bez	20	20
Medas	Bez	20	0	CBA	Bez	20	0

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka je zložená z dvoch častí. V každej z nich jeden riadok predstavuje jeden pokus, kde jednotlivým kombináciám hladín bol následne priradený dvojtýždňový predaj relevantného produktu v kg.

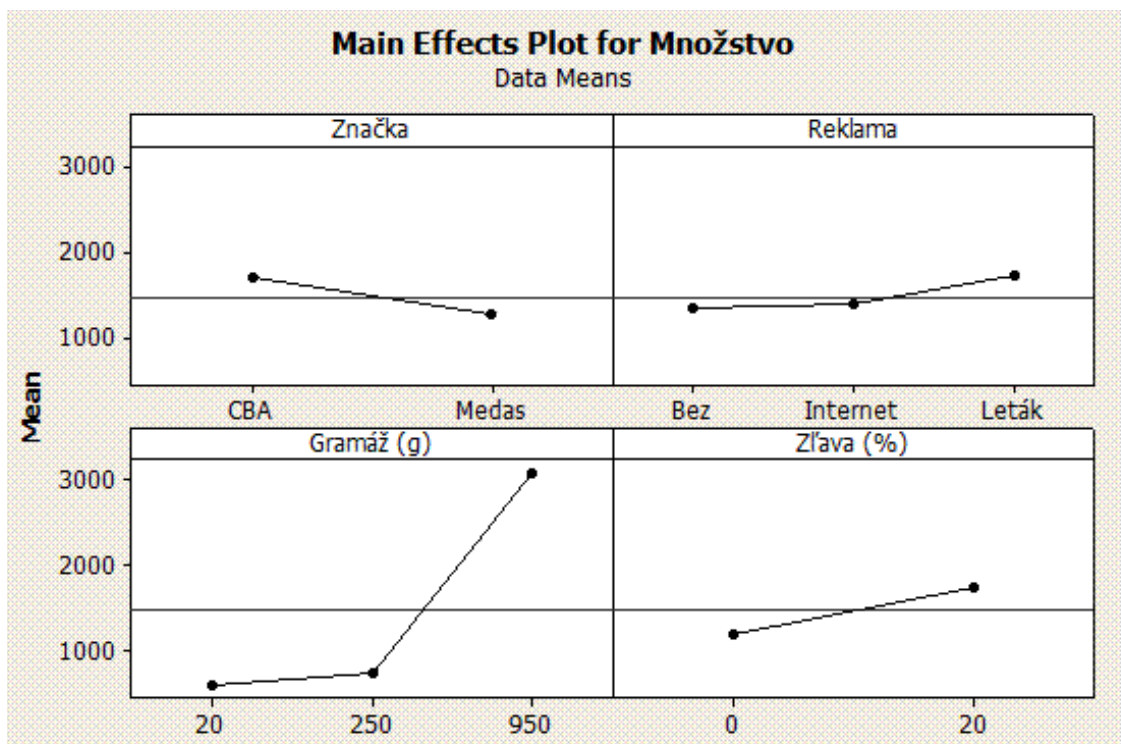
Poznamenávame, že ide o Ex ante analýzu, t.j. že namerané hodnoty považujeme za výberové a v ďalšom teda budeme používať metódy indukčnej štatistiky. Pre hladinu „reklamné letáky“ (aj keď boli vydávané s periodicitou 1 týždeň) relevantné množstvo predaja zodpovedajúce tomuto typu reklamy predstavovalo dvojtýždňovú hodnotu predaja od vydania letáku. Internetovú reklamu zabezpečovala profesionálna agentúra. 20% zľava bola ponúkaná v rámci dvojtýždňovej akcie.

Obdobne ako pri Ex post analýze aj tu predpokladáme, že množstvo predaja reprezentuje ako výberová charakteristika záujem zákazníka. Celkovo boli vykonané tri replikácie každého pokusu, každá v jednom kvartály. Po vykonaní všetkých pokusov a zaznamenaní relevantných odoziev. Bola vykonaná analýza rozptylu (ANOVA) opísaná v Tab. 18. Na Obr. 31 je prezentovaný graf hlavných faktorov.

Tab. 18 Analýza rozptylu (ANOVA)

Analysis of Variance for Množstvo, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Značka	1	4794601	4794601	4794601	477,67	0,000
Reklama	2	3255683	3255683	1627841	162,18	0,000
Gramáž (g)	2	139765954	139765954	69882977	6962,19	0,000
Zľava (%)	1	8095904	8095904	8095904	806,57	0,000
Značka*Reklama	2	67084	67084	33542	3,34	0,041
Značka*Gramáž (g)	2	13287556	13287556	6643778	661,90	0,000
Značka*Zľava (%)	1	150708	150708	150708	15,01	0,000
Reklama*Gramáž (g)	4	1911274	1911274	477818	47,60	0,000
Reklama*Zľava (%)	2	102336	102336	51168	5,10	0,009
Gramáž (g)*Zľava (%)	2	4870228	4870228	2435114	242,60	0,000
Značka*Reklama*Gramáž (g)	4	185914	185914	46478	4,63	0,002
Značka*Reklama*Zľava (%)	2	2109	2109	1054	0,11	0,900
Značka*Gramáž (g)*Zľava (%)	2	417667	417667	208833	20,81	0,000
Reklama*Gramáž (g)*Zľava (%)	4	60077	60077	15019	1,50	0,212
Značka*Reklama*Gramáž (g)*Zľava (%)	4	5844	5844	1461	0,15	0,964
Error	72	722700	722700	10037		
Total	107	177695636				
S = 100,187 R-Sq = 99,59% R-Sq(adj) = 99,40%						

Zdroj: vlastné spracovanie



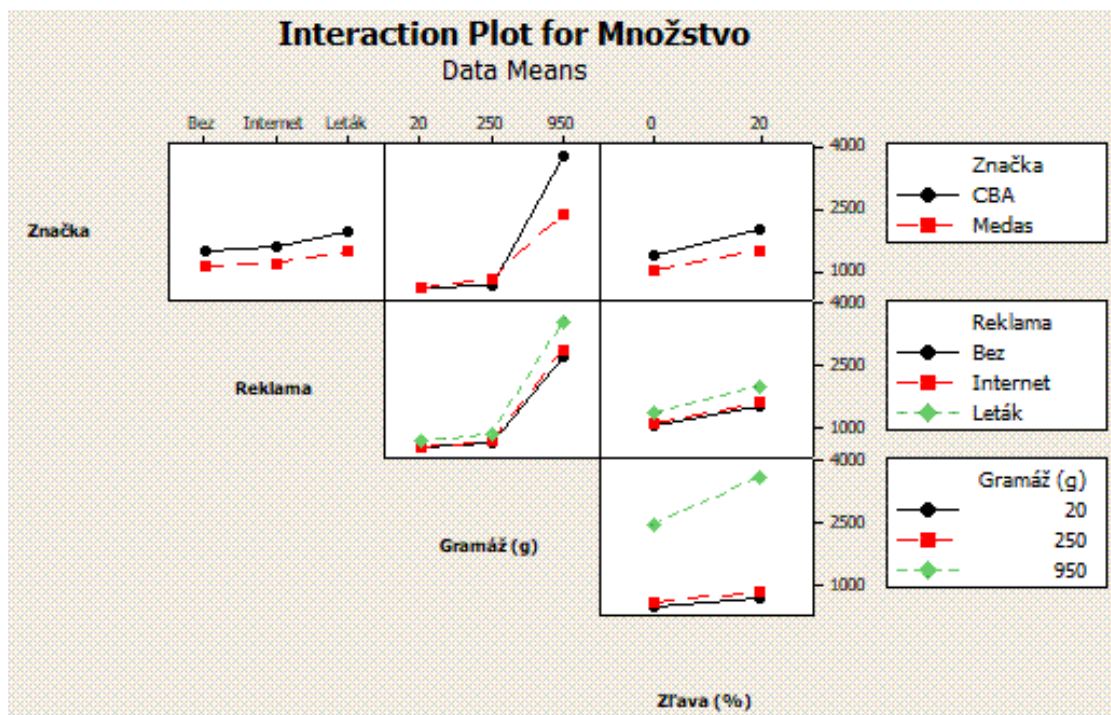
Obr. 31 Graf hlavných faktorov

Zdroj: vlastné spracovanie

Z priebehu grafického znázornenia hlavných efektov je zrejmý relatívne malý vplyv reklamy, väčší vplyv privátnej značky, významný vplyv predaja so zľavou a markantný vplyv v oblasti gramáže, kde obdobne ako pri Ex post analýze dominuje balenie 950 g.

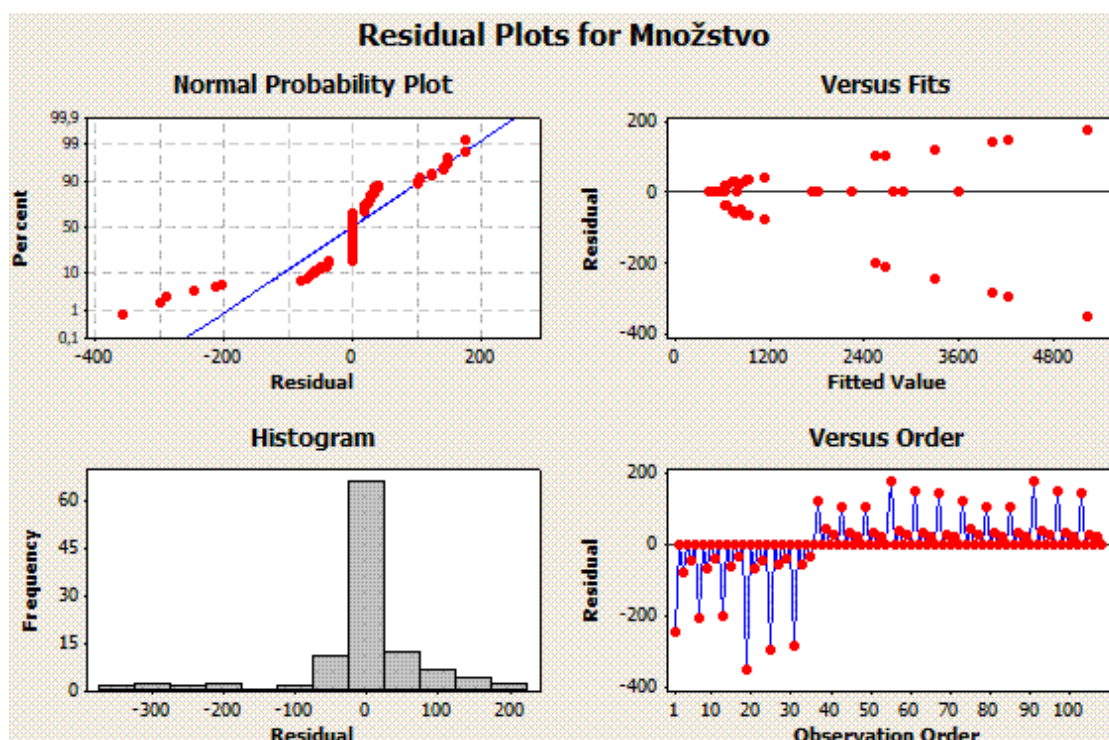
Z analýzy jednotlivých interakcií je zaujímavá interakcia medzi gramážou a značkou, gramážou a zľavou (Obr. 32). Ostatné interakcie sa nejavia byť výrazne dominantné.

Analýza rezíduí vykonaná na Obr. 33 naznačuje, že sa tieto neriadia normálnym rozdelením, na druhej strane však histogram prezentuje relatívne vysokú špicatosť.



Obr. 32 Graf interakcií

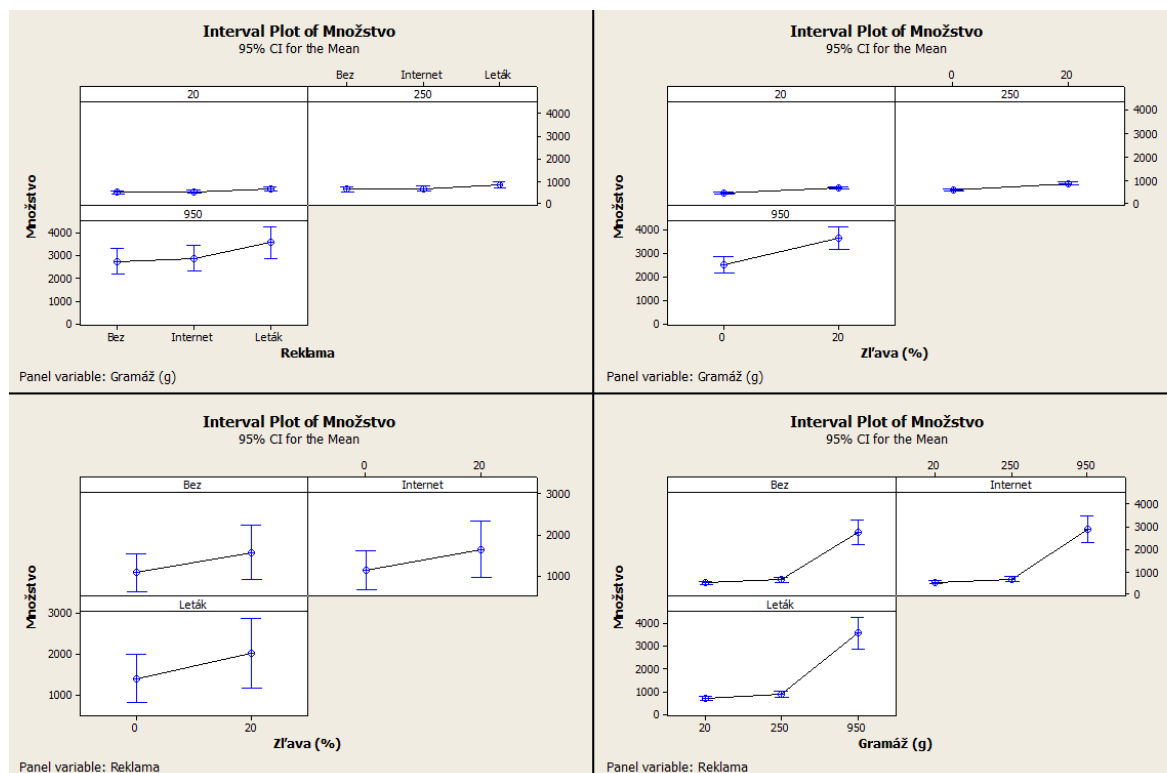
Zdroj: vlastné spracovanie



Obr. 33 Analýza rezíduí

Zdroj: vlastné spracovanie

Práve spomínaná špicatosť rezíduí nás viedla k tomu, že aj keď nebola potvrdená normalita rozdelení (veľmi malé vzorky), vykonali sme graf 95% intervalov spoľahlivosti pre strednú hodnotu odozvy pri jednotlivých kombináciách faktorov (viď. Obr. 34).



Obr. 34 95% interval spoľahlivosti pre strednú hodnotu odozvy

Zdroj: vlastné spracovanie

Typ reklamy v interakcii s poskytovaním zliav vykazoval najväčšiu variabilitu. Keďže replikácie neboli randomizované (znáhodnené), môžeme daný stav interpretovať aj ako relatívne významnú zmenu reakcie zákazníka na reklamu i zľavy počas rôznych ročných období.

Poznamenávame, že istý rušivý vplyv mohla mať aj práve v čase vykonávania experimentu prebiehajúca pandémia, so všetkými mimoriadnymi opatreniami.

4.4 Predaj medu v období pandémie COVID-19

Všetky tri replikácie experimentu opísaného v predchádzajúcej časti boli vykonané počas troch kvartálov v roku 2020. Tri kvartáli v roku 2020 boli zaznamenané aj v predchádzajúcej Ex post analýze, čím istým spôsobom skreslili celoročné výsledky za ostatných päť rokov.

Ako sme už spomenuli, predaj v roku 2020 bol výnimočný aj z dôvodu, že v tomto období boli zo strany vlády prijaté rôzne obmedzenia v súvislosti s mimoriadnymi opatreniami, ktoré boli vyhlásené z dôvodu vzniku pandémie COVID-19. Z tohto dôvodu sme v ďalšom analyzovali porovnanie jednotlivých odberateľov v Eurách za prvé tri kvartály v roku 2020 s prvými troma kvartálmi v roku 2019.

Predmetné porovnávanie bolo vykonávané na základe tržieb teraz však z veľkoobchodného predaja.

V prvej časti Tab. 19 sú prezentovaní odberatelia s najväčším nárastom, t.j. ktorí v roku 2020 oproti roku 2019 za skúmané obdobie najviac zvýšili odber produktov od spoločnosti Medas, s.r.o. Následne sú v tabuľke prezentovaní odberatelia, ktorí naopak najviac znížili odber produktov od spoločnosti Medas, s.r.o. Záver tabuľky tvorí celkové zhodnotenie.

Poznamenávame, že jednotlivé číselné vyjadrenia veľkoobchodných tržieb, boli pozmenené z dôvodu ochrany citlivých údajov.

V piatom stĺpci sú prezentované v % podiely nárastu v prípade kladných čísiel a poklesu v prípade záporných čísiel odberu produktov spoločnosti Medas, s.r.o. jednotlivými odberateľmi.

Tab. 19 Odberatelia s najväčším nárastom a poklesom spotreby medu počas pandémie

Odberatelia s najväčším nárastom spotreby počas pandémie COV - 19					
p.č.	Partner	Stav k 30.9.2020	Stav k 30.9.2019	nárast / pokles v %	nárast / pokles v EUR
1	KAUFLAND Slovenská republika v.o.s.,	1 459 471,49	665 211,62	119%	794 259,87
2	KAUFLAND CR	852 297,07	119 345,43	614%	732 951,64
3	BILLA s.r.o.,	555 153,99	274 552,55	102%	280 601,45
4	TESCO STORES SR , a.s.,	472 921,44	299 172,36	58%	173 749,08
5	LIDL Slovenská republika VOS	844 459,39	784 825,65	8%	59 633,74
6	KLAS veľkoobchod, s.r.o.	37 258,72	0,00	nárast	37 258,72
7	TERNO real estate s.r.o.	95 128,03	60 238,61	58%	34 889,42
8	MAKOS, a.s.,	20 458,35	4 289,12	377%	16 169,24
9	LABAŠ s.r.o.,	121 237,19	109 010,41	11%	12 226,78
10	MILK AGRO spol. s r.o.,	60 216,74	48 578,74	24%	11 638,00
11	LIBEX, s.r.o.,	17 607,03	7 050,23	150%	10 556,79
12	NITRAZDROJ , a.s.,	27 692,90	17 368,08	59%	10 324,82
13	GVP s.r.o. Humenné,	50 056,45	40 260,45	24%	9 796,00
14	KON - RAD spol. s.r.o.,	26 977,27	17 645,99	53%	9 331,28
15	Pavol Táborský a spol.,	18 785,20	10 829,65	73%	7 955,55
16	KARMEN - veľkoobchod potravín, s.r.o.,	31 946,56	24 709,93	29%	7 236,63
17	SINTRA spol. s.r.o.,	39 191,87	32 736,32	20%	6 455,55
18	CBA Market, s.r.o.,	13 372,83	8 185,47	63%	5 187,36
Odberatelia s najväčším poklesom spotreby počas pandémie COV - 19					
p.č.	Partner	Stav k 30.9.2020	Stav k 30.9.2019	nárast / pokles v %	nárast / pokles v EUR
1	CBA Slovakia a.s.,	0,00	66 914,92	-100%	-66 914,92
2	BIDFOOD SLOVAKIA	159 094,81	193 966,06	-18%	-34 871,24
3	INMEDIA s.r.o.,	37 191,40	49 091,34	-24%	-11 899,94
4	MABONEX SLOVAKIA spol. s.r.o.,	15 377,98	23 874,56	-36%	-8 496,58
5	Roman Vereš - ROVER,	2 021,70	5 198,13	-61%	-3 176,43
6	BEZPECNE LIEHOVINY, s.r.o.	1 390,80	4 504,88	-69%	-3 114,08
7	KANDY SRO	0,00	2 770,00	-100%	-2 770,00
8	TATRAPAK s.r.o.,	1 797,60	3 822,00	-53%	-2 024,40
9	KRAK s.r.o.,	795,00	2 650,00	-70%	-1 855,00
10	MEGAS trade, s.r.o.	1 020,61	2 823,60	-64%	-1 802,99
11	VDP a.s.,	4 729,28	6 210,98	-24%	-1 481,70
12	ATC-JR, s.r.o.	11 940,39	13 339,80	-10%	-1 399,41
13	PAS Bj, s.r.o.,	1 882,80	3 098,15	-39%	-1 215,35
14	DMJ MARKET s.r.o.	5 525,38	6 557,23	-16%	-1 031,85
Všetci odberatelia, vývoj spotreby počas pandémie COV - 19					
	Celkom	4954658,711	2748380,17	180%	2206278,541

Zdroj: vlastné spracovanie

5 Diskusia

Med je zdraviu prospešná prírodná komodita a jeho predaj sa vyznačuje určitými špecifikami. Keďže ide o prírodný produkt, je len veľmi ťažké vo väčších objemoch zabezpečiť jeho homogenitu. Kvalita medu ako taká, je ovplyvňovaná množstvom fyzikálnych, chemických, ale aj sezónnych atmosférických a iných faktorov. Je daná podmienkami chovu včelstiev, stavom prírody, stupňom chemickej ochrany monokultúrnych plodín, ale aj rôznymi chorobami, parazitmi, atď. Dôležitý je tiež spôsob tzv. vytáčania medu, ako aj samotný proces balenia. Ďalšími dôležitými faktormi sú dĺžka a spôsob skladovania a to tak u veľkoodberateľov ako aj maloodberateľov, resp. u zákazníka. Posudzovanie kvality medu zákazníkom je značne subjektívna záležitosť. Niektorí vyberajú med podľa farby, iní podľa konzistencie, značky, typu, ceny, gramáže balenia, atď. Povedomie zákazníka o kvalite medu nezriedka ovplyvňujú malovýrobcovia – neprofesionálni nadšenci, ktorí bez akéhokoľvek objektívneho zhodnotenia kvality svojich produktov ich jednoznačne nadradujú nad produkty veľkododávateľov. Na internete sú tiež opísané mnohé nekalé praktiky rôznych obchodníkov, ktorí dovážali menej kvalitný a pre niektorých alergikov dokonca škodlivý med z trópov, pričom ho vydávali za slovenský.

Ako sme opísali v teoretickej časti, je niekoľko možností ako podvodne manipulovať s kvalitou medu s cieľom dosiahnuť vyššie zisky, či už ide o prikrmovanie včiel, miešanie medov rôznej kvality a cien, pridávanie rôznych cukrov, sirupov, atď. Ide o postupy, ktoré sú síce všeobecne známe, avšak ich odhaľovanie vyžaduje množstvo zložitých špeciálnych chemických analýz, ktoré navyše aj tak nemusia jednoznačne určiť podozrivú zmenu niektorého parametra. Sú známe tiež testovania rôznych známych kuchárov, resp. sommelierov, ktorí subjektívnym spôsobom (ochutnávaním) odhadovali kvalitu jednotlivých medových produktov. Na druhej strane aj ten najkvalitnejší a najchutnejší med zlým skladovaním, napr. pobytom na svetle pri vysokých teplotách, atď., môže strácať svoju kvalitu. A tak sa stáva, že ten istý produkt pri jednom hodnotení vyjde ako víťaz, avšak pri inom hodnotení je označený ako podpriemerný. Z tohto dôvodu by zrejme akékoľvek dopytovanie u zákazníkov mohlo byť narušené rôznymi šumami. Bolo by na základe neho veľmi ťažko možné určiť nákupné správanie väčšiny zákazníkov. Preto sme pristúpili k inej forme. Ako základ našich experimentov sme použili skutočný predaj konkrétneho medového produktu za určité časové obdobie. Vychádzame tak z predpokladu, že preferenciu jednotlivých produktov charakterizuje zvýšený predaj, ktorý odráža relatívne veľmi objektívne stupeň obľúbenosti toho ktorého produktu u väčšiny zákazníkov. Vychádzajúc

z historických údajov mesačných predajov jednotlivých typov produktov spoločnosti Medas, s.r.o., ale aj priamym experimentovaním vykonaným v roku 2020 sme pomocou metódy plánovaného experimentu, resp. analýzy clustrov odpovedali na niektoré základné otázky o nákupných stratégiách spotrebiteľov medových produktov na Slovensku.

V kapitole výsledky práce sme sa spočiatku venovali experimentovaním Ex post. Ide o metódu, pri ktorej sme klasicky naplánovali experiment. Vybrali sme tri faktory a to: typ medu s hladinami (kvetový, agátový, lipový, lesný), gramáž (250g, 500g, 950g) a rok (2015 až 2020), pričom hodnoty v roku 2020 predstavovali iba prvé tri kvartály predaja. Ako odozva bol určený predaj v kg. Keďže sme disponovali historickými údajmi mesačných predajov za celé spomínané obdobie pre všetky typy produktov, mohli sme na základe spomínaných údajov priradiť správne hodnoty odozvy pre jednotlivé kombinácie hladín faktorov opísaných v Tab. 6. Následne analýzou hlavných faktorov (Obr. 18) sme zistili, že za celé sledované obdobie má predaj mierne rastúci trend. Ako najviac predávaný je typ medu kvetový nasledovaný medom lesným. Absolútne suverénne najobľúbenejšou gramážou je 950g obal. Z hľadiska interakcií (Obr. 19) je zrejmé, že počas celého obdobia rastúci trend predaja, aj keď mierne, má med lesný. Gramáž 950g je jasne najlepšie predávanou gramážou počas celého analyzovaného obdobia. Spomínaný vývoj možno interpretovať nasledovne. Celkovo predaj spoločnosti Medas, s.r.o. za sledované obdobie má mierny pozitívny trend u všetkých vybraných typov a gramáží. Jednoznačne sú slovenskí zákazníci orientovaní na nákup 950g medu. Absolútne najväčším je predaj kvetového medu, po ktorom nasleduje med lesný. Z Obr. 20 je zrejmé, že predaj tzv. medu ochuteného, t.j. medu, do ktorého je pridávaný ovocný sirup, je typom medu najmenej obľúbeným a teda je otázne, či produkty daného typu je rentabilné ďalej vyrábať. V ďalšom sme vykonali párové korelácie vývoja jednotlivých typov medu pomocou Personovho koeficientu korelácie. Aj z tejto analýzy vyplynulo, že vývoj predaja medu ochuteného je diametrálne odlišný od vývoja predaja ostatných typov medu, medzi ktorými boli zistené silné a veľmi silné korelácie. Na Obr. 21 sme prezentovali graf produktov s najväčšími predajmi a následne aj s najväčšími maloobchodnými tržbami (t.j. tržby odhadnuté na základe maloobchodných cien). Ako ukázali predchádzajúce analýzy DOE aj pri celkovom hodnotení najväčší predaj a relatívne najväčšie tržby mali medy kvetové a lesné s gramážou 950g. Nasledoval med s gramážou 20g. Ide o med kvetový, spôsob balenia je populárny hlavne pre reštaurácie. V ďalšom sme z historických údajov vykonali Cluster analýzu všetkých výrobkov spoločnosti Medas, s.r.o. počas celého skúmaného obdobia.

Predmetná Cluster analýza vykonaná na základe vývoja časových radov predaja za sledované obdobie, rozdelila všetky produkty do dvoch veľkých a troch malých clustrov. Ďalšiu skupinu výrobkov, v ktorej sme nemohli hodnotiť z dôvodu neúplnosti údajov, sme zoradili do skupiny Cluster 0. V Tab. 8 sú rozdelené jednotlivé produkty do Clustrov a na Obr. 22 je prezentovaný Dendogram. Následne sú prezentované tabuľky a grafy, v ktorých sú znázornené jednotlivé predaje ako aj maloobchodné tržby za celé obdobie po jednotlivých Clustroch. Následne sme vyhodnotili množstvo predaja ako aj tržby pre jednotlivé Clustre. Z hľadiska predaja sa dominantným ukázal Cluster 2, ktorý predstavoval až $\frac{3}{4}$ množstva produktov (čo do váhy v kg) za celé obdobie, avšak na maloobchodných tržbách sa podieľal iba $\frac{2}{3}$. Ide teda o produkty u zákazníka obľúbené, avšak s relatívne nízkymi cenami. Dôvodom úspešnosti spomínaných produktov teda môže byť hlavne ich relatívne nízka cena z pohľadu zákazníka. V prípade Clustrov 3, 4, 5 ide o necelých 12% produkcie, avšak z pohľadu maloobchodných tržieb predstavujú skoro 18%. Ide teda o skupiny výrobkov, ktoré zákazníkov upútali inými atribútmi než je cena. Lídrom tejto skupiny je med kvetový predávaný v Čechách s gramážou 850g predstavujúci samostatný Cluster. Ďalší samostatný Cluster je 900g med kvetový a posledný Cluster predstavuje 500g med lesný, resp. 20g med s obchodnou značkou CBA. Cluster 1, ktorého predaj predstavuje skoro 8%, sa tiež podieľal na tržbách až skoro 11%. Nakoniec Cluster 0 sa podieľal cca 6% tak na množstve predaja, ako aj na maloobchodnom obrate. Je niekoľko interpretácií výsledkov experimentovania Ex post. Zákazníka mohlo zaujať tvar obalu, etiketa, informácie, atď. Mnohé z výrobkov, ktoré boli predávané vo veľkých obchodných reťazcoch, mali počas vybraného obdobia z pohľadu zákazníka za presne vymedzené obdobie zníženú predajnú cenu až o cca 20%.

Celkový vplyv spomínaných akčných cien na dopyt nebolo možné na základe historických údajov jednoznačne určiť, pretože spomínané akcie boli realizované v rôznych obchodoch a v rôznych časoch. Ďalším možným vplyvom je potenciálna autokonkurencia produktov spoločnosti Medas spôsobená rôznymi privátnymi značkami. Ako sme opísali v predchádzajúcej časti, nami analyzovaná spoločnosť podporuje tvorbu privátnych značiek vo veľkých obchodných reťazcoch (Billa, Fresh, CBA, atď.). Vplyv na predaj majú určite aj rôzne typy reklám a to tak vo forme letákov, ale aj priamo na internete či v iných médiách. Ťažko merateľný vplyv majú aj rôzne viac či menej objektívne hodnotenia, či testovania kvality medov, ktoré sa objavujú v rôznych časopisoch či na internete. Aby sme zodpovedali aspoň na niektoré zo spomínaných otázok, vykonali sme v roku 2020 na vybrané produkty spoločnosti Medas, s.r.o. Conjoint analýzu.

Vychádzal z plánovaného experimentu vykonaného Ex ante pri troch replikáciách vykonaný každá v jednom kvartály v roku 2020. Bol posudzovaný iba med kvetový v troch gramážach 20g, 250g a 950g. Ďalším faktorom bola privátna a neprívátna značka, t.j. skupiny produktov označených ako Medas a ďalšie skupiny produktov označených ako CBA. Hodnotil sa tiež typ reklamy (bez reklamy, reklama na internete, leták). Nakoniec bola hodnotená akciová cena predstavujúca 20% zľavu. Keďže išlo výberovú štatistiku bola vykonaná analýza rozptylu, kde až na dva prípady 3-interakcie až jednu 4-interakciu boli zaznamenané p-hodnoty menšie ako 5%. Analýza hlavných efektov (Obr. 31) potvrdila dominantnú obľúbenosť gramáže 950g. Naznačila určité zvýhodnenie privátnej značky pri predaji. Približne na rovnakej úrovni bolo zaznamenané zvýšenie predaja pri akciových 20% zníženiach cien. Relatívne malý vplyv sa ukázal pri reklame cez internet a nie oveľa väčší, avšak signifikantný pri reklame formou letáku. Kvôli objektívnosti poznamenávame, že všetky predmetné letáky boli okrem tlačovej podoby aj dostupné na internete. Internetové kópie letákov sme za internetovú reklamu nepovažovali. Pri interakcii na Obr. 32 sa ukázala najsilnejšia interakcia pri gramáži 950g a zľave 20% ako aj pri predaji 950g medzi s privátnou značkou CBA. Následná analýza pomocou intervalu spoľahlivosti naznačila hlavne pri parametre „zľava“ veľké rozdiely medzi replikáciami. Záverom teda možno konštatovať, že obľúbená gramáž 950g sa potvrdila aj v rámci Conjoint analýzy. Vplyv privátnej značky je markantný, avšak rozdiel medzi predajom privátnej značky a výrobnéj značky nie je priepastný.

Nemožno konštatovať na základe experimentálne overených údajov nejaký významný negatívny vplyv autokonkurencie. Vplyv jednotlivých zliav je tiež zrejmý, avšak štatisticky nie celkom jednoznačný. Poznamenávame, že na predmetný vplyv mohol pôsobiť šum v tvare sezónnosti predaja. Vplyv reklamy hlavne letákovej u veľkých reťazcov sa potvrdil, avšak nie v príliš veľkej miere. Konštatujeme, že celý experiment bol vykonaný v období pandémie. Išlo o obdobie, pri ktorom nákupné správanie zákazníkov bolo ovplyvňované rôznymi obmedzeniami. Analýza následne ukázala, že z hľadiska predaja oproti rovnakému obdobiu v roku 2019 nastal v roku 2020 nárast predaja až o 80%. Experiment bol teda vykonávaný v období nepredvídateľného, avšak zvýšeného záujmu o medové produkty.

Záver

Metodológia plánovania experimentu sa dlhodobo využíva tak v oblasti prírodných vied, vo fyzike, či chémii ako aj v medicíne, ale aj pri zlepšovaní výkonnosti kvality a efektívnosti procesov v podniku. V teoretickej časti tejto dizertačnej práce sme stručne načrtli niektoré základné postupy používané pri implementácii metodológie DOE v praktických podmienkach hlavných procesov slovenského podniku zameraného na výrobu a predaj produktov z medu.

V teoretickej časti dizertačnej práce je opísaných niekoľko možností ako plánovať experiment s ohľadom na ohraničujúce podmienky, ktoré samotné nemusia vyplývať z vlastností jednotlivých súčastí procesu. V práci sme poukázali na rôzne špecifiká výroby, ale hlavne predaja produktov medu na Slovensku. Keďže ide o široký sortiment výrobkov a relatívne silnú konkurenciu a to nielen v krajinách EÚ, ale aj na Slovensku, nie je jednoduché udržať sa na špičke predajcov medu. Včelstvo ako také má svoju nenahraditeľnú úlohu ako opel'ovateľ rastlín, čo v konečnom dôsledku je nutnou podmienkou prežitia ľudstva. Táto nezastupiteľná úloha včiel však nie je v EU nejakým spôsobom priamo dotovaná. Včelári i tí najmenší, majú svoje výnosy iba z predaja včelích produktov. Je preto veľmi dôležité z národohospodárskeho hľadiska podporovať rozvoj i malého neprofesionálneho včelárstva na Slovensku. Konkurencieschopnosť na Slovensku výrobného medu, aj keď je spravidla tej najvyššej kvality, nepriaznivo ovplyvňujú medy z južnejších krajín dokonca až z trópov, ktoré majú konkurenčnú výhodu hlavne v cene. Na trhu sa tiež objavili mnohé lacné napodobeniny medu, najčastejšie z Ázie a z Južnej Ameriky, ktoré nielenže majú minimálnu kvalitu, ale môžu byť slovenským zákazníkom (hlavne alergikom) škodlivé. V tejto dizertačnej práci sme sa preto sústredili na spracovanie objektívnych informácií o predaji medu na Slovensku. Sústredili sme sa na produkciu veľkododávateľa produktov z medu – spoločnosti Medas s.r.o. Nákupnú stratégiu zákazníkov v danom segmente sme neurčovali na základe subjektívnych dotazníkov či iných foriem dopytovania, ale použili sme metódy DOE a CA, pričom vstupom do týchto metód boli konkrétne predaje vybraných medových produktov spoločnosti Medas za určité obdobie. Metódu plánovaného experimentu sme použili ako analytický nástroj prístupom Ex post, kde potrebné hodnoty odozvy sme získali na základe historických údajov z databázy predaja medu spoločnosti Medas s.r.o. Z tejto databázy sme použili vstupné údaje aj pri analýze Clustrov, ktorú sme aplikovali na jednotlivé skupiny produktov na základe

predaného množstva za určité obdobie. Následne bol vykonaný plánovaný experiment pomocou analýzy Ex ante v rámci metódy známej ako Conjoint analýza. Na záver analytickej časti práce sme aktuálne zaradili posúdenie vplyvu svetovej pandémie Covid-19 na predaj medu spoločnosťou Medas s.r.o.

Teoretické prínosy práce spočívajú v tom, že sme ukázali ako je možné odhadnúť nákupnú stratégiu zákazníka nie dotazníkovou metódou, ale pomocou viac objektívnych ukazovateľov akými sú skutočné množstvá predaných produktov za určité obdobie. Použili sme pritom multilevel faktorový design of experiment implementovaný na odozvu – predané množstvo v kg počas obdobia rokov 2015 – 2019 a prvé 3 kvartáli v roku 2020.

Praktický prínos predloženej dizertačnej práce spočíva v tom, že pri analýze nákupných stratégií zákazníka ako vstupy boli použité (aj keď trochu zmenené) skutočné údaje z mesačnej databázy predaja produktov spoločnosťou Medas s.r.o. Všetky výstupy prezentované v práci sú teda použiteľné ako podpora rozhodovania spoločnosti Medas s.r.o. Postupy, algoritmy a metódy použité v tejto dizertačnej práci sú implementovateľné v podmienkach akéhokoľvek predajcu, nielen medu.

Relatívne detailné poznanie nákupných preferencií zákazníka je dôležitým predpokladom úspechu každého predajcu. V tejto dizertačnej práci sme ukázali, že na určovanie spomínaných preferencií je možné použiť relatívne jednoduchým spôsobom aj sofistikovanejšie nástroje inak používané hlavne vo výrobných procesoch.

Bibliografické zdroje

1. AAKER, Alexander David - KUMAR, Nirmalya - STEENKAMP, Jan-Benedict. *Private label strategy: How to meet the store brand challenge*. Harvard Business Review Press, 2007. ISBN 13: 97-8142-21-0167-4.
2. ALASHWAL, Hany et al. The application of unsupervised clustering methods to Alzheimer's Disease. *Frontiers in computational neuroscience*, 2019, 13: 31. ISSN 1662-5188. Dostupné z DOI: 10.3389/fncom.2019.00031.
3. ALIFERIS, Konstantinos A. et al. Botanical discrimination and classification of honey samples applying gas chromatography/mass spectrometry fingerprinting of headspace volatile compounds. *Food Chemistry*, 2010, 121.3: 856-862. ISSN 0308-8146.
4. ALJADI, M. Almahdi - KAMARUDDIN, M. Yusoff. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food chemistry*, 2004, 85.4: 513-518. ISSN 0308-8146.
5. ALVAREZ-SUAREZ, Jose M. et al. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 2010, 48.8-9: 2490-2499. ISSN 0278-6915.
6. ANKLAM, Elke. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food chemistry*, 1998, 63.4: 549-562. ISSN 0308-8146.
7. ANTONY, Jiju. *Design of experiments for engineers and scientists*. Elsevier, 2014. ISBN 978-0-08-099417-8.
8. BALDYKOWSKI, Ariane et al. *Cheers to Untappd! Preferences for Beer Reflect Cultural Differences Around the World*. In: Proc. of AMCIS'18. 24 th Americas Conference on Information Systems. At: New Orleans, USA, 2018, 2884-2898. ISBN: 978-1-5108-7016-1.
9. BARONI, María Verónica et al. Determination of volatile organic compound patterns characteristic of five unifloral honey by solid-phase microextraction– gas chromatography– mass spectrometry coupled to chemometrics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2006, 54.19: 7235-7241. ISSN 1520-5118.
10. BERKHIN, Pavel. A survey of clustering data mining techniques. In: *Grouping multidimensional data*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. p. 25-71. ISBN 978-3-540-28348-5.

11. BERTELLI, Davide et al. Detection of honey adulteration by sugar syrups using one-dimensional and two-dimensional high-resolution nuclear magnetic resonance. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2010, 58.15: 8495-8501. ISSN 0021-8561.
12. BHATIA, Suresh Chander. *Retail management*. Atlantic Publishers & Dist, 2008. ISBN 978-8-126-90981-0.
13. BIANCHI, F. et al. Characterization of the volatile profile of thistle honey using headspace solid-phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Food chemistry*, 2011, 129.3: 1030-1036. ISSN 0308-8146.
14. BLECHARZ, Pavel. *Základy metody DOE:(Taguchiho přístup)*. Vyd. 1. Ostrava : Repronis, 2005 112, [11] s. ISBN: 80-7329-106-1.
15. BOGDANOV, Stefan. *Authenticity of honey and other bee products: state of the art. Bulletin of university of agricultural sciences and veterinary medicine cluj- napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 2007, 64(1-2), ISSN 1843-5246.
16. BUČKOVÁ, Marcela - MAJTÁN, Juraj. *Bučková mikrobiológia SAV pre Denník N*, 15.12 2017 Test medov: skoro žiadne nemali antibakteriálne účinky a väčšina medov bola na úrovni cukorného roztoku.
17. CAMPONE, Luca et al. Determination of phenolic compounds in honey using dispersive liquid–liquid microextraction. *Journal of Chromatography A*, 2014, 1334: 9-15. ISSN 0021-9673.
18. CONDRA, Lloyd. *Reliability improvement with design of experiment*. Crc Press, 2001. ISBN 978-0-824-70527-5.
19. COX III, James - SCHLEIER, John. (2010). *Theory of Constraints Handbook*. McGraw-Hill.
20. DONER, L. W. - WHITE Jr, J. W. - PHILIPS, J. G. Gas-liquid chromatographic test for honey adulteration by high fructose corn sirup. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 1979, 62(1), 186-189. ISSN 0004-5756.
21. FERREIRA, Isabel CFR, et al. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 2009, 114.4: 1438-1443. ISSN 0308-8146.
22. FERRERES, Federico - GINER, Josep M. - TOMÁS-BARBERÁN, Francisco A. A comparative study of hesperetin and methyl anthranilate as markers of the floral origin of citrus honey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1994, 65.3: 371-372. ISSN 1097-0010.

23. FISHER, Ronald Aylmer. Statistical methods for research workers. In: *Breakthroughs in statistics*. Springer, New York, NY, 1992. p. 66-70.. ISBN 978-0-387-94039-7.
24. HAIR, Joseph F. et al. *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice hall, 2018. ISBN 978-0-138-13263-7.
25. HARIKUMAR, Sandhya - SURYA, P. V. K-medoid clustering for heterogeneous datasets. *Procedia Computer Science*, 2015, 70: 226-237. ISSN 1877-0509.
26. HARRINGTON, H. James et al. *Business process improvement*. Association for Quality and Participation, 1994. ISBN 978-0-070-26768-8.
27. HARON, Mohd Nizam et al. Tualang honey ameliorates restraint stress-induced impaired pregnancy outcomes in rats. *European Journal of Integrative Medicine*, 2014, 6.6: 657-663. ISSN 1876-3820.
28. HORÁK, Otakar. Test medov: skoro žiadne nemali antibakteriálne účinky a väčšina medov bola na úrovni cukorného roztoku. In *Denník N*. 2017. Dostupné na internete: <https://dennikn.sk/972731/test-medov-skoro-ziadne-nemali-antibakterialne-ucinky-a-vacsina-medov-bola-na-urovni-cukorneho-roztoku/>
29. HÜBNER, Alexander. *Retail category management: decision support systems for assortment, shelf space, inventory and price planning*. Springer Science & Business Media, 2011. ISBN 978-3-642-22477-5.
30. CHIN, N. Ling - SOWNDHARARAJAN, Kandhasamy. A Review on Analytical Methods for Honey Classification, Identification and Authentication. In *Honey Analysis*. IntechOpen. 2020, ISBN 978-1-78985-120-5.
31. IMAI, Masaaki. *Kaizen*. Computer Press. 2007, 272 s. ISBN 802-5-11621-0.
32. ISAAC, Bashevis. *Brand Protection Matters*, Sweet & Maawell, 2000, 25-27 s. ISBN 10: 042-1569-301.
33. JONES, Daniel T. - WOMACK, James P. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster, 2010. ISBN 0-7432-4927-5.
34. JUAN-BORRÁS, Marisol, et al. Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. *Food Research International*, 2014, 60: 86-94. ISSN 0963-9969.
35. KÁDÁROVÁ, Jaroslava. Vybrané prístupy k riadeniu výkonnosti podnikových procesov. IN *Trendy v podnikání*. Mezinárodní vědecká conference. Vydala Západočeská univerzita v Plzni, 2012. s.8. ISBN 978-80-261-0100-0.
36. KOZEL, Roman a kol. ROMAN, Kozel, et al. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Grada Publishing as, 2011, 288 s. ISBN 978-80-247-3527-6

37. KUMAR, V. et al. Practice Prize Report—The power of CLV: Managing customer lifetime value at IBM. *Marketing science*, 2008, 27.4: 585-599. ISSN 0732-2399.
38. LAUBE, I. et al. Development of primer and probe sets for the detection of plant species in honey. *Food Chemistry*, 2010, 118.4: 979-986. ISSN 0308-8146.
39. LAZAREVIĆ, Kristina B. et al. Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food chemistry*, 2012, 132.4: 2060-2064. ISSN 0308-8146.
40. LIANG, Yan et al. Simultaneous determination of four phenolic components in citrus honey by high performance liquid chromatography using electrochemical detection. *Food Chemistry*, 2009, 114.4: 1537-1541. ISSN 0308-8146.
41. LINCOLN, Keith - THOMASSEN, Lars. *Private label: turning the retail brand threat into your biggest opportunity*. Kogan Page Publishers, 2008. 320 s. ISBN 10: 074-9450-274.
42. LIPP, Josef - ZIEGLER, Hubert - CONRADY, Erich. Detection of high fructose-and other syrups in honey using high-pressure liquid chromatography. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 1988, 187.4: 334-338. ISSN 0044-3026..
43. LIU, Duen-Ren - SHIH, Ya-Yueh. Integrating AHP and data mining for product recommendation based on customer lifetime value. *Information & Management*, 2005, 42.3: 387-400. ISSN 0378-7206.
44. MARCONE, Massimo F. et al. Diverse food-based applications of nuclear magnetic resonance (NMR) technology. *Food Research International*, 2013, 51.2: 729-747. ISSN 0963-9969.
45. MONTGOMERY, Douglas C. *Design and analysis of experiments, student solutions manual*. ed. John Wiley & Sons, 2001, 248 p. ISBN 978-1-118-38819-8.
46. MONTGOMERY, Douglas C. *Design and analysis of experiments*. John wiley & sons, 2017. 640 p. ISBN: 978-1-119-32093-7.
47. MURTAGH, Fionn - CONTRERAS, Pedro. Methods of hierarchical clustering. *arXiv preprint arXiv:1105.0121*, 2011. ISSN 2331-8422.
48. NALDA, MJ Nozal et al. Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 2005, 382.2: 311-319. ISSN 1618-2642.
49. NAP 2020-2020. *National Apiculture Programmes*. EU Beekeeping Sector, Agriculture and Rural Development.

50. NÔTOVÁ, I. Privátne značky – strašiak či dobrodinec: Ret'azce sa snažia speňažiť silu vlastného mena a zlepšiť lojalitu zákazníkov. In: *Trend*. 2005.
51. OLIVEIRA, César S. et al. An evolutionary density and grid-based clustering algorithm. In: *Proc. XXIII Brazilian Symp. Databases (SBBD-2007)*. 2007. p. 175-189. ISBN 978-0-7695-2976-9.
52. PADOVAN, G. J. et al. Detection of adulteration of commercial honey samples by the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotopic ratio. *Food Chemistry*, 2003, 82.4: 633-636. ISSN 0308-8146.
53. PATEL, Sakshi - SIHMAR, Shivani - JATAIN, Aman. A study of hierarchical clustering algorithms. In: *2015 2nd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*. IEEE, 2015. p. 537-541. ISBN 978-9-3805-4416-8.
54. PERSSE, James R. - PERSSE, Dr James. Implementing the capability maturity model. John Wiley & Sons, Inc., 605 Third Ave. New York, NY United States, 438 p. 2001. ISBN 978-0-471-41834-4.
55. PLUTOWSKA, Beata et al. A headspace solid-phase microextraction method development and its application in the determination of volatiles in honeys by gas chromatography. *Food Chemistry*, 2011, 126.3: 1288-1298. ISSN 0308-8146.
56. RAGAVI, Ravichandran - SRINIDHI, Bin - ANITHA SOFIA, V. S. Data Mining Issues and Challenges: A Review, ". *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 2018, 7: 4-7. ISSN 2319-5940.
57. RAO, Vithala R. et al. *Applied conjoint analysis*. New York: Springer, 2014. 389 p. ISBN: 978-3-540-87752-3.
58. RAMANAUSKIENE, Kristina, et al. The quantitative analysis of biologically active compounds in Lithuanian honey. *Food chemistry*, 2012, 132.3: 1544-1548. ISSN 0308-8146.
59. RIBEIRO, Roberta de Oliveira Resende, et al. Classification of Brazilian honeys by physical and chemical analytical methods and low field nuclear magnetic resonance (LF 1H NMR). *LWT-Food Science and Technology*, 2014, 55.1: 90-95. ISSN 0023-6438.
60. ŘEZNÍKOVÁ, Hana et al. *Analýza spotřebitelských preferencí v programových systémech SAS a SPSS. Iastat: Interaktivní učebnice statistiky*. [online]. 2001 [cit. 2020-11-21] Dostupné na: <http://iastat.vse.cz/preference.html>
61. SCHMIDT, Stephen R. - LAUNSBY, Robert G. *Understanding industrial designed experiments*. Air Academy Press, 1989. 570 p. ISBN 978-0-962-21762-3.

62. SHARMA, Bal Mukand. *Strategic Retail Management*. Book Enclave, 2008. 206 s. ISBN 978-81-8152-224-5.
63. SILVANO, María F. et al. Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region. *Food chemistry*, 2014, 152: 500-507. ISSN 0308-8146.
64. SOARES, Sónia et al. Improving DNA isolation from honey for the botanical origin identification. *Food Control*, 2015, 48: 130-136. ISSN 0956-7135.
65. STAPENHURST, Tim. *The benchmarking book*. Routledge, 2009. ISBN 978-0-7506-8905-2.
66. STN ISO 3534-3:2003-04 *Štatistika - Slovník a značky*. Časť 3: Navrhovanie experimentov.
67. STOLZENBACH, Sandra - BYRNE, Derek V. - BREDIE, Wender LP. Sensory local uniqueness of Danish honeys. *Food Research International*, 2011, 44.9: 2766-2774. ISSN 0963-9969.
68. ŠMÍDA, Filip. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. 1. vyd. Praha: Grada. 2007, 293 s. ISBN 978-8-0247-1679-4.
69. ŠPÁNIK, Ivan et al. The determination of botanical origin of honeys based on enantiomer distribution of chiral volatile organic compounds. *Food chemistry*, 2014, 158: 497-503. ISSN 0308-8146.
70. TABACHNICK, Barbara G. - FIDELL, Linda S. *Experimental designs using ANOVA*. Belmont, CA: Thomson/Brooks/Cole, 2007, 711 p. ISBN 0-5344-0514-2.
71. TAGUCHI, Genichi. *System of experimental design; engineering methods to optimize quality and minimize costs*. 1987.
72. TALHA, Mohammad. Total quality management (TQM): an overview. *The bottom line*, 17 (1), 2004. ISSN 0888-045X.
73. TOSUN, Murat. Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with ¹³C/¹²C isotope ratio analysis method. *Food chemistry*, 2013, 138.2-3: 1629-1632. ISSN 0308-8146.
74. TÖPFER, Armin. *Six sigma*. 4y Springer Berlin Heidelberg. 2007. 569 p. ISBN 978-3-662-09915-5.
75. TURISOVÁ, Renáta – PAČAIOVÁ Hana. *Inžinierstvo kvality produkcie*. Technická univerzita v Košiciach, 2017, 230 s. ISBN 978-8-055-32656-6.
76. VALENTINI, Alice - MIQUEL, Christian - TABERLET, Pierre. DNA barcoding for honey biodiversity. *Diversity*, 2010, 2.4: 610-617. ISSN 1424-2818.

77. VEBER, Jaromír. Řízení jakosti a ochrana spotřebitele. Grada Publishing as, 2007. 201 s. ISBN 978-8-024-71782-1.
78. VERZERA, Antonella et al. Chiral volatile compounds for the determination of orange honey authenticity. *Food Control*, 2014, 39: 237-243. ISSN 0956-7135.
79. VO VAN, Tai - PHAM-GIA, T. Clustering probability distributions. *Journal of Applied Statistics*, 2010, 37.11: 1891-1910. ISSN 02664763.
80. Vyhláška č. 41/2012 Z. z. Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky o mede.
81. WOODS, David C. - LEWIS, Susan M. Design of experiments for screening. *arXiv preprint arXiv:1510.05248*, 2015. ISSN 2331-8422.
82. YAOA, Lihu et al. Phenolic acids in Australian Melaleuca, Guioa, Lophostemon, Banksia and Helianthus honeys and their potential for floral authentication. *Food research international*, 2005, 38.6: 651-658. ISSN 0963-9969.
83. ZIELIŃSKI, Łukasz et al. Chemometrics as a tool of origin determination of Polish monofloral and multifloral honeys. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2014, 62.13: 2973-2981. ISSN 0021-8561.