

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Využitie prírodných látok s obsahom *Lactobacillus* pri  
produkcii chmeľu otáčavého**

**Diplomová práca**

**Bc. Lukáš Mištík**

**Kvalita a zpracování zemědělských produktů N-AMK**

**Vedúci práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.**

## Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som svoju diplomovú prácu "*Využitie prírodných látok s obsahom Lactobacillus pri produkcii chmeľu otáčavého*" vypracoval samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce. Ako autor uvedenej diplomovej práce ďalej vyhlasujem, že som v súvislosti s jej vytvorením neporušil autorská práva tretích osôb.

V Prahe dňa 14.4.2023

---

## **Pod'akovanie**

Rád by som sa touto cestou pod'akoval vedúcemu mojej záverečnej práce, Ing. Pavlovi Procházkovi, Ph.D. za jeho ochotu, pomoc a rady, ktoré mi poskytoval počas celej doby spolupráce. Ďalej by som sa chcel veľmi pekne pod'akovať mojej rodine a kamarátom, ktorí ma podporovali a poskytovali motiváciu počas celej doby môjho štúdia. Na záver jedno obrovské pod'akovanie tiež patrí všetkým, ktorí sa na pokusoch podieľali, či už v laboratórnej, alebo praktickej časti práce.

# Využitie prírodných látok s obsahom *Lactobacillus* pri produkcii chmeľu otáčavého

## Súhrn

Výskum v tejto práci bol zameraný na využitie prírodných látok s obsahom baktérií kmeňa *Lactobacillus* pri produkcii chmeľu otáčavého a ich vplyvu na relatívny obsah chlorofylu, produkciu alfa horkých kyselín a celkový výnos chmeľu. Vybraný použitý prípravok obsahoval kmeňovo pestrý komplex probiotík v živnom roztoku. Očakávanou výhodou týchto ošetrení je pozitívne ovplyvnenie a stimulácia tvorby alfa horkých kyselín, zvýšenie relatívneho obsahu chlorofylu v listoch a zvýšenie celkového výnosu.

V teoretickej časti práce boli zhromaždené a zhrnuté informácie o chmeľovej rastline, problematike produkcii chmeľu v ČR a EÚ, agrotechnickým krokom, ochrane a stimulácii chmeľu.

V praktickej časti boli zdokumentované výsledky experimentov, ktoré prebiehali v Číňove, Libešovicích a Břežanoch po dobu troch rokov. Cieľom pokusov bolo sledovanie relatívneho obsahu chlorofylu v révových a pazuchových listov po aplikácii pokusného prípravku, celkového výnosu a taktiež sledovanie obsahu alfa horkých kyselín po ošetrení.

Cieľom tejto štúdie bolo preskúmanie potenciálnej výhody používania probiotických baktérií *Lactobacillus* na produkciu chmeľu. Dosiahnuté výsledky ukázali, že chmeľ ošetrený pokusným prípravkom dosahoval relatívne vyššie hodnoty sledovaných parametrov počas celej doby trvania pokusu na všetkých lokalitách. Pozitívny vplyv prípravku na tvorbu alfa horkých kyselín naznačili aj výsledky, kde bol obsah alfa horkých kyselín vo všetkých prípadoch vyšší v ošetrených rastlinách. Celková úroda ošetrených rastlín suchého chmeľu dosiahla vyššie hodnoty v porovnaní s kontrolou. Hoci nie všetky výsledky boli štatisticky významné, u všetkých sledovaných parametrov je možné pozorovať stúpajúci trend.

Z výsledkov môžeme predpokladať, že pravidelná aplikácia zmesi probiotických mikroorganizmov má efekt na produkciu chmeľu, avšak problematika používania biologicky aktívnych stimulantov by mala byť podrobená ďalším výskumom.

**Kľúčové slová:** chmeľ, stimulácia, tvorba alfa horkých kyselín, produkcia chmeľu

# Use of natural substances containing *Lactobacillus* in the hop production

## Summary

The research in this work was focused on the use of natural substances containing bacteria of the *Lactobacillus* strain in the production of hops and their influence on the relative chlorophyll content, the production of alpha bitter acids and the total yield of hops. The selected preparation used contained a strain complex of probiotics in a nutrient solution. The expected advantage of these treatments is to positively influence and stimulate the formation of alpha bitter acids, to increase the relative chlorophyll content in the leaves and to increase the overall yield.

The search collected and summarized information on the hop plant, the issue of hop production in the Czech Republic and the EU, agrotechnical steps, protection and stimulation of hops.

In the practical part, three-year experiments were documented, which took place in Číňov, Libešovice and Břežany. The aim of the experiments was to monitor the relative content of chlorophyll in the vine and axillary leaves after application of the experimental preparation, the total yield and also to monitor the content of alpha bitter acids after treatment.

The aim of this study was to investigate the potential benefit of using probiotic *Lactobacillus* bacteria for hop production. The achieved results showed that the hops treated with the experimental preparation achieved relatively higher values of the monitored parameters during the entire duration of the experiment at all locations. The positive effect of the preparation on the production of alpha bitter acids was also indicated by the results, where the content of alpha bitter acids was in all cases higher in the treated plants. The total yield of treated dry hop plants reached higher values compared to the control. Although not all results were statistically significant, an upward trend can be observed for all monitored parameters.

From the results, we can assume that the regular application of a mixture of probiotic microorganisms has an effect on the production of hops, but the issue of the use of biologically active stimulants should be subjected to further research.

**Keywords:** hops, stimulation, alpha bitter acid production, hop production

## Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Vedecké hypotézy a ciele práce.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literárna rešerš.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Botanické zaradenie chmeľu otáčavého (<i>Humulus lupulus L.</i>) .....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Biológia a morfológia chmeľu.....	10
3.1.2 Chemické zloženie chmeľu .....	12
3.1.3 Pestovanie chmeľu v Českej republike a Európskej únii .....	13
<b>3.2 Agrotechnika chmeľu otáčavého .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Vytvorenie chmeľnice .....	15
3.2.2 Úprava pozemku.....	15
3.2.3 Konštrukcia chmeľnice.....	16
3.2.4 Výsadba chmeľových rastlín .....	16
<b>3.3 Faktory ovplyvňujúce chmeľ otáčavý .....</b>	<b>17</b>
3.3.1 Výživa chmeľu .....	17
3.3.2 Pôdne podmienky .....	17
3.3.3 Klimatické podmienky.....	18
<b>3.4 Preventívne opatrenia a ochrana chmeľu otáčavého .....</b>	<b>19</b>
3.4.1 Preventívne opatrenia .....	19
3.4.2 Ochrana chmeľu pred škodcami .....	20
3.4.3 Konvenčná ochrana chmeľu .....	20
3.4.4 Biologicky aktívne látky pri pestovaní chmeľu.....	21
3.4.5 Probiotiká v poľnohospodárstve .....	23
3.4.6 Maximálne limity rezíduí .....	24
<b>4 Metodika .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Pokusné stanovisko Číňov .....</b>	<b>25</b>
4.1.1 Základné informácie stanoviska Číňov - pokus prebehol v roku 2019-2021. 25	
4.1.2 Agrotechnika Číňov .....	27
<b>4.2 Pokusné stanovisko Libešovice .....</b>	<b>30</b>
4.2.1 Základné informácie stanoviska Libešovice - pokus prebehol v roku 2019- 2020. 30	
4.2.2 Agrotechnika Libešovice .....	31
<b>4.3 Pokusné stanovisko Břežany .....</b>	<b>33</b>
4.3.1 Základné informácie stanoviska Břežany - pokus prebehol v roku 2021. 33	
4.3.2 Agrotechnika Břežany .....	34
<b>4.4 Priebeh počasia.....</b>	<b>35</b>

4.4.1	Pestovateľský rok 2019.....	35
4.4.2	Pestovateľský roky 2020.....	35
4.4.3	Pestovateľský rok 2021.....	36
<b>4.5</b>	<b>Priebeh pokusu.....</b>	<b>36</b>
4.5.1	Použitie vybraného prípravku s obsahom baktérií <i>Lactobacillus</i> .....	36
<b>4.6</b>	<b>Sledované parametre.....</b>	<b>39</b>
<b>4.7</b>	<b>Hodnotenie sledovaných parametrov.....</b>	<b>39</b>
4.7.1	Relatívny obsah chlorofylu v révových a pazuchových listoch.....	40
4.7.2	Obsah alfa horkých kyselín.....	40
4.7.3	Výnos suchého chmeľu.....	41
<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1</b>	<b>Výsledky – priemer lokalít Liběšovice, Číňov, Břežany za roky 2019, 2020 a 2021.....</b>	<b>42</b>
5.1.1	Priemerný relatívny obsah chlorofylu v listoch.....	42
5.1.2	Obsah alfa horkých kyselín.....	43
5.1.3	Priemerný výnos suchého chmeľu.....	44
<b>5.2</b>	<b>Súhrnné štatistické zhodnotenie.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Stanovisko ku hypotézam.....</b>	<b>47</b>
<b>6.1</b>	<b>Hypotéza 1.....</b>	<b>47</b>
<b>6.2</b>	<b>Hypotéza 2.....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Diskusia.....</b>	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>Záver.....</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Literatúra.....</b>	<b>52</b>

## 1 Úvod

Chmeľ, ako komodita, patrí medzi rastliny, ktoré sú pestované celosvetovo a medzi najväčších producentov a distribútorov patria krajiny ako Nemecko, Spojené štáty Americké a Česká republika. V Českej republike je produkcia chmeľu dlhoročná tradícia, čomu nasvedčujú správy už z prelomu minulého tisícročia. V Česku sú tri veľké pestovateľské regióny – Tršický, Ústecký a Žatecký.

Chmeľ patrí medzi náročné rastliny na pestovanie, najmä na svetlo, teplo, pôdne podmienky a vlahu. Chmeľové rastliny v priebehu vegetácie podliehajú stresom v podobe nedostatku vlahy. Tento stav sa môže opakovať a pretrvávať často po dlhú dobu. Vzhľadom k meniacej sa klíme, rastliny chmeľu často trpia nielen deficitom vody v pôde, ale aj výraznými teplotnými výkyvmi. Meniaca sa klíma, teplotné výkyvy, deficit vody v pôde sú jedny z mnohých faktorov, ktoré negatívne ovplyvňujú chmeľovú produkciu. Chmeľ, ako komodita, je vystavený nie len abiotickým faktorom, ktoré sú spomenuté vyššie v texte, ale aj stresovým faktorom biotického pôvodu, ako sú škodcovia a choroby (Štranc et al. 2013).

Jedna z možností, ako môžeme čiastočne ekologicky eliminovať tieto stresové faktory, je ošetrovanie chmeľových rastlín biologicky aktívnymi látkami. Tieto látky pozitívne pôsobia na chmeľovú rastlinu a majú stimulujúce účinky. Ich dôležitou výhodou oproti konvenčne používaným praktikám, ako sú pesticídy, ktorých používanie sa v súčasnosti obmedzuje a limituje, je ich ekologická bezpečnosť. Biologicky aktívne látky nezanechávajú nebezpečné reziduá a práve z toho dôvodu môžu byť vhodné biologicky aktívne látky ekologickou alternatívou na elimináciu rôznych stresových vplyvov.

Medzi prípravky, ktoré by tieto stresové faktory mohli eliminovať patria stimulanty, ktoré obsahujú baktérie kmeňa *Lactobacillus*. Tie sa v praxi ukazujú ako veľmi výhodné pre podporu rastu chmeľu. Baktérie kmeňa *Lactobacillus* pozitívne ovplyvňujú hladinu fytohormónov (auxínov, gibberelínov a cytokinínov), ktoré napomáhajú rastlinám v regenerácii a podporujú ich rast a zdravý vývoj. Medzi prípravky, ktoré obsahujú baktérie *Lactobacillus* patrí Laiven Flora (Procházka et al., 2021).



## 2 Vedecké hypotézy a ciele práce

Hypotézy:

1) Vybrané prírodné látky nemajú vplyv na zníženie obsahu chlorofylu v révových a pazuchových listoch a je možné ich použiť pri stimulácii chmeľu v priebehu vegetácie.

2) Použitie vybraných prírodných látok pri stimulácii chmeľu otáčavého má vplyv na priebeh tvorby alfa horkých kyselín a na ich celkovú produkciu a výnos chmeľových hlávok.

Cieľom predkladanej práce je uvedenie do problematiky danej témy a skúmanie vplyvu preparátu s obsahom niekoľkých kmeňov *Lactobacillus* pri pestovaní chmeľu otáčavého na relatívny obsah chlorofylu, produkciu alfa horkých kyselín a výnos chmeľu.

### 3 Literárna rešerš

#### 3.1 Botanické zaradenie chmeľu otáčavého (*Humulus lupulus L.*)

Z botanického hľadiska patrí rod chmeľ (*Humulus L.*) do čeľade konopovitej (*Cannabaceae*). Už v deväťdesiatych rokoch sa chmeľ rozdeľoval na tri druhy: chmeľ otáčavý (*Humulus lupulus L.*), chmeľ japonský (*Humulus japonicus Sieb. et Zucc.*) a chmeľ junnanský (*Humulus yunnanensis Hu.*).

*Humulus* a *Cannabis* sú jediné dva známe rody, ktoré spadajú do čeľade konopovité a sú si veľmi podobné (Neve, 1991).

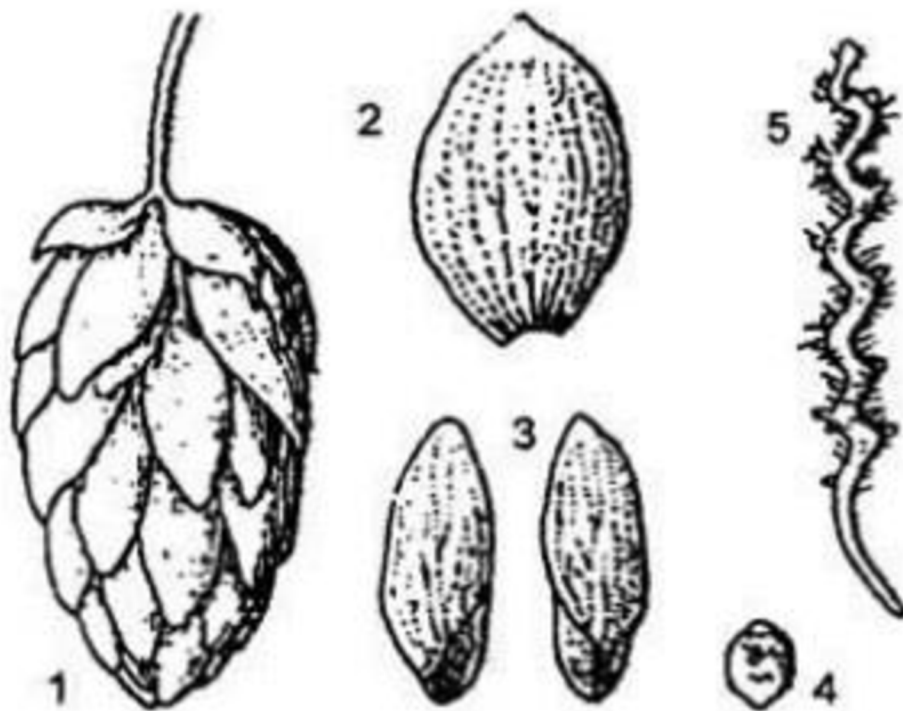
V roku 1978 boli definované chmeľové odrody *Humulus lupulus L.* (Small, 1978):

- *Humulus lupulus ssp. lupulus*,
- *Humulus lupulus ssp. Neomexicanus*,
- *Humulus lupulus ssp. Pubescens*,
- *Humulus lupulus ssp. Lupuloides*,
- *Humulus lupulus ssp. Cordifolius*.

##### 3.1.1 Biológia a morfológia chmeľu

Chmeľ je trvalá rastlina, ktorá na jednom stanovisku zotrúva po dobu 20, 30 a viac rokov, taktiež je dvojkličnolistová a dvojdomá. Samčie rastliny vytvárajú kvetné orgány, samičie rastliny vytvárajú chmeľové hlávky. Opeľovanie samičích rastlín nie je žiadúce, z toho dôvodu sa v chmeľniciach pestujú iba samičie rastliny (Šnobl, 2005).

Chmeľová rastlina je tvorená koreňovou sústavou, révou s pazuchami a listami s kvetmi, ktoré sa v priebehu dozrievania menia na chmeľové hlávky. Pre priemysel sú najdôležitejšie chmeľové hlávky, ktoré sa zbierajú pre pivovarské účely. Chmeľové hlávky pozostávajú zo stopky, vretienka, pravých a krycích listeňov a pri oplodnení obsahujú navyše jadierko alebo semeno. Na vnútornej strane týchto listeňov sa pri dozrievaní vylučujú živicové zrnká lupulínu. Tieto zrnká obsahujú chmeľové živice a silice, ktoré predstavujú pivovarsky najcennejšie zložky chmeľu. Ich vnútorná skladba a celkové množstvo závisí na odrodových vlastnostiach. Súčasne je táto skladba ovplyvňovaná aj pestovateľskými a klimatickými podmienkami, čo zapríčiňuje kolísavú kvalitu chmeľu v jednotlivých rokoch (Kosař a Procházka, 2000).



Obrázok 1. Stavba chmel'ovej hlávky (Basařová et al., 2010).

Popis obrázku:

1. Hlávka
2. Krycí listeň
3. Pravé listene
4. Nažka
5. Vretienko

Chmeľ patrí medzi rastliny, ktoré sú pestované po celom svete a medzi najväčších producentov patria krajiny ako Nemecko, Spojené štáty Americké a Česká republika. Na území českej republiky má pestovanie chmeľu dlhoročnú tradíciu. To, že sa jedná o významnú plodinu z hľadiska hospodárskeho využitia, dokazujú správy z prelomu tisícročia. V dnešnej dobe sa chmeľ využíva najmä ako základná surovina pri výrobe piva, avšak chmeľ je využívaný aj vo farmaceutickom a kozmetickom priemysle (Pavlovic, 2012).

### 3.1.2 Chemické zloženie chmeľu

Z chemického hľadiska je chmeľ tvorený chmeľovými živcami, silicami a polyfenolmi. Základnou charakteristikou chmeľu je jeho typická jemne horká chuť, ktorá je spôsobená nižším obsahom alfa-horkých kyselín a nižším pomerom týchto kyselín k beta-horkým kyselinám. Chmeľové silice sú najvýznamnejšou zložkou, zvyšujú trvanlivosť piva, zlepšujú mnohé sensorické vlastnosti a sú zdrojom charakteristickej horkosti. Najdôležitejšie silice sú alfa a beta horké kyseliny, ktoré sú v čistom stave ťažko rozpustné vo vode. Alfa horké kyseliny sú tvorené zo zmesi siedmich známych analógov humulónu. V prirodzenej zmesi prevládajú kohumulón, humulón a adhumulón. Počas spracovania chmeľu sa alfa horké kyseliny izomerizujú na izo-alfa horké kyseliny, ktoré sú hydrofílné. Z beta horkých kyselín je najzastúpenejší kulupolón, lupulón a adlupulón. Pozornosť sa ale musí venovať aj zložkám, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť kvalitu chmeľu, či konečných chmeľových výrobkov (Prugar, 2008).

Tabuľka 1. Chemické zloženie chmeľu

Látka	Obsah %
Voda	8 - 12
Celková živica	15 - 20
Polyfenolové látky	2 - 6
Silice	0,2 - 2,5
Vosky a lipidy	1 - 3
Dusíkaté látky	12 - 15
Sacharidy	45 - 50
Mínérálne látky	6 - 8

Z týchto problematických látok sú v najpočetnejšom zastúpení dusičnany, ktoré sa vyskytujú najčastejšie v aromatických odrodách, negatívne môžu pôsobiť aj rezíduá ťažkých kovov, rezíduá postrekových látok a rezíduá chemických katalyzátorov. Tieto látky sú kvôli prísnyim hygienickým a zdravotným požiadavkám starostlivo kontrolované a regulované (Basařová et al., 2010).

Najvyšší počet látok, ktoré znižujú kvalitu sa vyskytuje predovšetkým v hlávkach chmeľu. Naopak, v chmeľových výrobkoch, ako sú granuláty, je obsah týchto problémových látok nižší v závislosti od spracovania. Pri extraktoch, ktoré sú vyrobené na báze oxidu uhličitého, je množstvo nepriaznivých látok úplne eliminované (Prugar, 2008).

### 3.1.3 Pestovanie chmeľu v Českej republike a Európskej únii

Chmeľ otáčavý je špeciálna plodina, ktorá podstatne ovplyvňuje kvalitu a chuť piva. Pestuje sa predovšetkým pre svoje šišťice ktoré sú surové alebo spracované a tie sú nevyhnutnou zložkou pri výrobe piva. Lupulínové žľazy na chmeľových šišťičkách obsahujú mäkké živice (alfa kyseliny a beta kyseliny), esenciálne oleje, ktoré dodávajú jedinečnú horkosť, chuť, vôňu, penu a navyše zabezpečujú konzervačné vlastnosti. Celkové množstvo a percentuálne zastúpenie týchto zlúčenín sa môže líšiť na základe pestovateľskej odrody, regiónu pestovania, pestovateľskej oblasti a technologického postupu (Srecec et al., 2004).

Chmeľové rastliny sa v Európskej únii (EÚ) pestujú na drôtených a káblových mriežkach zvyčajne zavesených 6-7 metrov nad zemou s pravidelným usporiadaním drevených alebo betónových stĺpov. Okolo celého pestovateľského priestoru sú umiestnené kotvy, ktoré sú pripevnené k pletivám a pomáhajú im udržať vzpriamenú polohu pod váhou rastúcej rastliny. Na rozostup medzi rastlinami má vplyv predovšetkým odroda chmeľu a pestovateľská oblasť, pričom v ideálnych podmienkach je medzi radmi 2,4 až 3,2 metrový rozostup a medzi rastlinami v radoch asi 1,1 až 1,7 metrový rozostup (Friskovec et al., 2002).

Po nasadení chmeľovej rastliny bude chmeľový podnik produkovať úrodu neobmedzene dlho, ale priemyselná prax odporúča striedať výsadbu každých 15-20 rokov. Načasovanie výmeny podnikov je ovplyvňované klesajúcou úrodou, ktorá je spôsobená hmyzom, chorobami, škodcami a zo strany obchodníkov, t. j. pivovarníkov a ich dopytom po špecifických odrodách (Dolinar et al., 2002).

Medzi hlavné pestovateľské praktiky, ktoré sú používané každoročne na výrobu chmeľu patrí prerezávanie, navliekanie, zavlažovanie, ochrana rastlín pred škodcami a chorobami, zber, sušenie a taktiež aj spracovanie a balenie podľa trhových požiadaviek (Pavlovic, 1997).

Chmeľový priemysel je jeden z kapitálovo a pracovne najnáročnejších druhov poľnohospodárskej výroby. Odhaduje sa, že na konkurencieschopných chmeľových farmách v EÚ (t. j. viac ako 10 ha chmeľu na chmeľnicu) sa počiatočná kapitálová investícia pohybuje vo výške viac ako 15 000 EUR/ha. Dodatočné investície na špecializovanú mechanizáciu ako napr. postrekovacie a zberacie stroje, sušiareň chmeľu so všetkým potrebným vybavením by si vyžiadali minimálnu ďalšiu investíciu vo výške 25 000 EUR/ha. Množstvo potrebných strojových a ručne odpracovaných hodín sa líši v závislosti od úrovne mechanizácie. Celkový objem potrebných hodín na splnenie cieľov sa pohybuje v rozmedzí 60 až 80 hodín so strojmi a 200 až 350 ručne odpracovaných hodín na 1 ha. Na základe modelu SIMAHOP tvorí až 39 % pohyblivých nákladov pri produkcii chmeľu zber a sušenie chmeľu, ďalších 26 % tvorí navliekanie a orezávanie chmeľových výhonkov, 13 % tvorí ochrana rastlín, 12 % zimné a jarné aktivity na chmeľniciach atď. na 10 ha chmeľových rastlín je priemerná úroda 1800 kg/ha (Pavlovic, 2006).

Európska únia je hlavným hráčom na svetovom trhu v chmeľovej produkcii. Pestovaniu chmeľu sa venuje až štrnásť členských štátov EÚ, hoci Nemecko a Česká republika spoločne tvoria viac ako 80 % celkovej produkcie EÚ podľa objemu. Tradičné oblasti produkcie chmeľu možno nájsť v každom členskom štáte, ktorý sa venuje produkcii chmeľu, vrátane Bavorska,

Saska a Bitburgu v Nemecku, Žatca v Českej republike, alebo regiónu Lublin vo východnom Poľsku (Barth et al., 1994).

Pestovatelia chmeľu majú náročnú úlohu a musia reagovať na neustále sa meniace potreby pivovarníckeho trhu poskytovaním vhodných odrôd v určitej kvalite požadovanej trhom a zároveň musia zostať konkurencieschopní v celosvetovom chmeľovom priemysle (Pavlovic a Pavlovic, 2011).

### 3.2 Agrotechnika chmeľu otáčavého

Chmeľový porast, ako kľúčová časť ekosystému chmeľnice, je umelo vytvorené spoločenstvo tvorené jednodruhovou populáciou (cenóza), jednou kultúrnou odrodou a samičimi chmeľovými rastlinami. Fytocenózy tvorené *Humulus lupulus* L. sú zakladané za agroekologicky priaznivých podmienok, na starostlivo vybraných lokalitách a po špecifickej úprave pôdneho prostredia. Rovnako dôležitá je výsadba chmeľových rastlín v optimálnom uhle, aby chmeľové rastliny nielen využili produktivitu biotopu na maximum v prospech vlastnej produkčnej schopnosti, ale aj k tvorbe výnosu a kvality hlávok. Vďaka tomu je možné zaistiť ich adekvátne a racionálne ošetrovanie a následný zber (Štranc et al., 2013).

V ekosystéme chmeľnice je situácia komplikovaná, pretože špecializovaná a dlhoročná fytocenóza chmeľového porastu jednostranne ovplyvňuje nielen ostatné subsystemy biocenózy, t.j. zoocenózu a pôdne mikroorganizmy (bakteriocenózu a mykocenózu), ale aj pôdne prostredie. Tie potom spätne, v niektorých prípadoch aj veľmi negatívne, pôsobia na rast a produkčnú schopnosť chmeľu. Spomínané negatívne pôsobenie je ďalej umocňované aj často vysokým vekom chmeľových porastov (negatívny vplyv dlhoročnej monokultúry), ako aj stálym uplatňovaním kultivácie medziradií v systéme tzv. čierneho úhoru, úplne bez pestovania podplodín (bez „ozelenenia“), čím spravidla dochádza k intenzívnemu „spaľovaniu“ humusu v pôde, čo má vplyv na zhoršenie jej vlastností a následne tým aj úrodnosti (Štranc et al., 2013).

Absenciou podplodín a ich koreňových exsudátov vzniká pôda v medziradií chmeľnice, ktorá je ochudobnená o mikroorganizmy viazané na rhizosféru podplodín. Nepítomnosť slizovitej vrstvy „mucigelu“, rastlinného (mikroflórneho) a bakteriálneho pôvodu na periférnych častiach koreňov podplodín tak nemôže pozitívne ovplyvniť výmennú sorpciu kationov, agregáciu pôdnych častí a stabilitu pôdnej štruktúry. V dôsledku absencie rhizosferných mikróbov pôda obsahuje menej biologicky aktívnych látok, napr. auxínov, gibberelínov, cytokinínov, etylénu, vitamínov a ďalších látok, ktoré výrazne ovplyvňujú rast a vývoj chmeľových rastlín (Vančura, 1980).

Tieto zmeny vplývajú na chmeľovú rastlinu najmä zmenou mikrobiálneho zloženia pôdy, väčšinou jej ochudobnením o prospešnú mikroflóru, výkyvom hodnoty pH, zhoršením pôdnej štruktúry, jednostranným ťažením živín a naopak akumuláciou toxických látok, škodlivých mikromycét, baktérií a pesticídov. Pôsobenia týchto vplyvov zapríčiňuje tzv. únavu pôdy (Nováková, 2001).

### 3.2.1 Vytvorenie chmeľnice

Založenie chmeľnic je z pracovného, časového, ale aj finančného hľadiska veľmi náročný a komplexný proces. Životnosť nanovo vybudovanej chmeľnice je úzko spätá so životnosťou rastlín chmeľu otáčavého. Pri správnej a kvalitnej starostlivosti, majú životnosť až 25 rokov. Pri výstavbe konštrukcie chmeľnice je dôležité zohľadniť plánovanú dobu jej využívania. Akákoľvek chyba pri výstavbe by sa v budúcnosti mohla prejaviť a výrazne tak ovplyvniť rast a výnosnosť chmeľových rastlín. Súčasná podoba chmeľnic spĺňa špecifické požiadavky chmeľovej rastliny a poskytuje jej dostatočne vysokú oporu, ktorá ju neobmedzuje v dlhodobom raste a po ktorej sa môže pravotočivo stáčať smerom nahor (Štranc et al., 2008).

Samotná tvorba chmeľnice pozostáva z niekoľkých konkrétnych úkonov. Prvým krokom je správne zvolenie pestovateľského pozemku, ktorý musí spĺňať vybrané požiadavky. Medzi najdôležitejšie, patrí: rovný popriprade mierne zvlhnený reliéf, údolná poloha, hladina spodnej vody približne 180 centimetrov, otvorený priestor s prúdením okolitého vzduchu, optimálne poveternostné podmienky, pravidelný tvar pozemku, dostupný zdroj závlahovej vody, dobrá dostupnosť pre poľnohospodársku techniku (Štranc et al., 2008).

### 3.2.2 Úprava pozemku

Práce vykonávané na chmeľnici, ktoré predchádzajú výsadbu chmeľu, majú výrazný vplyv na kvalitu a výnosnosť chmeľových hlávok. Cieľom je vytvorenie podmienok, ktoré majú čo najpriaznivejší vplyv na rast rastlín a ich včasnú technickú zrelosť. Príprava pôdy zahŕňa najmä dostatočné prehnojenie organickými hnojivami. Ďalším dôležitým krokom je dodávanie vápnika do zeminy v podobe vápenatých hnojív, ktoré sa vďaka svojmu zásaditému vplyvu na pôdnu reakciu používajú na zneutralizovanie pH pôdy a na jej nasýtenie vápnikom. Medzi prípravné práce patrí aj orba do hĺbky približne 60 centimetrov. Tým nastáva výrazné prekyprenie pôdy aj v jej spodných častiach a k zlepšeniu jej biologickej aktivity (Štranc et al., 2008).

Prípravné práce, ktoré prebiehajú na chmeľniciach fungujú v jednoročnom cykle. Postup prác v rámci jedného cyklu začína na prelome júna a júla, kedy sa žne predplodina. V prípade chmeľu otáčavého sa najčastejšie používa repka olejná (*Brassica napus*). Dôvod výsadby predplodiny je pozitívne ovplyvnenie fyzikálnej vlastnosti pôdy, najmä čo sa týka správneho rastu koreňov. Na pole po žatve sa rozmetá hnoj a ihneď sa zaorá do hĺbky 20 cm (stredná orba). Približne mesiac po žatve predplodiny prichádza tzv. rigolovacia orba, ktorá zasahuje do hĺbky takmer jedného metra (hĺbková orba) a tá sa vykonáva so špeciálnym pluhom. Rigolovacia orba, spôsobuje hlboké prekyprenie zeminy a nános rozmetaného hnoja do spodných vrstiev pôdy. Po prevedení rigolovacej orby prichádza aplikácia všetkých potrebných hnojív. Časový rozstup medzi dvoma generáciami rastlín by mal byť minimálne dva roky (Štranc et al., 2008).

### 3.2.3 Konštrukcia chmeľnice

Najpoužívanejší typom konštrukcií v chmeľniciach je tzv. žatecká konštrukcia. Tú charakterizujú okrajové stĺpy, ktoré sú našikmo ukotvené v zemi v hĺbke asi 1,5 metra. Tieto stĺpy sú vyrábané najčastejšie zo smrekovcového dreva a dosahujú výšku až 7 metrov, kde sa spájajú navzájom pomocou sústavou drôtov a lán. Medzi jednotlivými stĺpmi je vzdialenosť, ktorá je podmienená poľnohospodárskou technikou, ktorá obstaráva orbu, vláčenie alebo zber chmeľových hlávok. V prípade plnej zrelosti chmeľovej révy, ktorá má hmotnosť približne 6 kilogramov, sa v období zberu dostáva jeden hektár konštrukcie v chmeľnici pod záťaž 50 ton. Je preto nutné výstavbu konštrukcie, najmä ukotvenie stĺpov, vykonať kvalitne (Krištín a Burda, 1978).

### 3.2.4 Výsadba chmeľových rastlín

V súčasnom poľnohospodárstve sa najviac využíva výsadba chmeľových rastlín v jesenných mesiacoch, a to najčastejšie v priebehu októbra a novembra. Výsadba chmeľových rastlín v tomto ročnom období, pozitívne ovplyvňuje rastový rozvoj na jar, z dôvodu dostatku vlahy, ktorá sa do pôdy dostane v zimných mesiacoch. Koreňový systém má vďaka tomu, ideálne podmienky a dostatočný čas na rozvoj, čo sa následne pozitívne prejavuje na raste a výnosnosti chmeľovej rastliny. Je možná aj jarná výsadba, ale k tej dochádza väčšinou len v prípadoch, ak ju nebolo možné vykonať na jeseň. Pravdepodobnosť, že dôjde k úspešnému zakoreneniu rastliniek zasadených na jar, sa výrazne znižuje oproti rastlinám zasadeným na jeseň. Dôležitým krokom vo výsadbe chmeľových rastlín je výber odrody. Výber odrody vyžaduje dôkladné zváženie podmienok, ktoré na chmeľnici panujú a taktiež načo sa pestovaná odroda bude využívať. Po výbere sa do pôdy začnú sadiť rastliny v podobe tradičného kvetináča s koreňovými odrezkami alebo chmeľovými výhonkami (Štranc et al., 2007).

Chmeľové výhonky sa získavajú pri reze chmeľu v období zberu a jedná sa teda o časť stonky, ktorá nadväzuje na podzemnú časť rastliny. Po zasadení do škôlky získavajú výhonky dostatok živín, aby následne mohli byť vysadené na chmeľniciach. Tradičné koreňové odrezky sa získavajú z jednoročnej chmeľovej rastliny, ktorá sa potrebné upraví a následne vysadí do chmeľníc, kde ako mladá koreňová rastlina musí byť patrične hnojená a ošetrovaná antidesikantami (látky zabraňujúce vysychaniu koreňov). Obalený kvetináč sa pestuje z chmeľových odrezkov, ktoré sú po odrezaní obalené substrátom. Rastliny, ktoré sú zasadené takýmto spôsobom, dosahujú v dospievaní vyššie výnosy, ako tie pestované z chmeľových výhonkov (Štranc et al., 2007).



### **3.3 Faktory ovplyvňujúce chmeľ otáčavý**

#### **3.3.1 Výživa chmeľu**

Pojmom „živiny“ označujeme látky, ktoré organizmus prijíma a požaduje ich na prejav všetkých svojich nevyhnutných životných funkcií. Pri zelených rastlinách sú to látky anorganické, ktoré sa živinami stávajú najčastejšie až v iónovej forme (Vaněk et al., 2007).

Chmeľ otáčavý patrí medzi jednu z najnáročnejších plodín na spotrebu živín s priemernou spotrebou 100 kg dusíka, 37 kg fosforu, 68 kg draslíka a 39 kg horčíka na 1 tonu suchých hlávok (Šnobl, 1989).

Chmeľ má taktiež vysokú spotrebu mikroelementov: 0,21 kg bóru, 0,25 kg mangánu, 2,41 kg medi, 0,24 kg zinku, 0,043 kg molybdénu. Tieto populoviny musia byť v dobre prijateľnej forme, pretože rastlina potrebuje prijať v krátkom intervale veľké množstvo živín. Príjem živín sa od začatia vegetácie postupne zvyšuje a je úzko spätý s nárastom zelenej hmoty. Príjem živín dosahuje vrchol v období postreku a hlávkovania. Živiny, ktoré sú v tomto čase spotrebúvané, musíme následne racionálne dopĺňať, aby sme zaistili prirodzenú zásobu živín v pôde (Vaněk et al., 2007).

Dôležité je pozorovať fyziologické aspekty výživy chmeľu, zákonitosti príjmu a význam živín pre chmeľovú rastlinu. V priebehu vegetácie sa príjem jednotlivých živín líši a na kvalitný výnos chmeľu má veľký vplyv optimálny pomer obsahu dusíka a fosforu v listoch počas kvitnutia chmeľu. Pri výnose je taktiež veľmi dôležitým faktorom optimálny pomer obsahov dusíku a draslíku, dusíku a horčíku, dusíku a vápnika. Pre optimálnu tvorbu horkých kyselín je dôležitý optimálny pomer obsahov dusíku a fosforu, dusíku a horčíku a dusíku s vápnikom. Rovnako bol preukázaný výrazný vplyv ročníka a pozemku na výnos a kvalitu hlávok (Šnobl, 1989).

Ďalším, veľmi podstatným prvkom vo výžive chmeľu, je zinok, pretože chmeľ patrí medzi rastliny, pri ktorých môžeme pomerne často pozorovať práve jeho deficit. V európskych chmeľniciach bol nedostatok zinku považovaný za príčinu kučeravosti chmeľu, pri ktorej dochádza ku zníženému rastu rastlín, obmedzenej tvorbe postranných plodonosných vetvičiek a zdeformovaným listom. Tieto dôsledky zapríčiňujú výraznú redukciu vo výnose chmeľových hlávok a zhoršení celkovej kvality. V súčasnosti je známe, že príčinou kučeravosti sú rickettsie, ale vďaka dostatočnému obsahu zinku môže byť toto ochorenie značne obmedzené. Kvôli tomu sa pre chmeľ pestujúce oblasti začali vyrábať špeciálne hnojivá obohatené o zinok (Vaněk et al., 2007).

#### **3.3.2 Pôdne podmienky**

Charakteristickým rysom oblastí, v ktorých sa pestuje chmeľ sú špecifické geologicko-pedologické podmienky. Prevažne sú to oblasti veľmi pestré, čo sa týka najmä fyzikálnych, fyzikálno-chemických, ale aj pedobiologických vlastností pôd. Najtradičnejším geologickým útvarom európskych pestovateľských oblastí, ale aj centra Žateckej oblasti je permokarbon s nespevnenými treťohornými náplavami a najrôznejšími štvtohornými pokrývkami. Tieto

geologické útvary sú označované ako permské červienky, sú charakteristické vysokých obsahom železa a vznikli zvetrávaním sedimentov a šamoku. Vyznačujú sa taktiež svojou ťažkou zrnitosťou, chladnosťou a zlou priepustnosťou. Po stránke pôdneho typu sa jedná najmä o pôdy hnedé a kambizeme (Forejtová, 2007)

Chmeľové pôdy sa vyznačujú značným obsahom ornice, vysokým obsahom humusu, skvelou vodnou a vzdušnou kapacitou a nízkou hladinou podzemnej vody. Najčastejšie vyskytujúcim typom je hnedozem, ktorá je rozšírená aj v ČR vo viacerých oblastiach v permskom útvare. V južne položených oblastiach prevládajú černozy (Štranc et al., 2008).

Hybridné odrody sa vyznačujú dlhšou vegetačnou dobou (128-140 dní), preto je nutné venovať zvýšenú pozornosť výberu stanoviska. Poloha terénu by mala umožňovať včasné oteplenie pôdy v jarnom období, ktoré urýchli fázu pučenia. Na pestovanie hybridných odrôd je potrebné voliť polohy s pôdami stredne ťažkými až ťažkými, ale s nižším podielom ílovitých častíc. Na pestovanie hybridných odrôd nie sú vhodné ľahké piesočnaté pôdy, naopak dobré výsledky pri pestovaní hybridov dosiahli pôdy so zvýšenou hladinou spodnej vody v okolí vodných zdrojov (Kopecký, 2008).

### 3.3.3 Klimatické podmienky

Medzi najväčšie pestovateľské oblasti chmeľu v Európe patria časti Bavorska, Saska a Bitburgu v Nemecku, Žatca, Ústecka a Tršicka v Českej republike, región Lublin vo východnom Poľsku, Údolie Savinja, Ptuj a región Koroška v Slovinsku, oblasť Kent a Hereford v Anglicku, oblasť Leónu v Španielsku, Alsasko vo Francúzsku, región Horná Streda na Slovensku, oblasť Poperinge v Belgicku a oblasť Velingradu v Bulharsku (Barth et al., 1994).

Žatecká oblasť, ktorá je najväčšia a najvýznamnejšia v Česku, má klímu mierne teplú až teplú a mierne suchú až suchú. Ústecká oblasť, ktorá svojim juhozápadným okrajom nadväzuje na oblasť žateckú, má v jej väčšej časti (nížinnej), v nadmorskej výške 150 – 200 m, klímu teplú a mierne suchú. Tršická chmeliarska oblasť, ktorá je rozlohou tá najmenšia a menej významná, má klímu prevažne teplú, mierne suchú až vlhkú (Štranc et al., 2007).

Chmeľ je všeobecne považovaný za rastlinu prevažne vlhkomilnú. Veľká časť českých chmeliarskych oblastí patrí k najsuchším oblastiam celého Česka. Výnos chmeľu poľnohospodári väčšinou posudzujú podľa množstva spadnutých zrážok vo vegetačnom období. Veľmi dôležitým faktorom sú však aj zrážky, ktoré spadnú v zimnom období, pretože rozhodujú o vytvorení dostatočnej pôdnej zásoby vlhky (Havlík a Možný, 1992).

Klimatické podmienky majú jasný vplyv aj na obsah alfa horkých kyselín. Všeobecne platí, že najväčší vplyv na obsah horkých látok má teplota, zrážky a slnečný svit v období dozrievania, teda v období pred technickou zrelosťou, respektíve pred zberom. Chmeľ patrí medzi rastliny, ktoré sú značne náročné na množstvo zrážok a ich správne rozloženie počas vegetačnej doby. Nedostatok vlhky má negatívny vplyv na priebeh mnohých fyziologických procesov v chmeľovej rastline, z nich najcitlivejšie reaguje rast. V konečnom dôsledku je pri dlhšie trvajúcom vodnom deficite ovplyvnený aj výnos chmeľových hlávok. Doporučený, až potrebný úhrn zrážok pre chmeľovú rastlinu sa pohybuje v rozmedzí 450 až 600 mm a spotreba vody na kilogram organickej hmoty chmeľu je 300 litrov. Na vytvorenie 1 kg zelenej hmoty je potrebných až 500 litrov vody (Hniličková et al., 2005).

Nedostatok zrážok na začiatku vegetácie nemá až taký silný vplyv na rast chmeľových rév. Z hľadiska vytvorenia celkového prostredia rastliny a ovplyvňovanie tvorby kvetu je rozhodujúci mesiac júl. Pokiaľ sa vyskytne deficit zrážok, prejaví sa špicatými révami s kratšími postrannými odnožami vo vrchných častiach rastliny. Rozhodujúce obdobie pre vývoj chmeľových rastlín prichádza v auguste. Dôsledky zrážkových deficitov na výnosy chmeľu je možné účinne eliminovať zaobstaraním moderných závlahových zariadení a ich odborným využívaním v praxi. Závlaha chmeľu sa za posledné roky stala jedným z najdôležitejších faktorov pri pestovaní chmeľu. Aby bol uplatnený vysoko efektívny závlahový systém a prejavil sa na zvýšení výnosu chmeľu, je nutné ho vykonávať v požadovanom termíne (Kopecký, 1991).

Doplnkový charakter závlahových systémov v klimatických podmienkach českých chmeliarskych oblastí vyžaduje regionálne, operatívne a krátkodobé riadenie závlahového režimu chmeľu. Výskyt prirodzených zrážok má náhodný, ťažko predpovedateľný charakter s významnou diferenciáciou v priestore a v čase (Slavík a Kopecký, 1997).

### **3.4 Preventívne opatrenia a ochrana chmeľu otáčavého**

#### **3.4.1 Preventívne opatrenia**

Medzi jednu z najdôležitejších praktík pri prevencii patrí starostlivosť o pôdu. Vyvážené hnojenie a vhodne štruktúrovaná, druhovo bohatá pôda s dostatočným obsahom organickej hmoty, je základným predpokladom dobrého zdravotného stavu rastlín chmeľu, ktoré sú náchylnejšie k chorobám alebo napadnutiu škodcami. Medzi preventívne opatrenia môžeme zaradiť získavanie informácií výskytu chorôb a škodcov na divom chmele v okolí chmeľníc. Divé rastliny sú často menej poškodené škodlivými organizmami ako rastliny vo chmeľniciach. Dôvodom môžu byť, odlišné genómy (vplyv odrody chmeľu), polykultúra alebo nulový vedľajší vplyv pesticídov použitých na užitočné organizmy. Cieľom preventívnych opatrení by malo byť dosiahnutie podobného stavu v chmeľnici, aký je v prirodzenom prostredí výskytu chmeľu. Tento proces môžeme podporiť (Holý et al., 2017):

- ozelenením medziradia, ktoré:
  - zvyšuje druhovú diverzitu pôdneho edafónu, rastlín a článkonožcov
  - obmedzuje negatívny vplyv monokultúr
  - podporuje mykorhízu
  - ochraňuje pôdu pred vodnou eróziou
  - zlepšuje štruktúru pôdy
- aktívnou podporou výskytu prospešných organizmov:
  - použitím druhovo špecifických pesticídov
  - využívaním botanických pesticídov
  - tvorbou úkrytov pre prospešné organizmy.

### 3.4.2 Ochrana chmeľu pred škodcami

Počet škodcov, ktorí sa vyskytujú v počtoch, ktoré prekračujú ekonomický prah škodlivosti, sa oproti obdobiu pred zavedením intenzívnej chemickej ochrany v povojnových rokoch výrazne znížil. Najväčšiu zásluhu na tom má používanie pesticídov, ktoré sú aplikované cielene na každoročne sa opakujúcich škodcov, ale zároveň potláčajú aj iné druhy. Najvyšší úbytok škôd sa vyskytuje pri druhoch, ktoré sa vyvíjajú na listoch, ako napríklad húsenice nočných motýľov, mníška obyčajná, vrtalka pórová alebo zdobníček chmeľový. Listy sa jednoducho ošetrí a škodcovia prichádzajú do kontaktu s účinnými látkami. Problematickejšia je situácia druhov, ktoré sa vyvíjajú na podzemných orgánoch chmeľovej rastliny, z dôvodu ukončenia registrácie účinných prípravkov (Holý et al., 2017):

- Druhy škodiace na listoch

V súčasnej dobe so žravými, ani savými škodcami, nie je problém, s výnimkou roztočca chmeľového. Pri včasnom zistení existuje dostatok účinných prípravkov, ktoré je možné použiť a tým škodcov regulovať (Holý et al., 2017).

- Druhy, ktoré sa vyvíjajú vo vnútri viniča

Do tejto kategórie spadajú najmä húsenice vijačky kukuričnej, ktoré treba zasiahnuť skôr, než sa zažerú do viniča, kam väčšina z prípravkov nedokáže preniknúť. Taktiež je potreba registrovať prípravky, ktoré obsahujú nové účinné látky, s povolením použitia do sadov (Holý et al., 2017).

- Druhy, ktoré škodia na podzemných orgánoch

Táto skupina škodcov je dlhodobo najproblematickejšia a dostáva sa do popredia z dôvodu absencie účinných insekticídov nielen v chmeli, ale aj ďalších plodinách. Nedostatok účinných prípravkov na priamu chemickú ochranu v pôde si vyžaduje návrat k nepriamym, preventívnym opatreniam. Vysoký výskyt týchto škodcov môže byť príčinou ukončenia pestovania chmeľu na niektorých pozemkoch, ako to bývalo v minulosti (Holý et al., 2017).

### 3.4.3 Konvenčná ochrana chmeľu

Pesticídy sú látky, ktoré sú určené najmä na prevenciu, potláčanie, odpudenie alebo kontrolu škodlivých činiteľov, čiže, nežiadúcich mikroorganizmov, rastlín a živočíchov počas výroby, skladovania, distribúcie a transportu poľnohospodárskych komodít a krmív. Týmto spôsobom sa dostávajú do životného prostredia cudzorodé látky, ktoré môžu pôsobiť aj na iné, necieľové činitele a tak iniciovať negatívne následky. Napríklad, vznik rezistencie škodcu pred účinkom pesticídov. Na trhu sa vyskytuje široká škála účinných pesticídov. Celosvetovo je oficiálne registrovaných viac než 800 pesticídov. V Českej republike sa ich každoročne používa niečo cez 400 a každým rokom toto číslo rastie. Pesticídy môžeme zaradiť do viac než 100 klasifikačných tried alebo skupín (napr. herbicídy, fungicídy, insekticídy, moluskocídy, rodenticídy alebo moridlá) (Jess et al., 2014).

Problematika používania konvenčných pesticídov v poľnohospodárstve je zložitá a komplexná tematika. Herbicídy väčšinou nemajú na užitočné organizmy negatívny vplyv. V chmeľniciach sa spravidla používa iba pásová aplikácia herbicídov v chmeľových radoch, čím sa minimalizuje zasiahnutie užitočných organizmov (Jess et al., 2014).

U fungicídov je situácia podobná ako u herbicídov. K niektorým vplyvom prípravkov na užitočné organizmy je málo výskumov, ale predbežne možno všetky povolené fungicídne prípravky hodnotiť ako použiteľné v integrovanej ochrane. V súčasnosti sú registrované nové pomocné prípravky, vhodné do viníc a sadov na zvýšenie odolnosti rastlín proti chorobám, ktoré je možné použiť aj v chmeľniciach (Jess et al., 2014).

Insekticídy patria medzi najproblematickejšiu skupinou pesticídov so zastúpením veľkého počtu prípravkov zaradených medzi najškodlivejšiu kategóriu pesticídov (Jess et al., 2014).

#### **3.4.4 Biologicky aktívne látky pri pestovaní chmeľu**

Biologická kontrola ponúka ekologickú alternatívu k používaniu pesticídov na kontrolu chorôb rastlín a škodcov. Rastlinné probiotické mikroorganizmy boli komerčne vyvinuté na použitie, ako ekologické pesticídy alebo bio hnojivá. Tieto mikroorganizmy plnia dôležité funkcie pre rastliny, pretože antagonizujú rôzne rastlinné patogény, indukujú imunitu alebo podporujú rast. Probiotické mikroorganizmy sa v ekologickom poľnohospodárstve využívajú čoraz častejšie. Tieto mikroorganizmy, ktoré pozostávajúce prevažne z baktérií mliečneho kvasenia, fotosyntetických baktérií, kvasiniek a aktinomycét, ktoré koexistujú v prospech akéhokoľvek prostredia, do ktorého sa dostanú. Primárnou výhodou týchto mikróbov je, že môžu súťažiť s patogénnymi mikroorganizmami a eliminovať ich zo systému. Dosiahnu to obsadením niky, ktorú by obsadil patogén, alebo produkciou látok, ktoré zabíjajú alebo poškodzujú bunky patogénu a rozkladajú toxické látky (Solarska, 2013).

Užitočné mikroorganizmy produkujú bioaktívne látky, ako sú vitamíny, hormóny, enzýmy, antioxidanty a antibiotiká, ktoré môžu priamo alebo nepriamo zlepšovať rast a ochranu rastlín, čo vedie k nižším populáciám patogénov a nižším koncentráciám toxických zlúčenín produkovaných patogénmi a tým sa znižuje aj výskyt chorôb. Tieto mikroorganizmy sa navzájom posilňujú a pôsobia synergicky. Mikroorganizmy prirodzene existujú, nie sú žiadnym spôsobom modifikované, manipulované a sú kultivované podľa špecifických metód. Probiotické mikroorganizmy podporujú rast rastlín tak, že kontrolujú alebo potláčajú škodcov a choroby (Solarska, 2013).

Na kontrolu škodcov a chorôb v rastlinách, ktoré sú pestované v ekologickom poľnohospodárstve sa veľmi často využívajú rastlinné extrakty. Niektoré látky v týchto extraktoch, sa podieľajú na obranných mechanizmoch rastliny, pomáhajú zvýšiť odolnosť plodín prostredníctvom štruktúrného posilnenia rastliny. Zvyšujú jej odolnosti voči prenikaniu mycéliom húb a savého hmyzu, ako sú vošky. Fermentovaný rastlinný extrakt sa tiež používa na zvýšenie účinnosti probiotických mikroorganizmov pri ochrane rastlín proti chorobám a škodcom (Solarska, 2013).

Počiatky ekologického pestovania chmeľu v Česku sa datujú do roku 2009, rozhodujúca tu bola regulácia vošky chmeľovej pomocou migrujúcich afidofágnych lienok, predovšetkým

lienka sedembodková (*Coccinella septempunctata*) zo susedných biotopov. V ekologickom pestovaní je dovolené hnojiť iba hnojivami zo statkov, ako je hnoj a maštalný hnoj, ktoré sú získané z ekologických chovov. Hnojenie umelo vyrobenými hnojivami je zakázané. Ďalšou formou na zabezpečenie kolobehu živín v prírode je v maximálnej miere využívanie tzv. zeleného hnojenia. Vysieva sa napr. horčica biela (*Sinapis alba*) či facélia vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*). Buriny sú odstraňované iba mechanickým spracovaním pôdy, napríklad kyprenie a použitie akýchkoľvek herbicidov je prísne zakázané (Ježek, 2012).

Použitie pomocných látok či vybraných hnojív, ktoré sa smú používať, uľahčuje od začiatku roku 2012 databáza ÚKZÚZ, v ktorej sa vyhľadáva podľa kritérií. Takýto zoznam pre pestovateľov už existuje aj na Slovensku alebo vo Švajčiarsku (Ježek, 2012).

Kľúčovým problémom pre úspešné ekologické pestovanie chmeľu je zvládnutie ochrany proti chorobám a škodcom v priebehu celej vegetácie. Najčastejšími chorobami chmeľu sú Peronospora chmeľová (*Pseudoperonospora humuli*), a Múčnatka chmeľová (*Sphaerotheca humuli*). Medzi najčastejších škodcov chmeľu patrí roztočec chmeľový (*Tetranychus urticae*), voška chmeľová (*Phorodon humuli*), Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*) a Blší chrobák (*Psylliodes attenuatus*) tie sa taktiež označujú ako hospodársky najvýznamnejšie škodlivé organizmy chmeľu, ktoré je nevyhnutné udržať pod prahom poľnohospodárskej škodlivosti (Ježek, 2012).

Hlavným bodom úspešnej ochrany proti peronospóre chmeľovej je eliminácia primárnej infekcie počas jarného obdobia. K dosiahnutiu tohoto účelu sa využíva biologický fungicid Polyversum, ktorý indukuje obranné reakcie rastlín. Je to hubový mikroorganizmus *Pythium oligandrum*, ktorý je prirodzeným obyvateľom pôdy a jeho hlavný spôsob účinku je mykoparazitizmus. Keďže *P. oligandrum* je pôdnym mikroorganizmom, jeho aplikácia sa odporúča už v skorom jarnom období, kedy chmeľové rastliny dosahujú výšku 10 až 15 cm. Následne v priebehu vegetácie je ekologicky pestovaný chmeľ ošetrovaný pomocnou látkou *Alginure*, ktorá obsahuje výťažky z morských rias a rastlinné aminokyseliny (Ježek, 2012).

Pri ochrane proti voške chmeľovej môžeme konštatovať, že prirodzení nepriatelia (afidofágne lienky, zlatoočky, pešticovité vošky a dravé ploštice) sú v týchto chmeľniciach oveľa početnejšie v porovnaní s konvenčnými chmeľnicami ošetrovanými pesticídmi. Na zvýšenie populačnej hustoty prirodzených nepriateľov je vhodný v rámci zeleného hnojenia sadenie facélie vratičolistej (*Phacelia tanacetifolia* L.), ktorá pôsobí ako atraktant na tieto užitočné druhy hmyzu, predovšetkým na pešticovité vošky. Pri častejšom výskyte vošky sa odporúča potrieť spodné časti chmeľových rév extraktom získaným z tropickej rastliny zvanej, *Quassia amara*, ktorá je známa svojim prirodzeným aficidným účinkom (Ježek, 2012).

Roztočec chmeľový je jeden z najzávažnejších škodcov chmeľov, ktorý každoročne ohrozuje kvalitu zberu. Vytvorenie rovnováhy medzi roztočcom chmeľovým a jeho prirodzenými nepriateľmi, ako sú akarofágne lienky (*Stethorus punctillum*), dravé strapky, ploštice, drobní drabčiaci rodu *Oligota* a akarofágne bejlomorky (*Feltiella acarisuga*), je dôležitým krokom k vyriešeniu problematiky ochrany ekologicky pestovaného chmeľu, proti tomuto škodcovi (Ježek, 2012).

Rozšírená je mikrobiálna ochrana, chmeľu otáčavého, kde sa používajú baktérie, huby, oomycety, vírusy a prvoky. Sú využívané na biologickú kontrolu škodlivého hmyzu,

rastlinných patogénov a burín. Najbežnejšie používaným mikrobiálnym pesticídom je baktéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), ktorá je patogénna pre hmyz. Tá počas tvorby bakteriálnych spór produkuje proteínový kryštál (Bt  $\delta$ -endotoxín), ktorý je schopný po konzumácii vnímavým hmyzom spôsobiť lýzu črevných buniek. Bt  $\delta$ -endotoxín je špecifický pre hostiteľa a môže spôsobiť jeho smrť do 48 hodín. Nepoškodzuje stavovce a dokonca je bezpečný aj pre ľudí, užitočné organizmy a životné prostredie. Mikrobiálne Bt pesticídy pozostávajú z bakteriálnych spór a kryštálov  $\delta$ -endotoxínu, vo veľkom sa vyrábajú vo fermentačných nádržiach, kde sa pripravujú ako postrekový produkt (Van Driesche, 2008).

### 3.4.5 Probiotiká v poľnohospodárstve

Mikroorganizmy sa vyskytujú v pôde, vo vzduchu, vo vode, v tele rastlín, zvierat, ľudí a taktiež hlboko pod zemských povrchom. Intenzívne ovplyvňujú naše zdravie, ale aj rôzne procesy na celej planéte. Probiotické baktérie nám pomáhajú a majú pozitívne účinky, patogénne naopak škodia a majú negatívne vplyvy. Medzi probiotické mikroorganizmy, sa radia živé baktérie, ktoré udržiavajú v dobrom stave náš tráviaci systém a imunitu. Probiotiká sú ale rovnako užitočné aj na udržiavanie symbiôzy medzi patogénnymi mikroorganizmami a rastlinami v pôde. (Flores-Félix et al. 2015).

Probiotiká LAIVEN obsahujú komplex užitočných mikroorganizmov, ktoré pomáhajú vychýliť biodynamický systém v prospech regeneratívnych mikróbov, a pomáhajú udržiavať rastliny a pôdu v zdravom stave. Vďaka kombinácii svojich účinkov zlepšujú zdravie, imunitu, výživu a celkovú kondíciu pôdy, rastlín. Táto funkcionálna priamo ovplyvňuje výnos a efektívnosť poľnohospodárskej produkcie a má na ňu pozitívny dopad (Probiotika pro rostliny Flora, 2021).

S rastúcim využívaním chemických hnojív a pesticídov, zmenou pestovateľských postupov a hĺbkovou orbou dochádza k poškodzovaniu pôdy a klesá jej regeneračná schopnosť. Pokles organickej hmoty a živín zapríčiňuje nezdravú pôdu, zvyšuje riziko erózie a zhoršuje schopnosť zadržiavania vody. Rastliny sú kvôli premnoženým patogénom ohrozené škodcami a plesňami, následne sa na choré a slabšie rastliny aplikujú pesticídy. Choroby a škodcov pesticídy zlikvidujú, ale rezíduá chemikálií a pesticídov zamorujú spodné vody a znečisťujú pôdu (Procházka et al., 2021).

Ako alternatíva oproti konvenčným metódam sa používa aplikácia organických, bezpečných hnojív a probiotík Laiven, ktoré vďaka regeneratívnym účinkom mikroorganizmov zlepšujú štruktúru a kvalitu pôdy. Probiotické zložky v prípravkoch urýchľujú rozklad pozberových zvyškov a podporujú tvorbu a rast koreňov, rastliny vďaka tomu získajú minerálne prvky aj z hlbších vrstiev pôdy. Organické látky menia na medziprodukty, ktoré rastliny dokážu vstrebávať. Probiotiká majú pozitívny vplyv na zdravie rastlín a podporujú ich v raste, zvyšujú ich plodnosť a obranyschopnosť proti patogénnym organizmom, suchu či mrazu (Probiotika pro rostliny Flora, 2021).

Probiotiká pre rastliny a pôdu LAIVEN Flora sú kmeňovo pestrý komplex užitočných mikroorganizmov, ktorý skvalitňuje pôdnu mikroflóru a podporuje rastliny v ich raste. Rozkladajú celulózu na hemicelulózu, ktorá zadržiava až šesťsto násobné množstvo vody, než

jej vlastná hmotnosť a tým zvyšujú vodnú kapacitu pôdy. Bohaté koreňové vlákna zaisťujú stabilitu pôde i rastline a zabraňujú erózii (Probiotika pro rostliny Flora, 2021).

Vďaka práci probiotických baktérií, ktoré postupne obnovuje a zlepšujú úrodnosť aj pri vysoko poškodených pôdach, klesá chorobnosť rastlín a posilňuje sa ich imunita. Probiotiká patogénom zabraňujú prístup k živinám a produkujú kyselinu mliečnu a ďalšie látky, ktoré obmedzia množenie patogénov a tým ich supresujú (Probiotika pro rostliny Flora, 2021).

Laktobacily zvyšujú odolnosť rastlín proti biotickému stresu tak, že patogénom zhoršujú podmienky a majú schopnosť produkovať fytohormóny, auxíny, gibberelíny a cytokiníny, ktoré uľahčujú rastlinám regeneráciu a podporujú ich v raste a zdravom vývoji. Pozitívne ovplyvňujú celkovú kondíciu rastlín a ich schopnosť premieňať draslík na fosfor z organickej hmoty, čím sa výrazne zvyšuje ich cukornatosť, škrobnatosť, olejnatosť a celková kvalita.

Prípravok LAIVEN Flora podporuje fotosyntézu rastlín a s ňou spojený zdravý vývoj rastlín, stimuluje rast koreňov a zlepšuje príjem aj využitie živín. Táto ekologická alternatíva v podobe probiotík predstavuje jednoduchý a efektívny spôsob, ako od konvenčného hospodárenia prejsť až k ekologickej čistej poľnohospodárskej produkcii.

V prípravku sa vyskytujú bakteriálne kmene *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei subsp. tolerans*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* a *Lactococcus lactis*. Probiotiká LAIVEN Flora je možné aplikovať zálievkou alebo postrekom a sú vhodné pre všetky druhy poľnohospodárskych rastlín. Využívajú sa pri príprave osiva, zimnej aj jarnej prípravy pôdy a taktiež v priebehu vegetácie (Procházka et al., 2021).

### 3.4.6 Maximálne limity rezíduí

MLR, sú horné prípustné limity koncentrácií rezíduí pesticídov v potravinách, krmivách alebo na ich povrchu a sú stanovené v súlade s nariadením (ES) č.396/2005, ktoré je založené na správnej poľnohospodárskej praxi. Reziduálne limity sú súčasťou systému manažmentu kvality poľnohospodárskych komodít. Chmeliarsky inštitút v spolupráci so Štátnou fytosanitárnou správou každoročne vydáva „Metodiku ochrany chmeľu“, v ktorej sú pre nadchádzajúcu vegetačnú sezónu špecifikované pesticídy, ktoré je možné použiť pre jednotlivé patogénne organizmy (Vostřel et al. 2021).

Odporúčané sú iba tie prípravky, ktoré okrem toho, že spĺňajú požiadavky na export (importná tolerancia), tiež vykazujú vysoký stupeň biologickej účinnosti na cieľové škodlivé organizmy. V neposlednom rade sa čoraz viac zohľadňuje hľadisko negatívneho vplyvu používaných pesticídov na užitočné organizmy (Krofta, 2008).



## 4 Metodika

Prevádzkový pokus prebiehal na troch pokusných lokalitách, Číňov, Libešovice a Brežany. Celý výskum prebiehal vo vegetačnom období v rokoch 2019 až 2021. Pokusy prebiehali na bežných prevádzkových plochách chmeľníc v nižšie uvedených poľnohospodárskych podnikoch s použitím probiotika s obsahom niekoľkých bakteriálnych kmeňov *Lactobacillus*.

### 4.1 Pokusné stanovisko Číňov

Stanovisko Číňov je chmeľnica, ktorá patrí spoločnosti MK AGRO s.r.o. Táto spoločnosť prevádzkuje rastlinnú výrobu na ploche až 1250 ha. Pšenica ozimná tu predstavuje hlavnú trhovú plodinu s pestovateľskou rozlohou až 400 ha. Druhou pestovateľsky najvýznamnejšou plodinou je repka olejná s rozlohou 200 ha. Na zostávajúcej výmere plochy sa pestuje kukurica (150 ha), hrach (150 ha), jačmeň ozimný (100 ha) a horčica biela (100 ha). Klimatické a prírodné podmienky lokality v blízkosti rieky Ohře, sú využívané na pestovanie chmeľu približne 50 ha. Zostávajúcich 100 ha je tvorených trvalo trávnatými porastami.

#### 4.1.1 Základné informácie stanoviska Číňov - pokus prebehol v roku 2019-2021.

**Chmeliarska oblasť:** Žatecko

**Lokalita:** Číňov v okrese Louny, Ústecký kraj

**Geomorfológia územia:** Mostecká panva

**Nadmorská výška:** 226 metrov

**Spon:** 280 x 110 centimetrov

**Smer chmeľových riadkov:** zo severu na juh

**Poloha:** rovinatá (nížina)

**Pôdny typ:** černoziem, špecificky černice

**Pôdny druh:** stredne ťažký

**AZP:** pH 6,6; P – 203ppm; K – 410ppm; Mg – 262ppm; Ca – 3230ppm; S – 30ppm; obsah humusu 2,5%

**Klimatický región:** teplý, suchý, priemerná ročná teplota dosahuje 8 – 9°C, priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje pod 500mm

**Odroda – klon:** Žatecký poloraný červenák – klon 31

**Rok výsadby:** 1995

**Počet variant:** 2

**Aplikačná technika:** postrekovač Maschio Gaspardo Futura



*Obrázok 2. Porast pokusných variantov pred zberom v Číňove v roku 2020 (autor: Pavel Procházka).*

#### 4.1.2 Agrotechnika Číňov

Tabuľka 2. Agrotechnické kroky v rokoch 2019 - 2021 Číňov

Číňov					
2019		2020		2021	
Jeseň 2018	vláčenie Hnoj + orba	Jeseň 2019	Vláčenie Orba	Jeseň 2020	Vláčenie Orba
12.4.2019	vláčenie	19.4.2020	Termín rezu	25.4.2021	Termín rezu
20.4.2019	rez	29.5.2020 1. ošetrenie	Aliette 80 WG (1 kg/ha) + Cuprocaffaro Mikro (1,25kg/ha) + Zinkosol + Mangan	10.5.2021 1. ošetrenie	Aliette 80 WG (4.5 kg/ha) + Karate se zeon technológií 5 CS (0,125 l/ha)
24.5.2019	NPK 15 (300 kg/ha)				
16.5.2019	1. zavádzanie				
23.5.2019	2. zavádzanie	17.6.2020 2. ošetrenie	Confidor (0,6 kg/ha)+ Ortiva (1,6kg/ha)+ Vegaflor (6kg/ha)	20.5.2021	Termín zavádzania
26.5. + 25.6.	1. a 2. preorávka			4.6.2021 2. ošetrenie	Bellis (2.0 kg/ha)
29.5.2019	LAD (200kg/ha)	26.6.2020 3. ošetrenie	Belis (2kg/ha)	24.6.2021 3. ošetrenie	Movento 150 OD (4l/ha)
5.6.2019	DAM 390 (150 kg/ha)				

7.7.2019	DAM390 (200 kg/ha)	29.6.2020 4. ošetrenie	Nissorun 10 WP (1,5kg/ha)	25.6.2021 4. ošetrenie	Ortiva (1.5 l/ha)
1. ošetrenie	Alliete 80 WG (2.4 kg/ha) + Močovina (5 kg/ha)	13.7.2020 5. ošetrenie	Ortiva (1,6kg/ha)+ Vegaflor (6 kg/ha)	10.7.2021 5. ošetrenie	Revus (1.6 l/ha)
2. ošetrenie	Alliete 80 WG (2.0 kg /ha) + Kuprikol 250 SC (1.0 l/ha)+ Zincosol (1.5 l/ha)+ YaraVita Mantrac (0.3 l/ha)+				
2. ošetrenie	1. aplikácia pokusnej varianty	31.7.2020 6. ošetrenie	Cuproxat SC (10 kg/ha) + Vegaflor (6 kg/ha)	21.7.2021 6. ošetrenie	Ortiva (1.5 l/ha)
3. ošetrenie	Nissorun 10 WP (1.2 kg/ha) + Lexin (0.25 l/ha)			29.7.2021 7. ošetrenie	Acramite 480 SC (1,5 l/ha)
4. ošetrenie	Ortiva (1.0 l/ha) +Fortesim Alfa (3.0 l/ha) + Vegaflor (6 l/ha)+ Močovina (3.0 l/ha) + Lexin (0.25 l/ha)				
5. ošetrenie	Movento 150 OD (1.0 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)			25.8.2020	Termín zberu
6. ošetrenie	Revus (1.6 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)	31.8. 2021	Termín zberu		
7. ošetrenie	Cuproxat SC ( 7 l/ha)				
7. ošetrenie	2. aplikácia pokusnej varianty				
26.8.2019	Termín zberu				



*Obrázok 3. Zber pokusu v Čiňove v roku 2019 (autor: Pavel Procházka)*

## 4.2 Pokusné stanovisko Libešovice

Stanovište Libešovice je chmeľnica spoločnosti ZOS Libešovice s.r.o. Spoločnosť ZOS Libešovice s.r.o. hospodári v Žateckom regióne intenzívnym spôsobom až na tisícich hektároch pôdy. Hlavnými plodinami sú pšenica ozimná, jačmeň jarný, repka ozimná a tiež chmeľ. Plochy chmeľníc sa každoročne pohybujú okolo 47 ha pôdy. Počas posledných rokov sa podnik rozhodol intenzívne zakladať nové porasty. Z chmeľových odrôd tu prevláda Žatecký poloraný červeňák (45 ha), následne má podnik 2 ha odrody Premiant a novo zakladá ďalšie 2 ha odrody Sládek.

### 4.2.1 Základné informácie stanoviska Libešovice - pokus prebehol v roku 2019-2020.

**Chmeliarska oblasť:** Žatecko

**Lokalita:** Libešovice okres Louny, Ústecký kraj

**Geomorfológia územia:** Mostecká panva

**Nadmorská výška:** 261 metrov

**Spon:** 300 x 117 centimetrov

**Smer chmeľových riadkov:** zo severovýchodu na juhozápad

**Poloha:** rovinatá (nížina)

**Pôdny typ:** fluvizem

**Pôdny druh:** stredná pôda

**AZP:** pH 7,3; P – 344ppm; K – 692ppm; Mg – 500ppm; Ca – 4400ppm; S – 30ppm; obsah humusu 2,5%

**Klimatický región:** teplý, suchý, priemerná ročná teplota dosahuje 8 – 9°C, priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje pod 450mm

**Odroda – klon:** Žatecký poloraný červenák – klon 72

**Rok výsadby:** 2007

**Počet variant:** 2

**Aplikačná technika:** postrekovač Unigreen Futura

#### 4.2.2 Agrotechnika Libešovice

Tabuľka 3. Agrotechnické kroky v rokoch 2019 - 2020 Libešovice

Libešovice			
2019		2020	
Jeseň 2018	Vláčenie	Jeseň 2019	Pozdĺžne vláčenie
	hlbkové kyprenie	Jar 2020	kyprenie
5.4.2019	vláčenie	16.4.2020	Termín rezu
16.4.2019	Termín rezu	17.4. 2020	Kieserit (220 kg/ha) + Amofos (120 kg/ha)
24.4.2019	Kieserit (220 kg/ha) + DAP (120 kg/ha)	23.4.2020 1. ošetrovanie	Actara (200 g/ha)+ Agrovital (1l)+ Plant Activ (1 kg/ha)
20.5.2019	1. zavádzanie	8.5.2020 2. ošetrovanie	Curzate (3 kg/ha) +MgS (12,5 kg/ha)+Lignohumát Max (2l)
28.5.2019	2. zavádzanie	9.5.2020	LAD (250 kg/ha)
		12.5. 2020	1. zavádzanie
29.5. + 25.6. 2019	1. a 2. preorávka, pri 2. preorávke DAM (260 kg/ha)	24.5. 2020	2. zavádzanie
16.5.2019	LAD (250kg/ha)	25.5.2020	1. preorávka
1.ošetrovanie	Actara 25 WG (200g/ha)	26.5. 2020 3. ošetrovanie	Ortiva (1,6l)+ MgS (12,5 kg/ha)+ Agroleaf Zn (1kg)+Galeko univerzal (2,4l) +Teppeki (0,18 kg/ha)
2.ošetrovanie	Alliete 80 WG (4.5 kg/ha) + Trend 90 (0.3 l/ha) + PlantAktiv (1 kg/ha)		

3.ošetrenie	Bellis (2.0 kg /ha) + Zintrac (0.15 l/ha)+ Lignohumát MAX (0.6l/ha)	10.6.2020 4. ošetrenie	Folpan Gold (2 kg/ha) + Yara Calcinit (12,5 kg/ha) + Bór (2l) +Zintrac (1l) + Lexin (0,5l)
4.ošetrenie	Teppeki (0.07 kg/ha) +YaraLiva Calcinit (7.5 kg/ha) + Folpan 80 WG (1.0 kg/ha)+ TS Eva (0.7 l/ha)+ Zinntrac (0.5 l/ha)+ Borosan humine (1 l/ha)	18.6.2020	2. preorávka
		3.7.2020 5. ošetrenie	Bellis (2 kg/ha) + Movento (1l) + Trisol Květa (1,2l) + Zeatrel (5l)
		17.7. 2020 6. ošetrenie	Revus (1,6 /ha) +Kuprikol (2 l/ha) + Močovina (10 kg/ha) +Yara Thiotrac (4 l/ha)
5.ošetrenie	1. aplikácia pokusnej varianty	2.8. 2020 7. ošetrenie	Orvego (2,7 l/ha) +Zeatrel (5 l/ha) + Bortrac (1 l/ha)
5.ošetrenie	Ortiva (1.5 l/ha) + Curzate K (0.8 kg/ha) + YaraLiva Calcinit (6.25 kg/ha) + Thiotrac (5 l/ha)+ Zintrac (0.5 l/ha)	20.8. 2020 8. ošetrenie	Funguran progress (3,5 kg/ha)
6.ošetrenie	Bellis (2.0 kg/ha) + Movento 150 OD (4 l/ha)+ Agroleafpower (5 kg/ha) + Galleko květ (1.2 l/ha)	1.9. 2020 9. ošetrenie	Funguran progress (3,5 kg/ha) + Silwet star (0,3 l/ha)
7.ošetrenie	Revus (1.6 l/ha) + thiotrac (5.0 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)	5.9.2020	Termín zberu
8.ošetrenie	Kuprikol 250 SC (10.0 l/ha) + Silwetstar (0.4 l/ha)+ hořká sůl (10 kg/ha)		
9.ošetrenie	2. aplikácia pokusnej varianty		
9.ošetrenie	Defender Dry (3.0 kg/ha)		
5.9.2019	Termín zberu		



### 4.3 Pokusné stanovisko Břežany

Stanovisko Břežany je tiež, tak ako stanovisko Číňov, patrí spoločnosti MK Agro s.r.o.

Ktovej rastlinná výroba je charakterizovaná v kapitole vyššie 4.1. Chmeľnica patrí do Žateckej chmeliarskej oblasti v blízkosti obce Břežany.

#### 4.3.1 Základné informácie stanoviska Břežany - pokus prebehol v roku 2021

**Chmeliarska oblasť:** Žatecko

**Lokalita:** Břežany u Žatce (okres Louny)

**Geomorfológia územia:** Mostecká pánev

**Nadmorská výška:** 334 m.n.m

**Spon:** 280x100cm

**Smer chmeľových riadkov:** juhozápad

**Poloha:** rovina

**Pôdny typ:** regozem

**Pôdny druh:** stredná pôda

**AZP:** pH 7; P – 306 ppm; K – 564 ppm; Mg – 344 ppm; Ca – 4160 ppm; S – 35 ppm; obsah humusu 2,85%

**Klimatický región:** teplý, suchý región,

priemerná roční teplota: 8-9 °C, priemerný ročný úhrn zrážok: 500mm

**Odroda – klon:** Žatecký poloraný červeňák - klon 72

**Rok výsadby:** 2007

**Počet variant:** 2

**Aplikační technika:** postrekovač Unigreen Futura

### 4.3.2 Agrotechnika Břežany

Tabuľka 4. Agrotechnické kroky v roku 2021 Břežany

Břežany	
2021	
Jeseň 2020	Vláčenie
	Orba
4.4.2021	vláčenie
24.4.2021	rez
9.5.2021 1. ošetrovanie	Aliette 80 WG (4.5 kg/ha) + Karate se zeon technológií 5 CS (0,125 l/ha)
19.5.2021	termín zavádzania
3.6.2021 2. ošetrovanie	Bellis (2.0 kg/ha)
23.6.2021 3. ošetrovanie	Movento 150 OD (4l/ha)
24.6.2021 4. ošetrovanie	Ortiva (1.5 l/ha)
9.7.2021 5. ošetrovanie	Revus (1.6 l/ha)
20.7.2021 6. ošetrovanie	Ortiva (1.5 l/ha)
27.7.2021	začiatok kvitnutia
28.7.2021 7. ošetrovanie	Acramite 480 SC (1,5 l/ ha)
31.7.2021 8. ošetrovanie	Cuproxat SC (4-10 l/ha)
30.8.2021	dátum zberu

## 4.4 Priebeh počasia

### 4.4.1 Pestovateľský rok 2019

Tabuľka 5. Pestovateľský rok 2019 v Žateckom regióne

Mesiac	Priemerná teplota (°C)	rozdiel teploty (°C) v porovnaní s dlhodobým priemerom	Priemerný mesačný úhrn zrážok (mm)	Percentuálna odchýlka zrážok s dlhodobým priemerom
Január	-0.9	0.5	69	164 %
Február	2.1	2.5	29	78 %
Marec	5.9	2.5	44	0 %
Apríl	9.4	1.2	25	66 %
Máj	10.8	-2.4	66	108 %
Jún	20.9	5	47	71 %
Júl	19.1	1.1	45	57 %
August	18.8	1.3	58	73 %
September	13.3	0.3	59	118 %
Október	9.5	1.3	40	98 %
November	5	2	36	73 %
December	2.2	2.6	31	63 %

### 4.4.2 Pestovateľský roky 2020

Tabuľka 6. Pestovateľský rok 2020 v Žateckom regióne

Mesiac	Priemerná teplota (°C)	rozdiel teploty (°C) v porovnaní s dlhodobým priemerom	Priemerný mesačný úhrn zrážok (mm)	Percentuálna odchýlka zrážok s dlhodobým priemerom
Január	0.9	2.3	18	43 %
Február	3.7	4.1	81	219 %
Marec	3.7	0.3	36	82 %
Apríl	9.6	1.4	9	24 %
Máj	11.2	- 2	5	82 %
Jún	16.7	0.8	96	145 %
Júl	17.9	-0.1	28	35 %
August	19.2	1.7	96	122 %
September	14.2	1.2	56	112 %
Október	9	0.8	69	168 %
November	4	1	10	20 %
December	1.7	2.1	21	43 %

#### 4.4.3 Pestovateľský rok 2021

Tabuľka 7. Pestovateľský rok 2021 v Žateckom regióne

Mesiac	Priemerná teplota (°C)	rozdiel teploty (°C) v porovnaní s dlhodobým priemerom	Priemerný mesačný úhrn zrážok (mm)	Percentuálna odchýlka zrážok s dlhodobým priemerom
Január	- 0.8	0.1	63	147 %
Február	- 1.3	- 1.4	48	137 %
Marec	3.4	- 0.1	25	60 %
Apríl	5.5	-3.2	22	67 %
Máj	10.5	-2.6	84	135 %
Jún	19.1	2.6	88	117 %
Júl	18.5	0.1	117	144 %
August	16	- 1.9	87	112 %
September	14.6	1.4	20	37 %
Október	7.9	- 0.3	14	30 %
November	3.9	0.4	53	118 %
December	1	0.9	37	79 %

Poveternostné a klimatické podmienky v Českej republike, konkrétne v regióne Žatec, boli sledované od januára 2019 do decembra 2021. Údaje o počasí zahŕňajú tri pestovateľské lokality a štúdia poskytuje tabuľkové zhrnutie poveternostných a klimatických podmienok počas daného časového obdobia. Údaje použité v tabuľkovom súhrne boli získané z viacerých zdrojov (Volf a Zeman, 2019; Durilová, 2021; Štranc et al. 2022).

#### 4.5 Priebeh pokusu

##### 4.5.1 Použitie vybraného prípravku s obsahom baktérií *Lactobacillus*

V pokuse boli použité prípravky založené na baktériách kmeňa *Lactobacillus*, ktoré sa v praxi ukazujú ako veľmi výhodné pre stimuláciu chmeľu. Prípravok, ktorý obsahuje zmes probiotických mikroorganizmov, a to konkrétne baktérie z kmeňa *Lactobacillus* je napríklad Flora. Ako účinné stimulujúce látky v pokusnom prípravku pôsobia konkrétne: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei subsp. tolerans*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* a *Lactococcus lactis*

Štúdia zahŕňa klasickú aplikačnú techniku s použitím prípravkov na ochranu rastlín a experimentálny stimulátor. Experimentálny stimulátor bol aplikovaný v dvoch termínoch, na troch lokalitách v priebehu troch rokov za priaznivých podmienok pre aplikáciu prípravku na ochranu rastlín.. Experimentálny prípravok obsahoval zmes probiotických mikroorganizmov a

bol aplikovaný v koncentrácii 50 mil (CFU/ml) na rastliny v ošetrovanej skupine. (CFU = kolónia tvoriaca jednotka).

Aplikácia pokusného preparátu prebiehala tradičnou aplikačnou technikou v jednotlivých podnikoch a po všetky tri roky bola rovnaká. Aplikácia pokusného stimulátora prebiehala vždy v dvoch termínoch, s maximálne dvojmesačným rozstupom a vo všetkých prípadoch prebiehala za priaznivých podmienok na aplikáciu prípravkov na ochranu rastlín.



*Obrázok 4. Aplikácia pokusov v Libešovicích v roku 2019 (autor: Pavel Procházka)*

Tabuľka 8. Aplikácia skúmaného prípravku v rokoch 2019 až 2021

lokalita	poradie aplikácie	dátum aplikácie	čas aplikácie	teplota vzduchu (°C)	oblačnosť (%)	relatívna vlhkosť vzduchu (%)	vlhkosť povrchu pôdy	rýchlosť vetru (m/s)	smer vetru	dážď pri aplikácii	rosa
Libešovice	T1	19.6. 2019	9:00	17,5	25	47,3	vlhký	0,4	S	NIE	NIE
Libešovice	T2	28.8. 2019	8:45	19,3	40	45,5	suchý	0,2	Z	NIE	NIE
Číňov	T1	1.7. 2019	7:15	22,1	10	32,5	suchý	0,3	Z	NIE	NIE
Číňov	T2	14.8. 2019	8:00	18,5	15	47,5	suchý	0,3	Z	NIE	NIE
Číňov	T1	29.5. 2020	8:30	13,7	50	64,8	vlhký	0,6	Z	NIE	ÁNO
Číňov	T2	31.7. 2020	9:00	20,4	35	51,2	suchý	0,3	SZ	NIE	NIE
Libešovice	T1	12.5. 2020	8:00	11,5	50	58,3	vlhký	0,6	S	NIE	NIE
Libešovice	T2	2.8. 2020	8:30	21,2	10	79,4	suchý	0	-	NIE	ÁNO
Číňov	T1	20.5. 2021	9:00	14,6	50	41,3	vlhký	0,5	Z	NIE	NIE
Číňov	T2	1.8. 2021	8:00	19,8	15	71,7	suchý	0,2	S	NIE	ÁNO
Břežany	T1	19.5. 2021	7:30	13,8	30	52,6	vlhký	0,5	Z	NIE	NIE
Břežany	T2	31.7. 2021	9:00	22,1	20	81,3	suchý	0	-	NIE	ÁNO

Tabuľka 9. Aplikčná technika

Lokalita	Postrekovač	Trysky	Aplikačná technika	Záber	Množstvo vody/ha
Číňov	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6,5 bar	2,8 m	2000
Libešovice	Unigreen futura	TR 80-05 C	6,5 bar	2,8 m	2000
Břežany	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6,5 bar	2,8 m	2000

Aplikácia prebiehala a bola vykonávaná v smere parciel, postrekom na porasty. Aplikácia pokusného preparátu bola vždy uskutočnená personálom spôsobilým na aplikáciu prípravkov na ochranu rastlín, vo všetkých vyššie zmienených lokalitách.

#### 4.6 Sledované parametre

- Relatívny obsah chlorofylu v révových a pazuchových listoch v intervale jedného týždňa, od prvej aplikácii až do zberu
- Obsah alfa horkých kyselín tri týždne, dva týždne, jeden týždeň pred zberom a pri zbere
- Celkový výnos suchého chmeľu (t/ha)

#### 4.7 Hodnotenie sledovaných parametrov

Pre vyhodnotenie výsledkov sme použili štatistický t-test, ktorým sme porovnávali priemery dvoch skupín. T-test je štatistický test, ktorý porovnáva priemery dvoch pokusných skupín, a preukazuje, či je medzi nimi štatisticky významný rozdiel.

Postup t-testu začína so stanovením nulovej a alternatívnej hypotézy. Nulová hypotéza predpokladá, že medzi priemermi dvoch skupín nie je žiadny štatisticky významný rozdiel, zatiaľ čo alternatívna hypotéza predpokladá, že existuje významný rozdiel.

V ďalšom kroku som vypočítal t-hodnotu pomocou vzorca  $t = (\text{priemer skupiny 1} - \text{priemer skupiny 2}) / (\text{štandardná chyba rozdielu})$ . Následne som si určil stupeň voľnosti pre test, čo je celková veľkosť vzorky mínus dva. Vypočítal som hodnotu P, pomocou štatistického softvéru SPSS. Po vypočítaní P hodnoty, nasleduje jej porovnanie s hladinou významnosti 0,05 a zistenie štatistickej významnosti výsledkov.

Pokiaľ je p-hodnota menšia ako hladina významnosti, zamietame nulovú hypotézu so záverom, že medzi priemermi sledovaných dvoch skupín je štatisticky významný rozdiel.

V prípade ak je p-hodnota väčšia ako hladina významnosti, sa nám nepodarilo zamietnuť nulovú hypotézu a záverom je neexistujúci štatisticky významný rozdiel (Huzsvai et al., 2022).

Štatistické vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov prebehlo pomocou t-testu s hladinou významnosti  $P \leq 0,05$ . Kompletná štatistická analýza, bola vykonaná v štatistickom programe SPSS.

#### **4.7.1 Relatívny obsah chlorofylu v révových a pazuchových listoch**

Počas produkcie chmeľu otáčavého sa často sleduje relatívny obsah chlorofylu v révových a pazuchových listoch. Je užitočný indikátor zdravia rastlín a fotosyntetickej aktivity. Chlorofyl je pigment, ktorý dáva rastlinám zelenú farbu, a je tiež nevyhnutný pre fotosyntézu, proces, ktorým rastliny premieňajú slnečné svetlo na energiu (Dere et al., 1998).

Monitorovanie relatívneho obsahu chlorofylu v listoch chmeľovej rastliny môže poskytnúť cenné informácie o celkovom zdraví a vitalite rastliny. Pokiaľ je obsah chlorofylu nízky, môže to znamenať, že rastlina nedostáva dostatok svetla alebo živín, trpí chorobou alebo napadnutím škodcami. Naopak, ak je obsah chlorofylu vysoký, naznačuje to, že rastlina prosperuje a efektívne produkuje energiu (Dere et al., 1998).

Révové a pazuchové listy sa zvyčajne vyberajú na monitorovanie chlorofylu, z dôvodu jednoduchej dostupnosti a reprezentujú celkový zdravotný stav rastliny. Vzorky týchto listov sa môžu odoberať v pravidelných intervaloch počas vegetačného obdobia. Analýza obsahu chlorofylu môže prebiehať pomocou rôznych techník, ako je spektrofotometria, fluorescencia chlorofylu alebo Yara N-testerom, ktorý stanovuje obsah chlorofylu v liste, na základe obsahu dusíka v rastline (N-Tester BT - to measure leaf nitrogen, 2018).

Sledovaním relatívneho obsahu chlorofylu v listoch môžu pestovatelia zistiť dôležité informácie o výžive rastlín a následne tak prispôsobiť svoje postupy, aby optimalizovali výnos a kvalitu chmeľu.

Relatívny obsah chlorofylu bol sledovaný vždy oddelene v révových a pazuchových listoch. Meranie prebiehalo na všetkých troch lokalitách. Prvé meranie bolo uskutočnené vždy týždeň po prvej aplikácii a prebiehalo v odstupe jedného týždňa až do zberu. Meranie bolo vykonávané pomocou Yara N testera a hodnoty následne prepočítané na relatívny obsah chlorofylu vo vzťahu ku neošetrenej kontrole.

#### **4.7.2 Obsah alfa horkých kyselín**

Obsah alfa horkých kyselín je pri pestovaní chmeľu najsledovanejším parametrom, pretože je kľúčovým faktorom pri určovaní chuti a horkosti hotového piva. Alfa horké kyseliny sú skupinou zlúčenín, ktoré sa nachádzajú sa v živici chmeľových šištičiek. Prispievajú k horkosti piva a pôsobia ako konzervačná látka. Tieto zlúčeniny sa počas procesu varenia premieňajú na izo-alfa kyseliny, ktoré dodávajú pivu charakteristickú horkú chuť.

Obsah alfa-horkých kyselín v chmeli sa môže meniť v závislosti od rôznych faktorov, vrátane podmienok pestovania, načasovania zberu a metód spracovania. Z toho dôvodu je sledovanie obsahu alfa kyselín nevyhnutné na zabezpečenie konzistentnej chuti a kvality v konečnom produkte (Krofta et al, 2013).



Na meranie obsahu alfa horkých kyseliny v chmeli sa vzorky typicky analyzujú pomocou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie (HPLC). Táto technika oddeľuje rôzne zlúčeniny vo vzorke na základe ich fyzikálnych a chemických vlastností, čo umožňuje kvantifikovať alfa kyseliny (Krofta et al, 2013).

Monitorovaním obsahu alfa kyselín môžu pestovatelia a pivovarníci upravovať svoje pestovateľské postupy tak, aby optimalizovali kvalitu a konzistenciu svojho chmeľu. Napríklad, ak je obsah alfa kyseliny príliš nízky, sládok môže potrebovať viac chmeľu, aby dosiahol požadovanú úroveň horkosti. Naopak, ak je obsah alfa kyselín príliš vysoký, pivo môže byť príliš horké a je potreba upraviť receptúru alebo použiť iný chmeľ (Krofta et al, 2013).

Odber vzoriek prebiehal na všetkých troch lokalitách v intervale jedného týždňa v období od troch týždňov pred predpokladaným zberom až do zberu. Pri zbere boli vzorky odoberané na výstupe z česacej linky. Príslušné vzorky boli následne homogenizované a odovzdané laboratóriu Katedry kvality a bezpečnosti potravín FAPPZ ČZU v Prahe, kde boli vzorky analyzované metódou HPLC.

### **4.7.3 Výnos suchého chmeľu**

Suchá úroda chmeľu sa sleduje v poľnohospodárskej výrobe, z dôvodu posúdenia efektívnosti spracovania chmeľu, vyhodnotenia úrodnosti a určenia kvality vyprodukovaného chmeľu. Úroda suchého chmeľu je hmotnosť vysušených chmeľových šištíc, ktoré sa zozbierajú z chmeľu. Dôvodov, prečo sa v poľnohospodárskej výrobe chmeľu sleduje suchá výnos suchého chmeľu, je viacero. Po prvé, pomáha pestovateľom vyhodnotiť efektívnosť ich poľnohospodárskych postupov a vykonať úpravy na zlepšenie ich výnosov. Po druhé, pomáha pivovarom odhadnúť množstvo chmeľu, ktoré potrebujú kúpiť na výrobu piva. Nakoniec pomáha spracovateľom zabezpečiť, aby vyrábaný chmeľ spĺňal požadované kvalitatívne normy (Rangel et al, 2021).

Úroda suchého chmeľu sa monitoruje meraním hmotnosti vysušených chmeľových šištíc, ktoré sa zozbierajú z chmeľu. Šišky sa zvyčajne zbierajú ručne alebo pomocou špecializovaných česacích strojov a následne sa vysušajú v peci alebo inou metódou sušenia. Keď sú šišky vysušené, odvážia sa, aby sa určil výťažok suchého chmeľu (Rangel et al, 2021).

Na zabezpečenie presných meraní je dôležité vziať do úvahy faktory, ako je obsah vlhkosti, hustota a variabilita veľkosti chmeľových šištíc. Okrem toho je dôležité monitorovanie úrodnosti suchého chmeľu počas viacerých zberov, aby sa identifikovali trendy a vyhodnotili sa zmeny v poľnohospodárskych postupoch (Rangel et al, 2021).

Celkovo je monitorovanie úrody suchého chmeľu dôležitým aspektom poľnohospodárskej výroby chmeľu, pretože pomáha pestovateľom, pivovarníkom a spracovateľom získavať informácie o úrode, kvalite a efektívnosti spracovania.

Zber úrody pokusu prebiehal v rokoch 2019 až 2021 v lokalitách Libešovice, Číňov a Břežany. Jednotlivé pokusné varianty a ich všetky opakovania boli strhnuté a prevezené na stacionárnu česaciu linku. Následne boli očesané chmeľové hlávky odobrané do chmeľových žokov a odvážené. Z oboch sledovaných skupín bola odobraná vzorka na určenie vlhkosti. Následne bol výnos prepočítaný na 10% vlhkosti chmeľu.

## 5 Výsledky

V tomto experimente bol ako probiotikum pre rastliny použitý prípravok na báze baktérii *Lactobacillus*. Použitá koncentrácia bola 50 ml (CFU/ml). V štúdiu sme sledovali relatívny obsah chlorofylu v révových a pazuchových listoch počas týždňa po prvej aplikácii až do zberu, ako aj obsah alfa horkých kyselín v rôznych štádiách pred zberom a pri zbere a celkovú úrodu suchého chmeľu (t/ha).

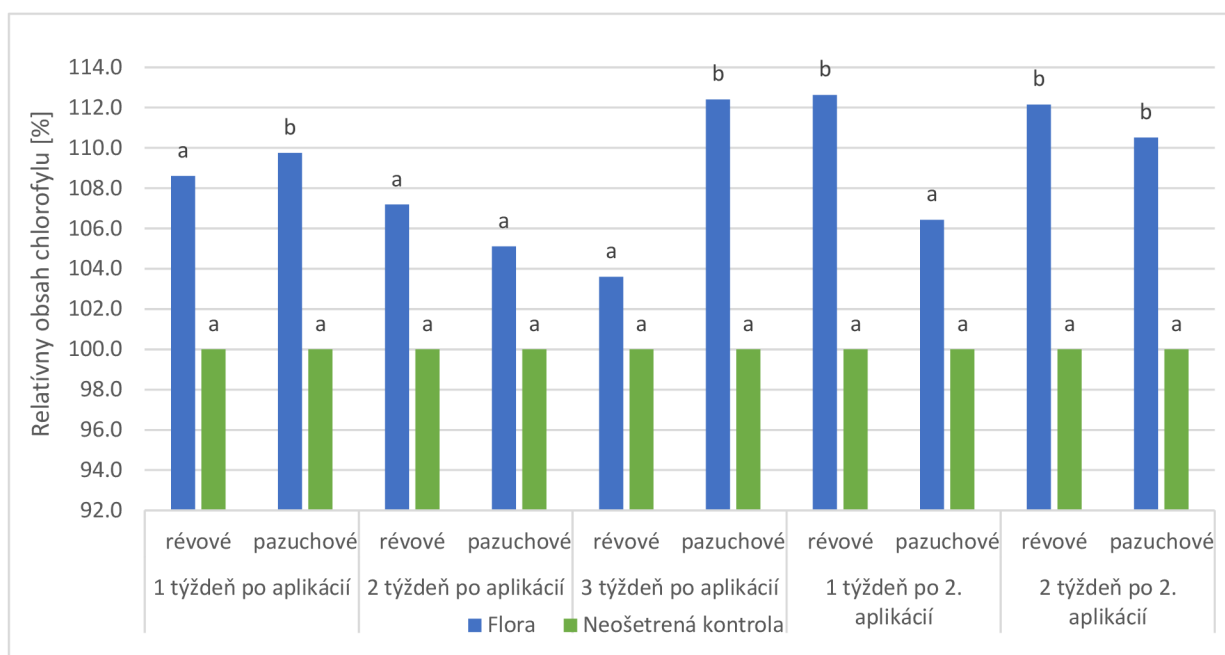
Na vyhodnotenie výsledkov bol použitý štatistický t-test na porovnanie priemerov ošetrovaných rastlín a kontrolnej skupiny. Výsledky experimentu môžu poskytnúť pohľad na účinnosť probiotických mikroorganizmov pri podpore rastu chmeľových rastlín a celkového výnosu.

### 5.1 Výsledky – priemer lokalít Liběšovice, Číňov, Břežany za roky 2019, 2020 a 2021.

#### 5.1.1 Priemerný relatívny obsah chlorofylu v listoch

Z grafu č. 1 je zreteľné, že po prvej aplikácii prípravku boli zaznamenané zvýšené hodnoty relatívneho obsahu chlorofylu, a to ako v révových, tak i pazuchových listoch. Táto zvýšená hodnota bola u oboch v podobnej hladine. Druhý týždeň po prvej aplikácii boli hodnoty v révových aj pazuchových listoch mierne rozkolísané až mierne poklesli. Následne v grafe môžeme pozorovať tretí týždeň od prvej aplikácii, kde je vidieť mierny pokles hodnôt relatívneho obsahu chlorofylu u révových listov, naopak môžeme pozorovať zreteľný nárast hodnôt u pazuchových listov. Prvý týždeň po druhej aplikácii prípravku, relatívny obsah chlorofylu v révových listoch dosahoval najvyššie hodnoty od začiatku pokusu, v pazuchových listoch obsah chlorofylu mierne poklesol. Druhý týždeň po druhej aplikácii, sa hodnoty relatívneho obsahu chlorofylu u révových listov ustálili, respektíve došlo ku skoro zanedbateľnému poklesu a u pazuchových listoch nastal značný rast oproti prvému týždňu po druhej aplikácii. Z grafu č. 1 môžeme povedať, že použitý prípravok Flora, ktorý obsahoval účinné probiotické látky, pozitívne ovplyvňuje relatívny obsah chlorofylu v listoch oproti neošetrenej kontrole. Najvyššie hodnoty dosahovali varianty ošetrované pokusným prípravkom v pazuchových listoch 3. týždeň po prvej aplikácii a v révových listoch dosiahli hodnoty maximum prvý týždeň po druhej aplikácii.

Graf č. 1 Relatívny obsah chlorofylu v révových a pazuchových listoch v % kontroly (trojročný priemer zo všetkých troch lokalít)

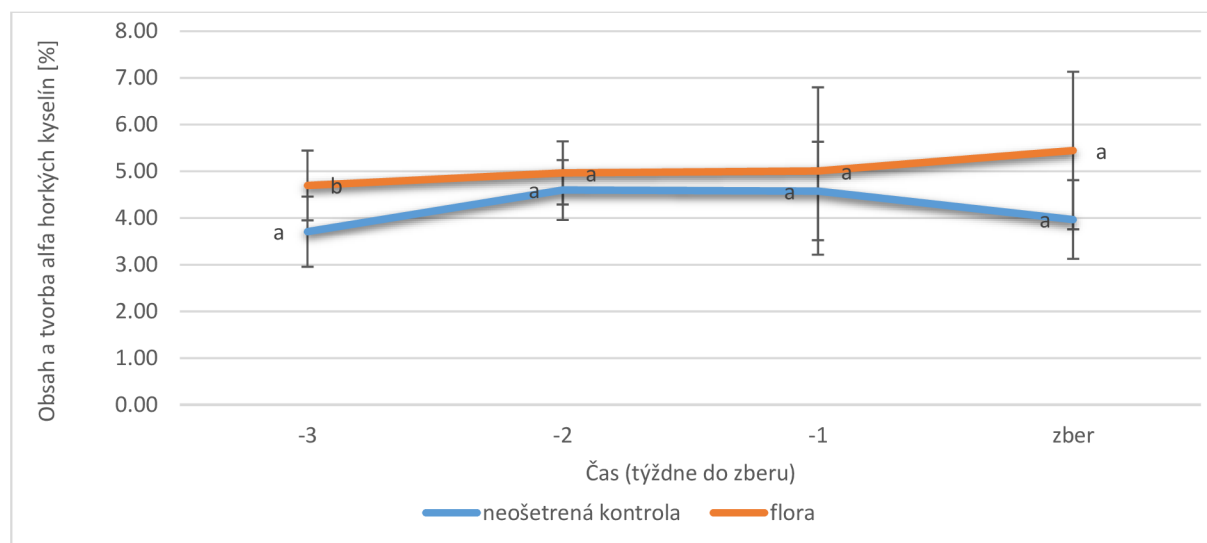


Legenda: Kombinácia písmen a, b značí štatistickú významnosť ( $p < 0,05$ ).

### 5.1.2 Obsah alfa horkých kyselín

V grafe č. 2 môžeme sledovať relatívne odlišný trend tvorby alfa horkých kyselín u pokusnej a kontrolnej varianty. Pri kontrolnej variante pozorujeme počas priebehu relatívne vyrovnané hodnoty, tri týždne pred zberom dokonca priebežný vzostup tvorby alfa horkých kyselín. Maximum, ktoré kontrolný variant dosiahol je dva týždne pred zberom, kde začali hodnoty stagnovať. Následne v grafe môžeme vidieť pokles kontrolnej varianty až do obdobia zberu, kedy bol obsah alfa horkých kyselín nižší ako dva týždne pred zberom. Priemerná hodnota alfa horkých kyselín v kontrolnej variante v čase zberu dosiahla 3,97%. V pokusnom variante na rozdiel od kontrolného, môžeme pozorovať trend stagnácie obsahu alfa horkých kyselín, ktorý pretrvával do jedného týždňa pred zberom. Týždeň pred zberom obsah alfa horkých kyselín začína stúpať až na priemernú hodnotu 5,48%, čo je o 1,48% viac než dosiahol v čase zberu kontrolný variant.

Graf č. 2 Priebeh tvorby obsahu alfa horkých kyselín v časovom rozmedzí tri týždne pred zberom v týždňových intervaloch až do zberu (trojročný priemer všetkých troch lokalít)

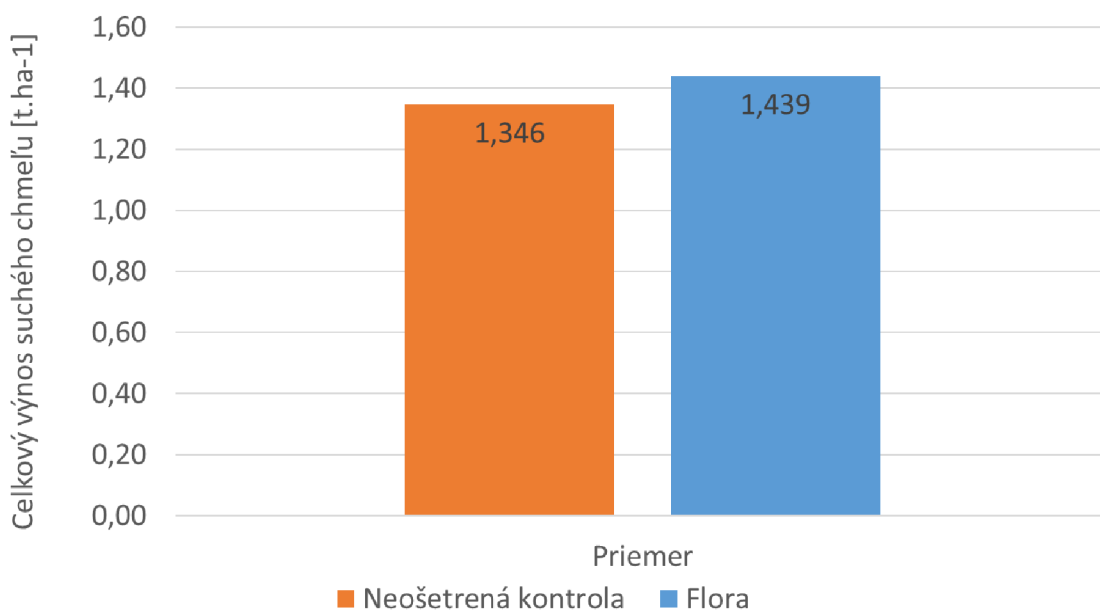


Legenda: Kombinácia písmen a, b značí štatistickú významnosť ( $p < 0,05$ ).

### 5.1.3 Priemerný výnos suchého chmeľu

Z grafu č. 3 môžeme jasne pozorovať, že pokusný variant ošetrený prípravkom Flora, výnosovo prekonal kontrolný neošetrený variant. Neošetrený kontrolný variant dosiahol priemerný výnos suchého chmeľu 1,346 t/ha. Z grafu je jasné, že pokusný variant dosiahol vyšší priemerný výnos 1,439 t/ha. Rozdiel medzi pokusným a kontrolným variantom bol 0,093 t/ha. Je však dôležité poznamenať, že rozdiely vo výnosoch medzi variantmi neboli štatisticky významné.

Graf č. 3 Priemerný výnos suchého chmeľu v t/ha (trojročný priemer všetkých troch lokalít)



## 5.2 Súhrnné štatistické zhodnotenie

Z tabuľky č. 10 môžeme sledovať, že rastliny, ktoré boli ošetrené pokusným prípravkom dosahujú vyššie hodnoty relatívneho obsahu chlorofylu v pazuchových aj révových listoch v porovnaní s kontrolným variantom po celú dobu trvania pokusu.

Prvý týždeň po prvej aplikácii môžeme vidieť štatisticky nevýznamný rozdiel v révových listoch, naopak pazuchové listy dosiahli prvý týždeň po prvej aplikácii štatisticky preukázateľný rozdiel. V druhom týždni po prvej aplikácii bol obsah chlorofylu v listoch relatívne vyrovnaný a štatisticky nepreukázateľný. Tretí týždeň po prvej aplikácii ukázal mierny pokles hodnoty u révových listov a tým aj štatisticky nevýznamný rozdiel, no u pazuchových listov si môžeme všimnúť značný nárast, a tým aj ku štatisticky významnému rozdielu. Prvý týždeň po druhej aplikácii si môžeme z tabuľky všimnúť podobný scenár, kde relatívny obsah chlorofylu v révových listoch vykazuje štatisticky nevýznamný rozdiel a naopak u pazuchových dochádza ku štatisticky preukázateľnému rozdielu. Druhý týždeň po druhej aplikácii zaznamenal najvyšší rast a štatisticky významný obsah chlorofylu, ako v révových listoch, tak i pazuchových listoch.

Tabuľka 10. štatistické zhodnotenie relatívneho obsahu chlorofylu v listoch (priemer troch pokusných rokov a všetkých troch lokalít)

Relatívny obsah chlorofylu v listoch	Neošetrená kontrola	Flora	HSD
1 týždeň po aplikácii Révové	100	108,6	1.5364
	a	a	
1 týždeň po aplikácii Pazuchové	100	109,8	4.5828
	a	b	
2 týždeň po aplikácii Révové	100	107,2	1.6739
	a	a	
2 týždeň po aplikácii Pazuchové	100	105,1	1.6401
	a	a	
3 týždeň po aplikácii Révové	100	103,6	1.6995
	a	a	
3 týždeň po aplikácii Pazuchové	100	112,4	6.7052
	a	b	
1 týždeň po 2. aplikácii Révové	100	112,6	2.6282
	a	a	
1 týždeň po 2. aplikácii Pazuchové	100	106,4	5.2618
	a	b	
2 týždeň po 2. aplikácii Révové	100	112,2	3.5688
	a	b	
2 týždeň po 2. aplikácii pazuchové	100	110,5	3.3089
	a	b	

Legenda: Kombinácia písmen a, b značí štatistickú významnosť ( $p < 0,05$ ). HSD = minimálna preukázateľná diferenciacia

V tabuľke č. 11 si môžeme všimnúť, že rozdiely v hektárovom výnose suchého chmeľu medzi kontrolným a pokusným variantom nie sú štatisticky významné. Obsah alfa horkých kyselín tri týždne pred zberom dosiahol štatisticky významný rozdiel medzi pokusným a kontrolným variantom. Odber alfa horkých kyselín dva týždne pred zberom ukázal relatívne vyrovnané hodnoty, no nedosiahli štatisticky významný rozdiel. Štatisticky nepreukázateľné sú aj rozdiely výsledkov oboch variant jeden týždeň pred zberom. Rozdiel obsahu alfa horkých kyselín v medzi variantmi v zbere bol relatívne vysoký, no nebol štatisticky významný.

Tabuľka 11. štatistické zhodnotenie výsledkov (výnos, priebeh obsahu alfa horkých kyselín pred a počas zberu) priemer troch pokusných rokov a všetkých troch lokalít

Sledovaný parameter	Neošetrená kontrola	Flora	HSD
Výnos suchého chmeľu t/ha	1,346	1,439	0.2705
	a	a	
Alfa horké kyseliny 3 týždne pred zberom (%)	3,71	4,70	3.2353
	a	b	
Alfa horké kyseliny 2 týždne pred zberom (%)	4,60	4,97	1.3583
	a	a	
Alfa horké kyseliny týždeň pred zberom (%)	4,58	5,01	0.7108
	a	a	
Alfa horké kyseliny v čase zberu (%)	3,97	5,45	2.7113
	a	a	

Legenda: Kombinácia písmen a, b značí štatistickú významnosť ( $p < 0,05$ ). HSD = minimálna preukázateľná diferenciacia

## 6 Stanovisko ku hypotézam

### 6.1 Hypotéza 1

Vybrané prírodné látky nemajú vplyv na zníženie obsahu chlorofylu v révových a pazuchových listoch a je možné ich použiť pri stimulácii chmeľu v priebehu vegetácie.

Vplyv aplikácie prípravku na relatívny obsah chlorofylu v révových aj pazuchových listoch je podľa štatistických výsledkov pozitívny, vyššie hodnoty dosiahol pokusný variant oproti kontrolnému počas celého trvania pokusu. Prvý týždeň po prvej aplikácii môžeme vidieť štatisticky významný rozdiel v pazuchových listoch. Pazuchové listy, ako vývojovo mladšie, reagovali svižnejšie na stimulujúci prípravok. V druhom týždni po prvej aplikácii bol obsah chlorofylu v listoch relatívne vyrovnaný a štatisticky nepreukázateľný. Tretí týždeň po prvej aplikácii ukázal štatisticky preukázateľný nárast u pazuchových listov. Prvý týždeň po druhej aplikácii preukázal značný nárast chlorofylu u oboch listov, ale štatisticky významný vyšiel obsah chlorofylu iba v pazuchových listoch. Druhý týždeň po druhej aplikácii zaznamenal najvyšší rast a štatisticky významný obsah chlorofylu, ako v révových listoch tak i v pazuchových listoch. Môžeme sa teda domnievať, že odozva chmeľových rastlín na použitý prípravok s obsahom probiotických mikroorganizmov je relatívne pozitívna. Z týchto hodnotení teda môžeme prvú hypotézu zamietnuť, pokusný prípravok je možné použiť pri stimulácii chmeľu v priebehu vegetácie.

## 6.2 Hypotéza 2

Použitie vybraných prírodných látok pri stimulácii chmeľu otáčavého má vplyv na priebeh tvorby alfa horkých kyselín, ich celkovú produkciu a výnos chmeľových hlávok.

Pri posudzovaní priebehu tvorby alfa horkých kyselín a ich celkovej produkcie boli dosiahnuté vyššie hodnoty alfa horkých kyselín vo všetkých meraniach, no ku štatisticky preukázateľnému výsledku dochádza iba tri týždne pred zberom. Celkový výnos chmeľových hlávok bol v pokusnej variante vyšší oproti kontrolnej, ale rozdiel nebol štatisticky významný. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme druhú hypotézu prijať. Vybrané prírodné látky majú kladný vplyv na priebeh tvorby alfa horkých kyselín, ich celkovú produkciu a taktiež celkový výnos.

## 7 Diskusia

Hlavným cieľom tejto práce bolo priblíženie problematiky využívania biologicky aktívnych látok pri produkcii chmeľu otáčavého. Záverečná práca vychádza z pokusov, ktoré prebiehali v rokoch 2019, 2020, 2021 v lokalitách Číňov, Libešovice a Břežany. V pokusoch bol aplikovaný biologicky aktívny prípravok s obsahom probiotických mikroorganizmov. Prípravok Flora, ktorý obsahuje biologicky aktívnu zmes baktérii kmeňa *Lactobacillus*, je relatívne nový preparát a doposiaľ s ním na produkciu chmeľu otáčavého nebolo vykonaných mnoho prevádzkových pokusov.

Rastliny existujú v spojení s mikróbami, majú prepojené funkcie, metabolizmus, rastlina a jej mikrobióm sa nazývajú rastlinný holobiont (Bordenstein a Theis, 2015). Niektoré mikróby sú patogénne a spôsobujú rôzne ochorenia. Iné naopak, pôsobia, ako prospešné mikróby, ktoré majú pozitívne účinky na rastliny v mnohých smeroch (Pieterse et al., 2014).

Existuje silná podobnosť v úlohe živočíšnych probiotík a mikrobov spojených s rastlinami, ako sú *pseudomonas* kolonizujúce korene a následne majú prospešné vlastnosti na koreňovú sústavu rastliny (Kim a Anderson, 2018).

Calvo et al. (2014) vo svojom výskume tvrdí, že mikroorganizmy ktoré sa aplikujú ako stimulanty zvyšujú výnosy a zlepšujú kvalitatívne parametre kvality plodín. Výsledky tejto práce podporujú toto tvrdenie, keďže obsah alfa horkých kyselín preukázal štatisticky významný rozdiel medzi pokusným a kontrolným variantom.

Koncept mikrobov prospešných pre rastliny ako probiotiká bol spomenutý v roku 2008 Picardom a Boscom, kde skúmali rastlinno-probiotické pseudomonády. Tie na rastlinu pôsobia ako prirodzená podpora zdravia rastlín a tým zvyšujú jej celkový výnos. S týmto tvrdením sa stotožňujú výsledky tejto práce, kde zmes probiotických mikroorganizmov pozitívne pôsobila na celkový výnos chmeľovej rastliny (Picard a Bosco, 2008).

Flores-Félix et al. (2015) použil termín „rastlinné probiotikum“ na označenie *Phyllobacterium*, vo svojom pokuse, kde „*phyllobacterium*“ pôsobí ako koreňový kolonizátor stimuluje rast, optimalizuje prístup rastliny k živinám z pôdy a tým zvyšuje relatívny obsah chlorofylu. Tento výsledok koreluje s poznatkami tejto práce, kde zmes probiotických



mikroorganizmov pozitívne ovplyvňovali relatívny obsah chlorofylu v porovnaní s kontrolným variantom.

Jedným z kľúčových mechanizmov, ktoré využívajú baktérie stimulujúce rast rastlín, je zníženie hladín etylénu v rastlinách enzýmom 1-aminocyklopropán-1-karboxylát (ACC) deamináza opisuje v štúdiu Glick (2012). Mechanizmus tejto baktérie pozitívne ovplyvňuje celkový výnos hospodárskej plodiny. Z našich výsledkov môžeme potencionálne súhlasiť s vyššie uvedeným tvrdením, aj keď v našej štúdiu výsledky nedosiahli štatisticky preukázateľný rozdiel hodnoty pokusnej varianty, dosiahli v priemere o 0,093 t/ha vyšší výnos.

Solarska (2013) tvrdí, že probiotické mikroorganizmy majú vplyv na podporu rastu rastlín, spôsobom, že kontrolujú alebo potláčajú škodcov a choroby. Toto tvrdenie podporujú aj výsledky tejto štúdie, keď kontrolný variant dosiahol priemerný výnos 1,346 t/ha a pokusný variant ošetrovaný zmesou probiotických mikroorganizmov dosiahol priemerný výnos 1,439 t/ha.

Pokusy Shafiho (2017) a Viaene et al. (2016) boli zamerané na izoláty *Bacillus* a prospešné mikróby s potenciálom biokontroly, ako sú *Streptomyces*. Výsledky dokazovali pozitívny vplyv na zdravie rastlín a zvýšenie ich odolnosti voči stresovým faktorom.

Mechanizmy probiotík v rastlinách, tvorba biofilmu pomáha pri ochrane rastlín, to sú úvahy, ktoré sú stále v pokusnom štádiu a je potrebný rozsiahlejší výskum. Vytvorenie hydratovanej matrice biofilmu môže zlepšiť zadržiavanie vody v rastlinných bunkách počas suchého obdobia (Bouskill et al., 2016).

Hydratovaná matrica biofilmu prostredníctvom obmedzenia difúzie koncentruje mikrobiálne metabolity, ako sú osmolyty alebo biokontrolné aktívne štruktúry. Probiotiká rovnako prispievajú k tolerancii stresu voči suchu tým, že umožňujú listom zadržiavať vyšší obsah vody počas obdobia sucha. Výsledky týchto štúdií ukazujú pozitívny vplyv na toleranciu stresových faktorov rastlín, čím sa môžu zvýšiť kvalitatívne parametre a tým aj celkový výnos. (Wright et al., 2016).

Ježek (2012) vo svojom pokuse použil hubový mikroorganizmus *Pythium oligandrum*, ktorý je prirodzeným obyvateľom pôdy a zistil stimulujúce účinky na rast chmeľovej rastliny. Rovnako ako v tejto práci bol zistený vyšší celkový výnos oproti kontrole, v našom prípade o 0,093 t/ha.

Ďalšia štúdia ukazuje pozitívny vplyv baktérií kmeňa *Lactobacillus*, na produkciu kráľovskej trávy a zlepšuje diverzitu jej siláže (Zi et al. 2021).

López-Seijas et al. (2020) vo svojom pokuse skúmal antimikrobiálnu aktivitu baktérií mliečneho kvasenia v rajčinách (*Lycopersicon esculentum*). Najlepšie výsledky dosahoval kmeň *Lactobacillus*, kde významne inhiboval škodlivý účinok *Fusarium oxysporum* v rajčinách, ako aj výrazne stimuloval ich rast a výnos. Tento tím tiež odporúča bakteriálne kmene *Lactobacillus* na ďalšie testovanie z hľadiska prevádzkových pokusov.

Pokusy Drobek et al. (2019) boli uskutočňované na plodoch marhúľ s rôznymi baktériami mliečneho kvasenia. U *Lactobacillus* bol sledovaný vplyv na úrodnosť a kvalitatívne parametre plodov marhúľ. U sledovaných parametrov bol pozorovaný pozitívny vplyv biostimulátora, ale povaha týchto mikroorganizmov a ich potenciálny stimulujúci účinok však nie je úplne preukázaný a vyžaduje si ďalší podrobný výskum.

Štúdia Procházku et al. z roku 2021, skúmala účinky biologicky aktívnych látok na produkciu a výnos chmeľu. Biologicky aktívne látky boli aplikované v dvoch termínoch s odstupom 2-3 týždňov. Výsledky ukázali, že relatívny obsah chlorofylu v révových aj

pazuchových listoch sa zvýšil po prvej a druhej aplikácii. Nárast relatívneho obsahu chlorofylu bol porovnateľný s výsledkami súčasnej štúdie, ktorá taktiež naznačuje trend zvýšeného relatívneho obsahu chlorofylu v révových aj pazuchových listoch po prvej a druhej aplikácii.

Je dôležité poznamenať, že počasie, lokalita a ďalšie vonkajšie faktory mohli zohrať výraznú rolu vo výsledkoch získaných v oboch štúdiách. Napríklad rozdiely v teplote, zrážkach a zložení pôdy medzi lokalitami v rôznych rokoch môžu ovplyvniť výsledky aktuálneho výskumu. Tieto faktory mohli ovplyvniť rast a vývoj chmeľu.

Obsah alfa horkých kyselín a celková úroda ošetrovaných rastlín chmeľu v súčasnej štúdií boli mierne vyššie ako hodnoty namerané Procházkom et al. Je možné, že rozdiely v počasí a lokalite prispeli k rozdielom vo výsledkoch získaných medzi týmito dvoma štúdiami (Procházka et al. 2021).

Celkovo sú výsledky súčasnej štúdie v súlade so zisteniami vyššie spomenutej štúdie a podporujú používanie biologicky aktívnych látok pri výrobe chmeľu. Je však dôležité zvážiť potenciálny vplyv počasia a lokality na výsledky získané v štúdiách, ako sú tieto. Je potrebný ďalší výskum.

Aj keď nie všetky spomenuté štúdie špecificky sledovali vplyv probiotík s obsahom *Lactobacillus* na produkciu chmeľu, naznačujú, že použitie prospešných mikroorganizmov môže mať pozitívne účinky na rast a produkciu poľnohospodárskych rastlín. Je možné, že podobné účinky možno pozorovať aj u chmeľových rastlín, ale na potvrdenie by bol potrebný ďalší výskum.

Vzorok odobratý v našom experimente poukazuje na určitý pozitívny vplyv na tvorbu alfa horkých kyselín a mierne zvýšené hodnoty relatívneho obsahu chlorofylu v listoch. Je však dôležité si uvedomiť, že celkové produkčné a kvalitatívne parametre chmeľu môžu ovplyvniť aj vonkajšie vplyvy, ako sú poveternostné podmienky, kvalita pôdy, nadmorská výška, celkové zrážky a všeobecne lokalita.

Zatiaľ čo niektoré predchádzajúce štúdie naznačili, že rôzne mikroorganizmy môžu mať pozitívny vplyv na rast rastlín a celkový stav, naše výsledky to naznačujú len čiastočne. Aj keď nie všetky naše výsledky vykazujú štatisticky významné rozdiely, experimentálna skupina, ktorá bola ošetrovaná Florou dosiahla vyššie hodnoty vo všetkých sledovaných parametroch v porovnaní s neošetrovanou kontrolou.

Výsledky práce naznačujú, že ošetrovanie prípravkom Flora môže stimulovať produkciu chmeľu, keďže rastliny ošetrované týmto prípravkom dosahovali vyššie hodnoty relatívneho obsahu chlorofylu v listoch počas všetkých troch rokov na všetkých lokalitách. Navyše hladina alfa horkých kyselín zostala na vyšších hodnotách v experimentálnej skupine v porovnaní s kontrolnou skupinou a dokonca dosiahla najvyššie hodnoty v čase zberu.

Celkovo náš experiment naznačuje, že ošetrovanie chmeľových rastlín zmesou s obsahom probiotických látok môže mať potenciálne pozitívny vplyv na výnos. Na lepšie pochopenie účinku probiotík na relatívny obsah chlorofylu v listoch, obsah alfa horkých kyselín a celkový výnos chmeľu sú však potrebné ďalšie experimentálne štúdie, berúc do úvahy vonkajšie faktory, ktoré môžu výrazne ovplyvniť výsledky.

## 8 Záver

Na záver možno konštatovať, na základe výsledkov nášho výskumu je testovaný prípravok Flora, potenciálnym nástrojom na zlepšenie produkcie a kvalitatívnych parametrov chmeľu. Avšak nie medzi všetkými sledovanými parametrami boli štatisticky významné rozdiely. Je dôležité poznamenať, že úrodu chmeľu a ďalšie sledované parametre môžu ovplyvniť vonkajšie poľnohospodárske faktory, ako sú poveternostné podmienky, lokalita, zrážky, kvalita pôdy alebo zamorenie škodcami. Pravidelné používanie testovaného prípravku má potenciál zvýšiť obsah dôležitých látok v rastline a neutralizovať rôzne stresové faktory, a tým pozitívne ovplyvniť celkový výnos chmeľu.

Zatiaľ čo štúdia poskytuje sľubné výsledky, je potrebný ďalší výskum na potvrdenie účinnosti probiotických baktérií z kmeňa *Lactobacillus* na produkciu chmeľu, ako aj na preskúmanie optimálnych podmienok na ich použitie. Okrem toho, by bolo vhodné preskúmať dlhodobé účinky používania probiotík na stav pôdy, rast rastlín a kvalitu konečného produktu. Výsledky tejto štúdie naznačujú, že použitie probiotík pri produkcii chmeľu má potenciál, ale na úplné pochopenie ich výhod a limitov sú potrebné ďalšie výskumy.

## 9 Literatúra

- Basařová, G., J. Šavel J., P. Basař a T. Lejsek. 2010. Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva. Praha: Nakladatelství VŠCHT, ISBN 978-80-7080-734-7
- Barth, H. J., C. Klinke and C. Schmidt, 1994. Hop Atlas. Hopfen. Joh. Barth & Sohn, Nürnberg, Germany, 383 pp.
- Bordenstein, S.R. and Theis, K.R. 2015. Host biology in light of the microbiome: ten principles of holobionts and hologenomes. PLoS Biol. 13, e1002226. doi: 10.1371/journal.pbio.1002226. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4540581/>
- Bouskill, N.J., Wood, T.E., Baran, R., Ye, Z., Bowen, B.P., Lim, H., Zhou, J., Nostrand, J.D., Nico, P., Northen, T.R., Silver, W.L., Brodie, E.L. 2016. Belowground response to drought in a tropical forest soil. I. Changes in microbial functional potential and metabolism. Front. Microbiol. 7, 525. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00525>. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.00525/full>
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil 383, 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Dere, Ş., Günes, T., Sivaci, R. 1998. "Spectrophotometric Determination of Chlorophyll - A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents," Turkish Journal of Botany: Vol. 22: No. 1, Article 3. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol22/iss1/3>
- Drobek, M., Fraç, M., Cybulska, J. 2019. Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress—A Review. Agronomy, 9, 335. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/333988550\\_Plant\\_Biostimulants\\_Importance\\_of\\_the\\_Quality\\_and\\_Yield\\_of\\_Horticultural\\_Crops\\_and\\_the\\_Improvement\\_of\\_Plant\\_Tolerance\\_to\\_Abiotic\\_Stress-A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/333988550_Plant_Biostimulants_Importance_of_the_Quality_and_Yield_of_Horticultural_Crops_and_the_Improvement_of_Plant_Tolerance_to_Abiotic_Stress-A_Review)
- Dolinar, M., N. Ferant, M. Zolnir, A. Simoncic, V. Knapic. 2002. In: D. Majer (Editor), Manual for hop growers. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Zalec, p. 51-73 (SI). Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/232711464\\_Production\\_character\\_of\\_the\\_EU\\_hop\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/232711464_Production_character_of_the_EU_hop_industry)
- Durilová, A. 2020. Zemědělství 2019. Publikácia Ministerstva zemědělství. Praha. 2020 ISBN 978-80-7434-558-6.
- Durilová, A. 2021. Zemědělství 2020. Publikácia Ministerstva zemědělství. Praha 2021. ISBN 978-80-7434-616-3.

- Flores-Félix, J.D., Silva, L.R., Rivera, L.P., Marcos-García, M., García-Fraile, P., Martínez-Molina, E., Mateos, P.F., Velázquez, E., Andrade, P., Rivas, R. 2015. Plant probiotics as a tool to produce highly functional fruits: the case of *phyllobacterium* and vitamin C in strawberries. PLoS One, 10, e0122281. Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0122281>
- Friskovec, I, M. Zmrzlak, M. Knapić. 2002. In: D. Majer (Editor), Manual for hop growers. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Zalec, p. 137-142 (SI).
- Forejtová, M. 2007. Tisková zpráva Svazu pěstitelů chmele České republiky [online]. Svaz pěstitelů chmele. 21.8.2007 [cit. 16.3. 2018]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=62697&ids=118>
- Glick, B.R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. Scientifica, 2012, 963401. doi: 10.6064/2012/963401. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24278762/>
- Havlík, V., M. Možný. 1992. Vliv počasí na vývoj chmele v obou hlavních chmelařských oblastech. Chmelařství,(3), s. 20-21
- Hnilíčková, H. ,Hnilička, F., Hejník, V., Kořen, J. 2005. Vliv vodního deficitu na rychlost fotosyntézy a transpirace chmele. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin (Sborník příspěvků), Praha, s. 127-131
- Holý, K., Procházka, P., Štranc, J., Štranc, D., Štranc, P. 2017: Integrovaná ochrana chmele, *Certifikovaná metodika*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.: 2-3.
- Huzsvai, L., Mohammed, S., Harsányi, E., Széles, A. 2022. Novel Approach for Statistical Interpretation: A Case Study from Long-Term Crop Production Experiments (Hungary). Horticulturae. doi:8. 48. 10.3390/horticulturae8010048.
- Jess S., Kildea, S., Moody, A., Rennick, G., Murchie, A., Cooke, L. 2014. European Union (EU) policy on pesticides: Implications for agriculture in Ireland. Wileyonlinelibrary.com. 2014. 9. doi:10.1002/ps.3801 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24753219/>
- Ježek, J., Vostřel, J., Krofta, K., Klapal, I., 2012. První český chmel v kvalitě bio. Zemědělec, Praha, č. 40, s. 21.
- Kim Y.C., Anderson A.J. 2018. Rhizosphere *Pseudomonads* as Probiotics Improving Plant Health. Mol. Plant Pathol. 19:2349–2359. doi: 10.1111/mpp.12693. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29676842/>
- Krištín, J., Burda, F., 1978. Zemědělská výroba pro střední zemědělské technické školy, studijní obor mechanizace zemědělské výroby. 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha: SZN.
- Krofta, K. 2008. Hodnocení kvality chmele. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-84-3.
- Krofta, K., Vrabcová, S., Mikyška, A., Jurková, M. 2013. The effect of hop beta acids oxidation products on beer bitterness.. Kvasny Prumysl. 59. 306-312. 10.18832/kp2013032.

- Kopecný, J. 1991. Potřeba závlahy chmele v českých chmelařských oblastech v roce 1990. *Chmelařství*, (6), s. 59-61
- Kopecný, J., Brynda, M., Ciniburk, V., Ježek, J., Klapal, I., Kořen, J., Kozlovský, P., Krofta, K., Kudrna, T., Nesvadba, V., Vostřel, J. 2008. Zakládání chmelnic hybridními odrůdami. *Metodika pro praxi 1, Žatec*, s. 5
- Kosař, K., Procházka, S. 2000. *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. ISBN 80-902658-6-3.
- López-Seijas, J., García-Fraga, B., da Silva, A.F., Sieiro, C. 2020. Wine Lactic Acid Bacteria with Antimicrobial Activity as Potential Biocontrol Agents against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Agronomy*. 10, 31. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010031>. Dostupné z: <https://www.mendeley.com/catalogue/186bc9c9-0280-30a3-9894-601842ec2a12/>
- Neve, R. A. 1991. *Hops*. Chapman and Hall, London, 266 s. ISBN 978-94010
- Nováková, J. 2001. Únava půdy (s. 545) - In *Zahradnický slovník naučný 5 R - Ž*. Vydání první, ÚZPI, Praha, 685 s
- Pavlovic, M. 1997. System analyse internationaler Hopfenwirtschaft: Entwicklung des Simulations modells für die technologisch-ökonomische Analyse auf Hopfenanbau-betrieben in Slowenien. *Schriftenreihe Agraria, Studien zur Agrarökologie*, Bd 24, Verlag Dr. Kovač, Hamburg, 184 pp. ISBN 978-3-86064-524-6
- Pavlovic, M. 2006. Simulation model SIMAHOP 3.1 application for comparative costs analysis in a hop industry. *Hmeljarski bilten - Hop Bulletin*. 13. 21-31 (Sl).
- Pavlovic, M., Pavlovic, V. 2011. Model evaluation of quality attributes for hops (*Humulus lupulus L.*), *Agrociencia*, 45:339-351. ISSN 2521-9766.
- Pavlovic, M. 2012. Production character of the EU hop industry. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 18. 233-239. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/232711464\\_Production\\_character\\_of\\_the\\_EU\\_hop\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/232711464_Production_character_of_the_EU_hop_industry)
- Picard, C., Bosco, M. 2008. Genotypic and phenotypic diversity in populations of plant-probiotic *Pseudomonas* spp. colonizing roots. *Naturwissenschaften*, 95, 1–16. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00114-007-0286-3>
- Pieterse, C.M.J. , Zamioudis, C. , Berendsen, R.L. , Weller, D.M. , Van Wees, S.C.M., Bakker, P.A.H.M. 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annu. Rev. Phytopathol.* 52, 347–375. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082712-102340>
- Procházka, Pavel, Jan Vostrěl, Jan Rehoř a Přemysl Štranc, 2021. Využití biologicky aktivních látek při produkci chmele. In: *Zemědělec: Využití biologicky aktivních látek při produkci chmele*. 16/2021. Praha: ProfiPress, s. 40-64. ISSN 1211-3816.

- Prugar, Jaroslav. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, ISBN 978-80-86576-28-2
- Rangel, A., Rechcigl, J., Bollin, S., Deng, Z., Agehara, S. 2021. Hop (*Humulus lupulus* L.) phenology, growth, and yield under subtropical climatic conditions: Effects of cultivars and crop management. *Australian Journal of Crop Science*. 764-772. 10.21475/ajcs.21.15.05.p3192.
- Shafi, J. , Tian, H., Ji, M. 2017. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnol. Equip.* 31, 446–459. doi: 10.1080/13102818.2017.1286950. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/313674517\\_Bacillus\\_species\\_as\\_versatile\\_weapons\\_for\\_plant\\_pathogens\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/313674517_Bacillus_species_as_versatile_weapons_for_plant_pathogens_a_review)
- Slavík, L., Kopecký, J. 1997. Účinnost závlah chmele ve srážkově rozdílných ročnících. *Chmelařství*, (4), s. 44-46
- Small, E. 1978. A Numerical and Nomenclatural Analysis of Morpho-Geographic Taxa of *Humulus* – Systematic Botany. *American Society of Plant Taxonomists* 3 (1), 37–76 s. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/2418532>.
- Solarska, Ewa. 2013. Consortium of probiotic microorganisms as biocontrol agent of pests and diseases on hops. *J Prob Health*. 1:4. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.4172/2329-8901.S1.01>
- Srecec, S., D. Kucic, I. Kvaternjak, I. Maric. 2004. Dynamics of hop growth and accumulation of alpha-acids in normal and extreme climate conditions. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 69:59-62. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/12270>
- Šnobl, J., 1989. Vztahy mezi výživou, výnosem a kvalitou chmelových hlávek. *Rostlinná výroba* 35, (10), s. 1079-1086
- Šnobl, J. 2005. Chmel. In: Šnobl, J., Pulkrábek, J. et al. *Základy rostlinné produkce* (2. vyd.). Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 174 s. ISBN 80-213-1340-4.
- Štranc, P., J. Štranc, J. Jurčák, D. Štranc a B. Pázler, 2007. *Výsadba chmele*. Kurent, České Budějovice.
- Štranc, P., J. Štranc, D. Štranc, R. Ledvina. 2008. *Zpracování půdy ve chmelnicích*. Praha [i.e. České Budějovice]: Kurent. ISBN 978-80-87111-11-6.
- Štranc, J., P. Štranc., D. Štranc. 2013. *Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře roku 2012*. Praha [i.e. České Budějovice]: Kurent. ISBN 978-80-87111-39-0.
- Štranc., P., P. Procházka, D. Štranc. 2022. Počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2021, ZEPOR - zemědělské poradenství a soudní znaleství Žatec, Česká zemědělská univerzita v Praze. Sborník SPZO.

- Van Driesche, R., Hoddle, M., Center, T. 2008. Control of pests and weeds by natural enemies: An introduction to biological control. Blackwell Publishing, Oxford, UK. ISBN 978-14-05145-71-8
- Vančura, V. 1980. Metabolické interakce rostlin a mikroorganismů v půdě. Autoreferát disertační práce. Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha, 39 s.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. ČZU Praha, s. 17,73
- Viaene, T., Langendries, S., Beirinckx, S., Maes, M. and Goormachtig, S. 2016. *Streptomyces* as a plant's best friend? FEMS Microbiol. Ecol. 92, fiw119. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw119>
- Volf, M., J. Zeman. 2019. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 36 vyhodnocovací seminář. Hluk: sborník 20. - 21. 11. 2019. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. 36:3-13.
- Vostřel, J., I. Klapal, M. Trefilová. 2021. Metodika ochrany chmele 2021. CHMELAŘSKÝ INSTITUT s.r.o., Žatec. ISBN 978-80-86836-45-4.
- Wright, M., Adams, J., Yang, K., McManus, P., Jacobson, A., Gade, A., McLean, J., Britt, D., Anderson, A. 2016. A root-colonizing *Pseudomonad* lessens stress responses in wheat imposed by CuO nanoparticles. PLoS One, 11, e0164635. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164635>
- Zi, X., Li, M., Chen, Y., Lv, R., Zhou, H., & Tang, J. 2021. Effects of Citric Acid and *Lactobacillus plantarum* on Silage Quality and Bacterial Diversity of King Grass Silage. Frontiers in microbiology, 12, 631096. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.631096>
- URL 1. (Probiotika pro rostliny Flora, 2021. Laiven.org [online]. Praha: MANETECH [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://laiven.org/produkty/probiotika-pro-rostliny-flora/>)
- URL 2. (N-Tester BT - to measure leaf nitrogen, 2018. yara.co.uk [online]. Norway: YARA [cit. 2023-03.20]. Dostupné z: <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/farmers-toolbo>



