

Závěrečná zpráva projektu dotačního programu 3.d. za celé období řešení v letech 2014 až 2022

1. DOTAČNÍ PROGRAM

3.d. Podpora tvorby rostlinných genotypů s vysokou rezistencí k biotickým i abiotickým faktorům a diferencovanou kvalitou obilovin včetně kukuřice, malých zrnin, olejnin, luskovin, brambor, píce, zelenin, léčivých, aromatických a kořeninových rostlin, chmele, révy a ovocných dřevin a ozdravování genotypů révy, chmele a ovocných plodin

Dle „Zásad, kterými se stanovovaly podmínky pro poskytování dotací pro roky 2014–2022 na základě § 1, § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb. o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Zásady“)

1.1 **ŽADATEL:** Chmelařský institut s.r.o. Žatec

1.2.

X	aplikovaný výzkum
	experimentální vývoj

1.3. VÝZKUMNÝ PROJEKT DOTAČNÍHO PROGRAMU

3.d.1. Tvorba genotypů s vysokou rezistencí k biotickým a abiotickým faktorům a diferencovanou kvalitou obilovin včetně kukuřice, malých zrnin, olejnin, luskovin, brambor, píce, zelenin, léčivých, aromatických a kořeninových rostlin, chmele, révy a ovocných dřevin.

1.4. NÁZEV ŘEŠENÉHO PROJEKTU

Tvorba genofondu chmele s rezistencí k biotickým a abiotickým faktorům s požadovanou kvalitou znaků s preferencí na rezistenci k mšici chmelové

1.5. ANOTACE ŘEŠENÍ PROJEKTU

V letech 2014 až 2022 bylo realizováno 407 křížení. Celkem bylo získáno 44 065 nových genotypů chmele, z kterých bylo vybráno 279 perspektivních genotypů s požadovanou odolností. Do projektu bylo též zařazeno 760 genotypů ze šlechtitelských školek. V průběhu řešení byly splněny všechny zadání cíle projektu. Zpřístupněné genotypy byly zařazeny do kolekce genetických zdrojů chmele - 6 genotypů odolných k mšici chmelové, 6 genotypů odolných k peronosporě chmelové, 7 genotypů odolných k padlí chmelovému a 5 genotypů odolných k suchu. Jako rozpracované šlechtitelské materiály lze považovat 36 genotypů odolných k mšici chmelové, 17 genotypů odolných k verticilliu a 12 genotypů odolných k suchu. Dále je zpřístupněno 6 poloprovozních a 9 polních ploch. Řada výsledků byla prezentována na vědeckých konferencích a publikována ve vědeckých a odborných časopisech.

1.5. CÍL ŘEŠENÉHO PROJEKTU

1. Získat nový genofond chmele s požadovanou rezistencí k mšici chmelové (*Phorodon humuli*)
2. Získat genotypy chmele s rezistencí k peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*)
3. Získat genotypy chmele s rezistencí k padlí chmelovému (*Spharotheca humuli*)
4. Získat genotypy odolné k suchu
5. Získat perspektivní rezistentní genotypy s požadovanými pěstitelskými i pivovarskými znaky

1.6.1. DÍLČÍ CÍLE ŘEŠENÉHO PROJEKTU

1. Realizace nových křížení pro tvorbu nové generace rezistentních genotypů chmele
2. Testace rezistence získaných genotypů chmele
3. Ověření rezistence v polních podmínkách
4. Hodnocení požadovaných pěstitelských i pivovarských znaků
5. Výběr nových rezistentních genotypů pro následné ověření pro pěstování v polních podmínkách i pivovarské využití
6. Hodnocení odolnosti k suchu u velmi perspektivních genotypů

2. SKUTEČNOST ZA UPLYNULÉ OBDOBÍ 2014–2022

2.1. PROJEKTOVÝ TÝM

2.1.1. ORGANIZACE ÚČASTNÍCÍ SE PROJEKTU

Chmelařský institut s.r.o.

Kadaňská 2525

438 46 Žatec

Jednatel: Ing. Josef Patzak, Ph.D.

2.1.2. ŘEŠITELSKÝ TÝM

Výzkumný tým byl složen z oddělení genetiky a šlechtění, biotechnologie, chemie, ochrany a agrotechniky. Složení: 12 výzkumných pracovníků, 8 techniků a 11 dělnických profesí.

Výzkumní pracovníci:

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D. (šlechtění chmele) – hlavní řešitel (2014 - 2022)

Ing. Jitka Charvátová (šlechtění chmele) – spoluřešitel (2021 - 2022)

Ing. Karel Krofta, Ph.D. (chemie chmele) – spoluřešitel (2014 - 2022)
Ing. Jiří Kořen, Ph.D. (ověřování rezistence) – spoluřešitel (2014 - 2015)
Ing. Josef Patzak, Ph.D. (molekulární analýzy rezistence) – spoluřešitel (2014 - 2022)
Ing. Alena Hencychová (molekulární analýzy rezistence) – spoluřešitel (2021 - 2022)
Ing. Josef Ježek, Ph.D. (agrotechnické pokusy) – spoluřešitel (2014 - 2022)
Ing. Pavel Donner, Ph.D. (agrotechnické pokusy) – spoluřešitel (2021 - 2022)
Ing. Josef Vostřel, CSc. (škůdci chmele) – spoluřešitel (2014 - 2022)
Ing. Petr Svoboda, CSc. (ozdravovací proces, izoláty) – spoluřešitel (2014 - 2022)
Ing. Jaroslav Pokorný, Ph.D. (pěstitelské testace nových genotypů) – spoluřešitel (2014 - 2022)
Ing. Markéta Trefilová/roz. Werschallová/ (houbové choroby chmele) - spoluřešitel (2018 - 2022)

2.2. ČASOVÝ POSTUP PRACÍ

2.2.1. AKTIVITY USKUTEČNĚNÉ

V letech 2014 až 2018 byly řešeny 3 aktivity, s cílem tvorby širokého genofondu genetického materiálu pro řešení navazujících etap od roku 2017:

1. Tvorba nových potomstev s preferencí na odolnost k mšici chmelové.

V letech 2014 až 2016 bylo realizováno 155 křížení. Ze získaných semen bylo vysazeno celkem 24 255 nových genotypů chmele, z kterých bylo následně 16 940 genotypů testováno na odolnost (toleranci) k mšici chmelové. Zbylých 7 315 bylo vyřazeno z důvodu neperspektivity (velmi nízký výnos nebo zdeformované rostliny). Všechny genotypy byly dále použité v následných etapách

2. Testace šlechtitelského materiálu v šlechtitelských porostech na citlivost k mšici chmelové

Šlechtitelský materiál byl pravidelně hodnocen od náletu mšice chmelové (květen) až po sklizeň chmele (září). Šlechtitelské porosty nebyly v době náletu mšice chemicky ošetřovány. Základem byl výběr jak rezistentních genotypů, tak i genotypů tolerantních s požadovanými vlastnostmi. Již v prvním roce byly nalezeny 2 odolné genotypy (E 3/1 a E 1/3/3), které byly následně odebrány pro množení. V roce 2016 bylo nalezeno dalších 27 nadějných genotypů, které byly vysazeny do šlechtitelských porostů. Od počátku řešení projektu se našlo celkem 128 nadějných (k mšici tolerantních) genotypů, které budou dále testovány z pohledu kvantitativních a kvalitativních hospodářských znaků. Všechny genotypy byly vysazeny do šlechtitelských porostů.

3. Hodnocení kvalitativních a kvantitativních znaků u perspektivního šlechtitelského materiálu

V rámci šlechtitelského programu bylo z potomstev z let 2014 až 2016 vybráno 760 genotypů, které vykazovaly požadované vlastnosti. V době sklizně v roce 2016 byly u 49 perspektivních genotypů provedeny rozbory rostlin, kde se hodnotila délka pazochů, síla révy, velikost, množství a hmotnost hlávek, hmotnost révových listů a pazochových listů. Zbývající perspektivní genotypy byly sklizeny na vzorkovém česacím stroji, usušeny a do konce roku provedeny chemické analýzy na obsah a složení chmelových pryskyřic a silic. Tito novošlechtěnci byli porovnaní s českými registrovanými odrůdami. V současné době jsou nejlepší genotypy množeny pro poloprovozní pokusy, aby se ověřily stanovené parametry.

Od 2017 byly řešeny následné etapy:

1. Získat nový genofond chmele s požadovanou rezistencí k mšici chmelové a k houbovým chorobám

Tato etapa byla řešena v letech 2017 až 2018. V průběhu dvou let bylo realizováno 88 křížení. Ze semen bylo následně testováno 6 700 nových genotypů na odolnost k houbovým chorobám a mšici chmelové. V letech 2017 a 2018 bylo získáno 47 perspektivních genotypů. Cílem bylo získat vysoký počet genotypů vykazujících požadovanou rezistenci k mšici chmelové a k houbovým chorobám. Jednalo se o choroby peronospora chmelová, padlí chmelové a verticillium. Podařilo se získat pouze genotypy odolné k verticilliu. U těchto genotypů byla ověřena odolnost i pomocí identifikace genů odolnosti (Tabulka 1). Nejvyšší počet genů odolnosti má genotyp 5501. Vysokou odolnost vykazují též genotypy, které mají 2 geny odolnosti. Toleranci k verticilliu vykazuje 13 genotypů s jedním genem odolnosti. Genotypy vykazující odolnost k mšici chmelové byly dále hodnoceny v etapě 2 a genotypy odolné k peronospoře a padlí byly následně hodnoceny v etapách 3 a 4.

Tabulka 1: Vybrané genotypy s identifikovanými geny odolnosti k *Verticillium nonalfalfae*.

Vzorek	Počet genů	2.2 var.1	2.3	2.4 var.1	2.4 var.2	2.4 var.3	2.6
5189	1	+					
5190	1		+				
5194	1	+					
5195	1			+			
5197	1		+				
5398	1	+					
5461	2			+			+
5462	1	+					
5463	1	+					
5495	2	+			+		
5501	3	+			+		+
5503	2	+			+		
5507	2	+			+		
5512	1						+
5606	2	+					+
5617	1						+
5618	1					+	
5621	1	+					
5668	1	+					

Výsledky poukazují, že se podařilo získat další 2 genotypy, které splňují odolnost k mšici chmelové i odolnost k houbovým chorobám (peronospora a padlí chmelové) a to 5164 a 5045. Tyto genotypy jsou výsledkem projektu a byly předány do kolekce GZ chmele. Perspektivní genotypy byly následně testovány v rámci 6. etapy.

2. Získat genotypy chmele s rezistencí k mšici chmelové (*Phorodon humuli*)

Tato etapa byla řešena v letech 2017 až 2019. Základem etapy byly genotypy získané od začátku řešení projektu v rámci (Tvorba nových potomstev s preferencí na odolnost k mšici chmelové, Testace šlechtitelského materiálu v šlechtitelských porostech na citlivost k mšici chmelové a získat nový genofond chmele s požadovanou rezistencí k mšici chmelové a k houbovým chorobám.). Šlechtitelský materiál byl pravidelně hodnocen od náletu mšice chmelové (květen) až po sklizeň chmele (září). V současné době

jsou vysazeny v pokusné šlechtitelské chmelnici. Vybrané genotypy byly též hodnoceny ve skleníkových pokusech. Lze konstatovat, že se podařilo získat několik nadějných genotypů chmele vykazující vysokou toleranci k mšici chmelové – jedná se o řadu genotypů 5600 až 5635. Výsledky poukazují, že se podařilo získat i odolné genotypy na nízkou konstrukci. Tyto genotypy byly následně testovány v rámci 6. etapy.

3. Získat genotypy chmele s rezistencí k peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*)

Tato etapa byla řešena v letech 2017 až 2019. Šlechtitelský materiál byl pravidelně hodnocen a to ve dvou etapách. První etapa je od počátku růstu (březen), kdy je výskyt primární infekce. Druhá etapa byla zahájena v polovině června, kdy je sekundární infekce na listech, květech a hlávkách. Tato etapa je řešena na pokusné chmelnici, kde se neprovádí chemické ošetření. Hodnocení bylo též provedeno u sklizňových vzorků v říjnu při bonitacích. Genotypy, které vykazovaly odolnost, byly následně hodnoceny v laboratorních podmínkách dle metodiky terčíkové metody. Výsledkem je řada odolných genotypů, které jsou výstupem projektu. Tyto genotypy byly následně testovány v rámci 6. etapy.

4. Získat genotypy chmele s rezistencí k padlí chmelovému (*Spharotheca humuli*)

Tato etapa byla řešena v letech 2017 až 2019. První selekce odolnosti byla provedena ve skleníku na semenáčích pomocí přirozených infekcí. Nenapadené rostliny byly následně vysazeny do šlechtitelské chmelnice k dalšímu hodnocení. Šlechtitelský materiál byl pravidelně hodnocen v průběhu růstu a vývoje rostlin. Tato etapa je řešena na pokusné chmelnici, kde se neprovádí chemické ošetření. Hodnocení bylo též provedeno u sklizňových vzorků v říjnu při bonitacích. Výsledkem je řada odolných genotypů, které jsou výstupem projektu. Tyto genotypy byly následně testovány v rámci 6. etapy.

5. Získat genotypy odolné k suchu

Tato etapa byla řešena v letech 2017 až 2022. V letech 2017 a 2018 bylo hodnocení zaměřeno na testování odolnosti k suchu již získaných genotypů chmele v rámci šlechtitelského programu. Byla hodnocena variabilita kvalitativních a kvantitativních znaků. Nadějně genotypy byly následně testovány na odolnost k suchu ve skleníkových podmínkách. Tyto testace byly pak používány v průběhu řešení této aktivity, tj do roku 2022. Křížení pro tvorbu nových potomstev byla realizována v letech 2019 až 2022. Celkem bylo provedeno 164 křížení. Ze semen bylo následně testováno 13 110 nových na odolnost k houbovým chorobám. Na základě testací bylo vybráno 104 perspektivních genotypů chmele. Výsledkem této etapy je získání 17 genotypů chmele odolných k suchu.

Tabulka 2: Obsah a složení chmelových pryskyřic u genotypů odolných k suchu

Genotyp	Alfa kys. (%hm.)	Beta kys. (%hm.)	Poměr alfa/beta	Kohumulon (%rel.)
5304	11,63	3,57	3,26	25,30
5432	7,46	4,12	1,81	24,70
5461	8,39	3,53	2,38	29,70
5465	7,36	3,62	2,03	22,20
5559	5,08	5,38	0,94	22,40
5348	7,28	4,68	1,56	25,00
5398	3,09	5,24	0,59	22,50
5464	5,77	4,87	1,18	24,70
5477	3,50	2,38	1,47	21,30
5480	6,82	3,84	1,78	31,30
5501	1,80	3,11	0,58	40,30
5507	3,22	2,96	1,09	37,60
5522	2,93	4,98	0,59	28,70
5642	3,34	1,88	1,78	22,20
5646	3,56	1,76	2,02	34,00
5669	5,15	2,36	2,18	41,70
5693	3,45	1,75	1,97	21,70

6. Získat perspektivní rezistentní genotypy s požadovanými pěstitelskými i pivovarskými znaky.

Tato etapa byla řešena v letech 2017 až 2022. Velmi perspektivní genotypy byly postupně vysazovány do polních pokusů i poloprovozních ploch. V současné době je založeno 9 polních pokusů a 6 poloprovozních ploch. Cílem bylo ověřit požadované pěstitelské znaky u těchto perspektivních genotypů chmele. Současně se získalo větší množství chmele (10 až 60 kg) pro pivovarské testy jak v pokusném pivovárku CHI Žatec, tak i pro ověřovací várky v minipivovarech nebo velkých pivovarech. Výsledky polních pokusů byly pravidelně publikovány a prezentovány na chmelařských akcích. Totéž platí pro prezentaci pivovarských testů pro české pivovary. Lze konstatovat, že všechny genotypy, které jsou výsledkem projektu a jsou zpřístupněny v rámci kolekce genetických zdrojů chmele byly testovány na pěstitelské a pivovarské znaky.

Výsledky poukazují, že díky této etapě (5. cíl řešeného projektu), tj. pěstitelské a pivovarské testování, se podařilo vybrat nové rezistentní genotypy pro následné ověření pro pěstování v polních podmínkách i pivovarské využití. Výsledkem jsou genotypy, které jsou zařazené do polních a poloprovozních ploch.

2.2.2. AKTIVITY NEUSKUTEČNĚNÉ

Všechny plánované aktivity byly uskutečněné

2.3. PŘEHLED ZMĚN, KTERÉ NASTALY V PRŮBĚHU ŘEŠENÍ

V průběhu řešení nenastaly žádné změny řešení projektu

3. PŘEHLED VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ VÝZKUMNÉHO PROJEKTU V RÁMCI DP 3.d. 2014-2022

Slovně uvést výsledky řešeného výzkumného projektu.

Na jednání Rady genetických zdrojů rostlin bylo navrženo, aby výsledky tohoto projektu (z 3.d podpory) byly zařazeny do kolekce genetických zdrojů rostlin. Z tohoto důvodu byla řada nadějných genotypů v průběhu řešení projektu zařazena do polní kolekce chmele.

A) Získané genotypy

Genotypy odolné k mšici chmelové:

- E 1/3 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- E 3/1/1 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- N11 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- N12 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- N13 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- N35 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

Genotypy odolné k peronospoře chmelové:

- 4975 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- 5044 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele
- 5045 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele (tolerance k mšici, odolný k suchu)
- 5164 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele (tolerance k mšici, odolný k suchu)
- 5495 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5520 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

Genotypy odolné k padlí chmelovému:

4799 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

4979 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

4980 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5512 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5540 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5571 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5580 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

Genotypy odolné k suchu:

5304 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5432 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5461 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5465 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

5559 - zpřístupnění v rámci kolekce GZ chmele

Další genotypy jsou dále zařazeny ve šlechtitelském programu, kde je nutné ještě provést ověření dané odolnosti a hlavně kvalitativních a kvantitativních znaků. U těchto genotypů jsou zpřístupněny výsledky průběžného hodnocení (založeno v CHI Žatec).

- Genotypy řady 5600 až 5635, které vykazují odolnost k mšici chmelové
- Genotypy 5189, 5190, 5194, 5195, 5197, 5398, 5461, 5462, 5463, 5501, 5503, 5507, 5606, 5617, 5618, 5621, 5668, které vykazují odolnost k verticilliu
- Genotypy 5348, 5398, 5464, 5477, 5480, 5501, 5507, 5522, 5642, 5646, 5669 a 5693, které vykazují odolnost k suchu

U těchto genotypů je zpřístupněna charakterizace genotypů klasickými metodami: podrobné popisy v průběhu růstu a vývoje rostlin, stanovení citlivosti k houbovým chorobám, stanovení obsahu a složení chmelových pryskyřic i silic, bonitace chmele, charakterizace vůně chmelových hlávek, mechanické rozborů suchých chmelových hlávek.

B) Polních a poloprovozních ploch

Zpřístupněny jsou polní a poloprovozní plochy (vždy s doprovodem řešitelů tohoto projektu) v těchto lokalitách:

- Stekník: poloprovoz i polní pokusy 4x
- Kněžice: poloprovoz 2x
- Chrástany: poloprovoz 2x
- Běsno: polní pokus
- Nesuchyně: poloprovoz a polní pokus
- Lenešice: polní pokus
- Staňkovice: polní pokus
- Radovesice: polní pokus

C) Prezentace výsledků

Výsledky byly prezentovány na chmelařských i pivovarských seminářích a též byly publikovány ve vědeckých a odborných periodikách. Prezentace lze získat v rámci sborníků i databáze článků DOI.

x	Řešitel souhlasí se zpřístupněním a zveřejněním výsledků podporovaného programu pro veřejnost zdarma po dobu nejméně 5 let od ukončení projektu.
---	--

4. NÁKLADY NA ŘEŠENÍ PROJEKTŮ JSOU UVEDENY V DÍLČÍCH ZPRÁVÁCH ŘEŠENÉHO VÝZKUMNÉHO PROJEKTU. JEDNOTLIVÉ DÍLČÍ ZPRÁVY 2014-2022 JSOU PŘÍLOHOU TÉTO ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY

V Žatci, 20.6.2023



zpracoval: Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D.
vedoucí oddělení šlechtění

Chmelařský institut s.r.o.
Kadaňská 2525, 438 01 Žatec
DIČ: CZ14864347



schválil: Ing. Josef Patzak, Ph.D.
jednatel