

Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové

VÝZKUMNÉ PROJEKTY  
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR



*Projekt*

**ELIMINACE NEPRODUKTIVNÍCH SEMEN  
Z ODDÍLŮ OSIVA METODOU IDS**

*Řešitel*

Mendelova univerzita v Brně



Odpovědný řešitel:

**Ing. Kateřina Houšková, Ph.D.**

Spoluřešitelé:

**Jan Klepárník, Oldřich Mauer,  
Anna Vávra Čurdová, Jiří Bezdíček, Petra Pantová,  
Šimon Dolenský, David Jan, Karel Kohout**

*Brno, prosinec 2020*



# **Závěrečná zpráva**



## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>PRVNÍ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2017)</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DRUHÝ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2018)</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>TŘETÍ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2019)</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>ČTVRTÝ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2020)</b> .....	<b>14</b>
	5.1 TESTOVÁNÍ METODY IDS PRO 4. KONTROLNÍ DEN (LEDEN-ŘÍJEN 2020) .....	14
	5.2 ZÁVĚREČNÉ TESTOVÁNÍ METODY IDS (ŘÍJEN-PROSINEC 2020) .....	16
	5.2.1 Materiál a metody .....	16
	5.2.2 Výsledky .....	17
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>23</b>
	6.1 Poděkování .....	24
<b>7</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>24</b>



## 1 ÚVOD

V posledních letech narůstá v České republice poptávka i produkce krytokořenného sadebního materiálu. Systém pěstění těchto rostlin vyžaduje nákladné vybavení, proto i výsledné rostliny jsou dražší ve srovnání s prostokořenným sadebním materiálem. Je tedy snaha, aby všechny části pěstebního procesu byly optimalizovány tak, aby náklady byly co nejnižší. Jedním z klíčových momentů je sje semen do sadbovačů, kdy optimální stav je vypěstovat z jednoho semene ve všech buňkách sadbovače jednu rostlinu. Jelikož však klíčivost a tedy i vzcházivost semen nebývá 100%, je nutné vysévat více semen do jedné buňky sadbovače a po vzejití klíčící rostliny jednotit, aby nevznikalo příliš mnoho prázdných buněk bez produkce. Jednocení rostlin je však opět časově náročná aktivita v časově vytíženém jarním období spojená s vyššími náklady na osivo, vyššími náklady na pěstování rostlin s vyšším podílem manuální práce. Bylo by tedy výhodnější používat pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu osivo nejvyšší kvality, ideálně s čistotou a klíčivostí blízkou 100 %. Je navíc i vhodné využívat maximum živých semen v osivu, neplýtvat osivem při výsevu vícero semen do jedné buňky sadbovače, neboť je třeba si uvědomit, že osivo je drahou a vzácnou komoditou, které může být v souvislosti i s klimatickými změnami do budoucna příliš velký nedostatek.

Poměrně dobře jsou v České republice zvládnuty techniky odstraňující z osiva nečistoty a prázdná semena, jsou případně i k dispozici přístroje pro odstranění mechanicky poškozených semen z oddílů osiva (PREVAC), ale z osiva nelze odstranit plná, ale mrtvá semena, proto je obtížné dosáhnout 100 % klíčivých semen v osivu. Literatura (Bergsten 1987) však jednu metodu pro odstranění mrtvých semen z oddílů osiva popisuje, a to metodu známou pod zkratkou „IDS“, která je nabízena několika málo firmami ve světě, je známá ve Skandinávii a je využívána i např. v Kanadě.

Metoda IDS využívá rozdílné reakce mrtvých a živých semen na vysoušení (Palátová 2008). Mrtvá i živá semena ve vlhkém prostředí přijímají vodu, ale mrtvá semena ji při následném vysoušení ztrácí rychleji. Tím se mění specifická hmotnost semen a lze tedy separovat mrtvá semena od živých. Cílem projektu je otestovat a specifikovat metodu IDS pro využití Semenářským závodem Týniště nad Orlicí (LČR, s.p.).

## 2 PRVNÍ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2017)

V prvním roce řešení projektu (červenec-prosinec 2017) byly poznatky o metodě IDS z literatury aplikovány na osivo borovice lesní, u které je metoda praktikována a popisována nejpodrobněji a s největším úspěchem. Metoda spočívá ve 3 krocích: 1. v inkubaci osiva, kdy je osivu dodána voda, 2. v sušení osiva, kdy mrtvá semena ztrácí vody rychleji než semena živá a 3. v separaci osiva plavením ve vodě. Název metody „IDS“ je přitom odvozený od prvních písmen anglických názvů těchto kroků (**I**ncubation, **D**rying, **S**eparation). Inkubace by měla být realizována při 15 °C a 100 % relativní vlhkosti vzduchu (RVV) po dobu 3 dnů, sušení při 20-25 °C a nízké 5-15% RVV a následná separace ve vodě plavením. Z literatury je zřejmé poměrně složité vybavení vhodné pro aplikaci metody, jehož technický popis však není do detailu specifikován a v prvním roce řešení byla proto snaha otestovat metodu vystavením osiva podmínkám, které literatura popisuje, a to bez speciálního vybavení, viz technická zpráva k 1. kontrolnímu dni (2017).

Byly testovány různé formy předinkubační přípravy (dovlhčení, máčení osiva), různá prostředí inkubace pro zajištění 100% RVV (plastové boxy s osivem uzavřeným nad hladinou vody, plastové sáčky, Petriho misky s osivem na zvlhčeném filtračním papíru, inkubátor s možností nastavení 95% RVV), různá doba sušení (8, 9 hod – ověřena Vrbou (2017) na testovaném osivu). Byla zjišťována metoda určení vhodné doby sušení a testována vhodná doba plavení

semen. K testování bylo použito osivo s nižší klíčivostí pro očekávaný zřetelnější rozdíl v kvalitě původního osiva a osiva ošetřeného metodou IDS.

Výsledky vedly v některých variantách ke zvýšení klíčivosti i energie klíčení osiva (např. tab. 1, obr. 1, 2), nebylo však dosaženo klíčivosti nad 95 % žádané pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu. Bylo patrné, že separace metodou IDS může být úspěšná, nicméně v plovoucí frakci byl zjištěn vždy poměrně velký podíl živých semen, což svědčí o málo efektivním sušení a v sedimentující frakci bylo poměrně hodně semen svěžích a někdy i mrtvých, což svědčí o nižší účinnosti inkubace a plavení osiva.

Tab. 1: Výsledky zkoušky klíčivosti osiva borovice lesní v jednotlivých variantách metody IDS s různou délkou sušení semen (ve dvou opakováních) pro sedimentující a plovoucí frakci osiva

Označení varianty		Energie klíčení (%)	Podíl semen (%)			
			Klíčivých	Svěžích	Mrtvých	Prázdných
<b>Bez IDS</b>		42	60	26	14	0
<b>5 hod sušení 1</b>	Plovoucí frakce	5	10	45	45	0
	Sedimentující frakce	35	61	33	6	0
<b>5 hod sušení 2</b>	Plovoucí frakce	5	17	52	31	0
	Sedimentující frakce	47	72	25	3	0
<b>6 hod sušení 1</b>	Plovoucí frakce	7	15	24	61	0
	Sedimentující frakce	30	59	38	3	0
<b>6 hod sušení 2</b>	Plovoucí frakce	15	25	40	35	0
	Sedimentující frakce	46	65	34	1	0



Obr. 1: Semena na klídicích v době zjišťování energie klíčení – vlevo frakce plovoucí, vpravo frakce sedimentující





Obr. 2: Semena na klíčovkách v době zjišťování energie klíčení – vpředu sedimentující frakce po aplikaci metody IDS, vzadu semena bez aplikace metody IDS

### 3 DRUHÝ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2018)

Ve druhém roce řešení projektu, roce 2018, byly perspektivní varianty z předchozích analýz testovány na více oddílech osiva borovice lesní, byly realizovány rovněž první testy s oddíly osiva smrku ztepilého a douglasky tisolisté, viz technická zpráva ke 2. kontrolnímu dni (2018). Efekt zvýšení klíčivosti a energie klíčení se potvrdil u všech testovaných oddílů osiva borovice lesní (tab. 2). Aplikací IDS se však stále nepodařilo získat osivo s klíčivostí vyšší než 95 % (předpokládaný problém účinnosti separace), naopak separovaná/odstraněná plovoucí frakce obsahovala nezanedbatelné množství klíčivých semen (předpokládaný problém účinnosti sušení).

Tab. 2: Výsledky zkoušky klíčivosti u oddílů osiva borovice A, B a C bez ošetření metodou IDS a ošetřených metodou IDS, a to zvláště pro frakci plovoucí (P) a sedimentovanou (S)

oddílu	Označení varianty	Energie klíčení (%)	Podíl semen (%)			
			klíčivých	svěžích	mrtvých	prázdných
A	bez IDS	27	55	0	45	0
	P	20	43	0	57	0
	S	44	77	0	23	0
B	bez IDS	27	67	0	33	0
	P	27	44	0	56	0
	S	46	87	0	13	0
C	bez IDS	65	84	0	16	0
	P	35	45	0	55	0
	S	81	94	0	6	0

Obdobná reakce byla zaznamenána i u smrku ztepilého (tab. 3), ale douglaska tisolistá na aplikaci IDS nereagovala, již při inkubaci se nezvýšila specifická hmotnost semen natolik, aby osivo ve vodě vůbec sedimentovalo. Douglaska tisolistá byla proto z dalšího testování i cíle projektu na následujícím kontrolním dnu vyloučena.

Tab. 3: Výsledky zkoušky klíčivosti u testovaných oddílů osiva BO a SM bez ošetření metodou IDS a ošetřených metodou IDS, a to zvláště u frakce plovoucí (P) a sedimentované (S)

Označení varianty	Energie klíčení (%)	Podíl semen (%)			
		Klíčivých	Svěžích	Mrtvých	Prázdných
<b>BO</b> bez IDS (BO)	53	76	0	24	0
BO-P	34	49	0	51	0
BO-S	68	85	0	15	0
<b>SM</b> bez IDS (SM)	2	69	0	29	2
SM-P	23	43	0	56	1
SM-S	51	78	0	22	0

S ohledem na vyšší rozvoj hub při aplikaci metody IDS, zejména při inkubaci osiva, byly také testovány 4 metody hodnocení zdravotního stavu osiva. Jako nejvhodnější metoda, pomocí které by v budoucnu bylo možné vliv aplikace metody IDS na zdravotní stav osiva vyhodnotit, byla shledána metoda „izolace mikroskopických hub z povrchu semen kultivovaných na živném médiu“. Metoda umožnila relativně rychle a přesně determinovat druhy, příp. rody přítomných hub a kvantifikovat množství napadených semen. Metody (1) stanovení druhové skladby houbových organismů parazitujících na osivu v průběhu zkoušky klíčivosti a (2) přímá izolace mikroskopických hub z povrchu semen inkubovaných v rámci IDS nepřinášely dostatečně podrobné výsledky; poslední metoda, (3) izolace mikroskopických hub z oplachu povrchu neinkubovaných semen, byla nejpřesnější, ale příliš pracná a časově náročná. Ani jedna z metod neodhalila přítomnost žádného netypického nebo patogenního houbového organismu.

S ohledem na nutnost získání dalších informací o realizaci metody IDS a na nutnost posunu ve výsledcích byl navázán kontakt se švédským semenářským závodem Svenska Skogplantor, kde metodu IDS již delší dobu využívají v praxi. Byla realizována služební cesta do tohoto závodu a získán podrobný popis metody i vybavení, viz technická zpráva ke 2. kontrolnímu dni (2018). Bylo zjištěno, že inkubace osiva probíhá ve dvou krocích. (1) Dovlhčení osiva,



Obr. 3: Osivo ve válcích připravené k dovlhčení (vlevo), válce na otáčecích policích v inkubátoru v průběhu dovlhčení (vpravo)

(2) Vlastní inkubace osiva je realizována po dovlhčení oplachem. Osivo je umístěno v inkubátoru v nerezových bednách se síťovým dnem (obr. 4).



Obr. 4: Inkubátor připravený k inkubaci osiva v rámci metody IDS

Po inkubaci osiva následuje jeho sušení ve speciálním sušícím bubnu (obr. 5).



Obr. 5: Osivo v průběhu sušení v sušícím bubnu (vlevo), vybavení k sušení osiva se sušícím bubnem (vpravo)

Posledním krokem metody IDS je plavení osiva, kdy je osivo vstříkováno s vodou do plavící komory (obr. 6). Osivo mrtvé putuje k vodní hladině, je unášeno k přepadu na konci plavící komory a odplaveno ven, osivo živé sedimentuje v různé vzdálenosti od ústí vstříkujících trubek dle specifické hmotnosti. Nejvyšší osivo sedimentuje nejbližší ústí. Dno komory rozdělují přepážky a je proto možno oddělit osivo s různou specifickou hmotností, resp. kvalitou.



Obr. 6: Plavící komora (vlevo), osivo vstříkované do plavící komory v průběhu separace (vpravo)

Aplikace švédského postupu znamenalo vyřešení stávajících problematických momentů dosud užívané metodiky, proto bylo rozhodnuto vyvinout v rámci projektu v r. 2019-2020 obdobné zařízení v menším měřítku pro testování metody IDS a dle něj potom navrhnout zařízení pro potřeby Semenářského závodu Týniště nad Orlicí.

#### **4 TŘETÍ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2019)**

Ve třetím roce řešení (2019) bylo pořízeno, upraveno a zprovozněno zařízení pro první 3 fáze metody IDS dle poznatků ze Svenska Skogplantor (Švédsko), a to (1) zařízení pro dovlhčení osiva, tzn. válce, otáčecí polička s řídicí jednotkou, inkubátor Panasonic MLR-352(H) (obr. 7), (2) zařízení pro vlastní inkubaci osiva, tzn. inkubátor Sanyo MIR-153 s úpravou – přívod vody do inkubátoru a její rozstřík pomocí trysek, odtok vody, regulace rozstříku vody, bedny pro osivo (obr. 8) a (3) zařízení pro sušení osiva, tj. sušárna (obr. 9).



Obr. 7: Válec pro dovlhčení osiva (nahore vlevo), otáčecí polička (nahore vpravo), inkubátor s válci na otáčecí poličce připravený k dovlhčení osiva (dole)

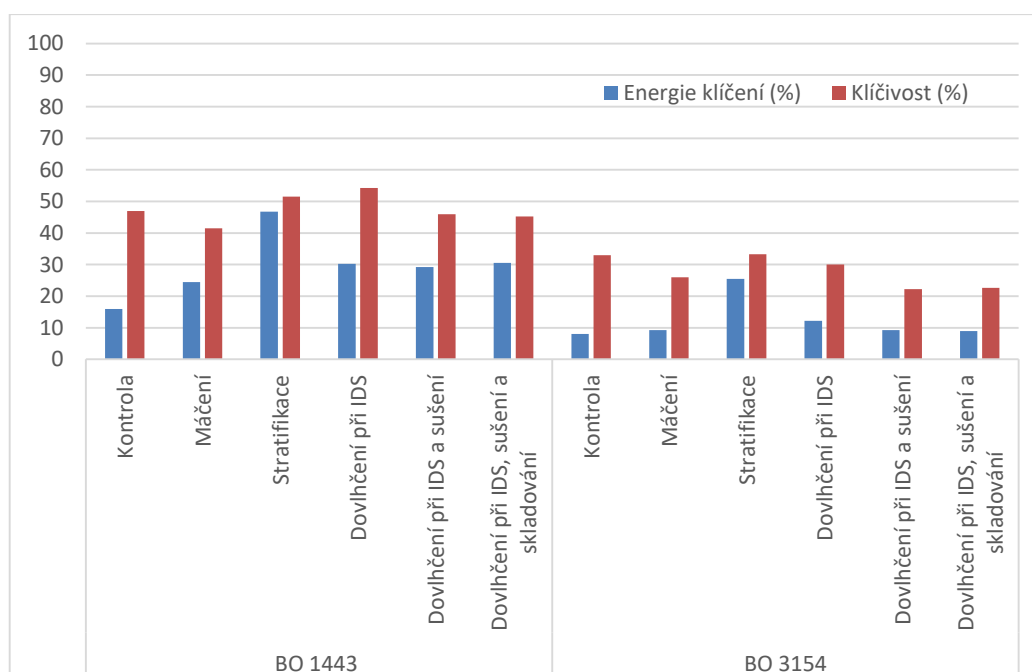


Obr. 8: Osivo v bednách se sítovým dne v inkubátoru v průběhu vlastní inkubace (vlevo), inkubátor s řídicí jednotkou (vpravo)

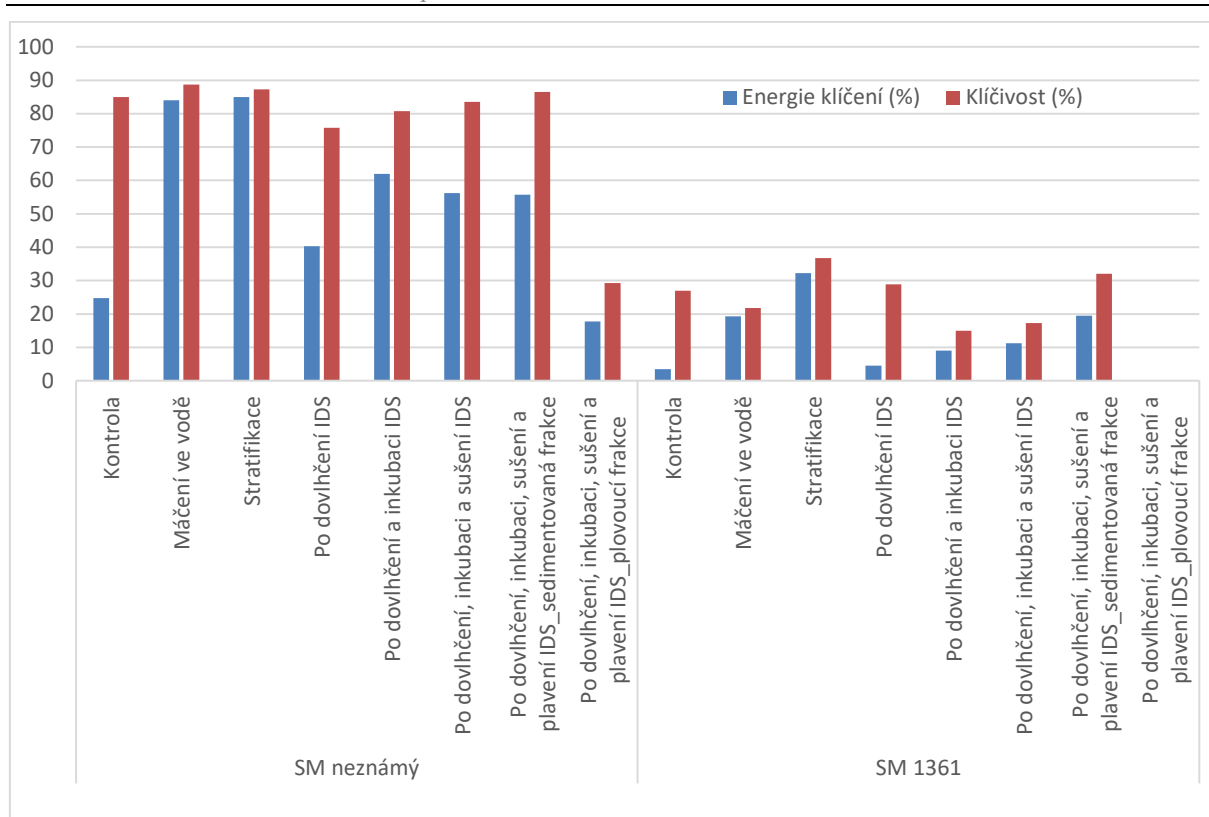


Obr. 9: Sušárna pro sušení osiva (vlevo) v sušícím bubnu (uprostřed) s osivem (vpravo)

Zařízení bylo testováno 2x na dvou oddílech osiva borovice lesní a 1x na dvou oddílech osiva smrku ztepilého. S ohledem na to, že cílem prvních fází metody IDS (dovlhčení a inkubace) je nejen dodat osivu vodu, ale i zvýšit jeho vitalitu, byly tyto fáze metody IDS porovnány s máčením osiva ve vodě a jeho stratifikací. Z výsledků vyplynulo, že dovlhčení (následně i inkubace) osiva borovice lesní v rámci metody IDS zvyšuje rychlost klíčení osiva, nejrychleji však osivo klíčí po studené stratifikaci (obr. 10). Obdobné výsledky byly dosaženy i u osiva smrku ztepilého, kde mimo studené stratifikace mělo stejný, a to pozitivní vliv na rychlost klíčení také máčení osiva ve vodě (obr. 11).



Obr. 10: Energie klíčení a klíčivost dvou oddílů borovice lesní (označeny pořadovým číslem z čísla uznané jednotky) po různé úpravě



Obr. 11: Energie klíčení a klíčivost dvou oddílů osiva smrku ztepilého (jeden označen pořadovým číslem z čísla uznané jednotky) po různé úpravě

Pořízené vybavení pro první 3 fáze metody IDS bylo sledováno i přes některé komplikace (problémy s těsněním hlavice válců, rozvoj hub v průběhu dovlhčení osiva oddílů horší kvality, nemožnost dosáhnout žádané teploty v průběhu vlastní inkubace, praskání osemení v průběhu sušení některých oddílů) použitelným pro další testování v rámci metody IDS, viz technická zpráva k 3. kontrolnímu dni (2019). Jejich další případné úpravy byly ponechány až na konečné testování metody IDS i se čtvrtou fází – separací osiva – v r. 2020.

## 5 ČTVRTÝ ROK ŘEŠENÍ PROJEKTU (R. 2020)

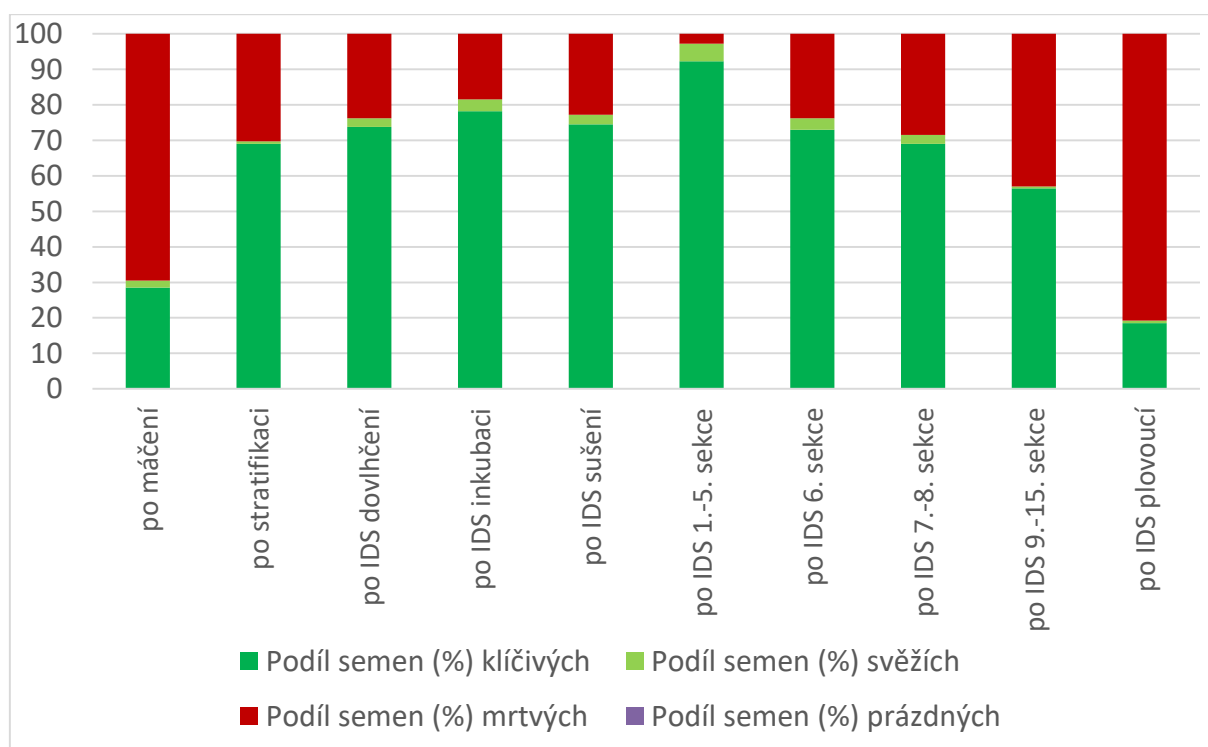
### 5.1 TESTOVÁNÍ METODY IDS PRO 4. KONTROLNÍ DEN (LEDEN-ŘÍJEN 2020)

V posledním roce řešení projektu (2020) bylo cílem pořídit a otestovat zařízení pro separaci osiva (plavící komoru) a ověřit použitelnost vybavení pro všechny fáze metody IDS. Do konce října 2020 byla pořízena plavící komora (obr. 12) a otestována celá metoda IDS na dvou méně kvalitních oddílech osiva borovice lesní, dvou oddílech lepší kvality, u nichž by se efekt separace IDS měl projevit, a na dvou kvalitnějších oddílech smrku ztepilého, viz technická zpráva k 4. kontrolnímu dni (2020).



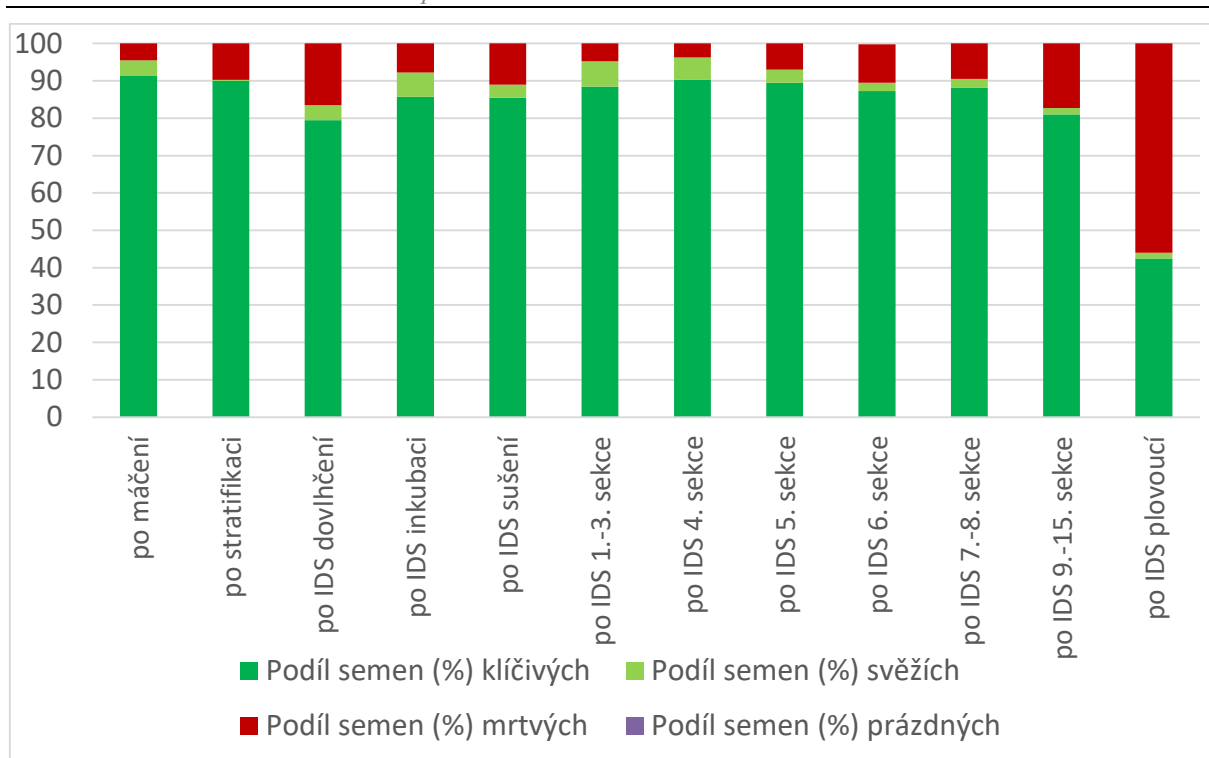
Obr. 12: Plavící komora (vlevo), plavení osiva v průběhu separace v rámci metody IDS (vpravo)

Bylo dosaženo žádaných výsledků separace u oddílu osiva borovice lesní (obr. 13). V plovoucí frakci bylo sice do 20 % živých (klíčivých a svěžích) semen, ale ve frakci sedimentující blízko od ústí trubek vstříkující osivo do plavící komory bylo více než 97 % živých semen (2,8 % semen mrtvých). Z původního množství tím bylo separováno 46 % osiva nejvyšší kvality, v plovoucí sekci bylo pouze 15 % semen; zbylé osivo sedimentovalo v dalších sekcích plavící komory a jeho kvalita separací nebyla zlepšena. U osiva smrku ztepilého nebylo dosaženo tak dobrých výsledků jako u borovice lesní, přesto plavící komora separovala v prvních frakcích od ústí nej kvalitnější osivo s podílem mrtvých semen do 5 % (obr. 14).



Obr. 13: Výsledky zkoušky klíčivosti oddílu borovice lesní (značen BO 70) po různé předosevní přípravě, v různé fázi metody IDS a v různých sekcích plavící komory po separaci metodou IDS





Obr. 14: Výsledky zkoušky klíčivosti oddílů borovice lesní (značen SM 3537) po různé předosevní přípravě, v různé fázi metody IDS a v různých sekcích plavící komory po separaci metodou IDS

Z dosažených výsledků vyplynulo, že zařízení je schopno metodu IDS úspěšně realizovat. Dovlhčením osiva je dosaženo žádaného obsahu vody, nebyl zaznamenán větší rozvoj hub v průběhu dovlhčení. Vlastní inkubace osiva byla realizována v letních měsících s nejvyšší teplotou vzduchu a tudíž i studené kohoutkové vody užívané při oplachu. Nebyla tedy dosažena žádaná teplota inkubace, ale teplota poněkud vyšší. Nebylo prokázáno, že by vlastní inkubace oplachem semen eliminovala houby na povrchu osemení. Sušení osiva bylo u všech testů poměrně rychlé (u borovice i smrku v řádu hodin), v průběhu sušení bylo zaznamenáno praskání osemení, a to v momentu po povrchovém osušení semen. Plavící komora pracovala bez problémů.

## 5.2 ZÁVĚREČNÉ TESTOVÁNÍ METODY IDS (ŘÍJEN-PROSINEC 2020)

Cílem závěrečného testování metody IDS bylo zjistit/optimalizovat „chybějící“ parametry sušení a plavení osiva, a to rychlost sušení a rychlost proudění vody přivádějící osivo do plavící komory a odnášející plovoucí osivo.

### 5.2.1 Materiál a metody

K testování byly použity dva již dříve testované oddíly osiva borovice lesní z uznané jednotky č. CZ-3-3-BO-00106-1-5-K (značen dále 106) a CZ-3-3-BO-00070-17-2-S (značen dále 70). U vzorků semen z obou oddílů byla založena zkouška klíčivosti dle ČSN 48 1211 a obsah vody (tab. 4) a vypočteno množství vody pro jeho dovlhčení.

Tab. 4: Výsledky zkoušky klíčivosti a obsah vody u testovaných oddílů osiva borovice lesní

Oddíl osiva	Počet semen (ks)				EK	K	Obsah vody
	svěžích	mrtvých	prázdných	klíčivých	(%)	(%)	(%)
106	9,8	13,3	0,0	78,3	57,3	78,3	8,6
70	8,3	14,5	0,0	78,3	52,0	78,3	6,9

Vysvětlivky:

EK (%) – energie klíčení semen

K (%) – klíčivost semen

Pro dovlhčení bylo osivo nasypano do plastových válců, přidáno množství vody potřebné pro jeho dovlhčení, uzavřeno a vloženo do inkubátoru na otáčecí polici. Byla nastavena teplota dovlhčení 15 °C a maximální RVV 95 %.

Dovlhčené osivo bylo vyjmuto z válců a byl z něj odebrán vzorek pro založení zkoušky klíčivosti a určení obsahu vody. Zbytek osiva byl pro vlastní inkubaci nasypan do nerez beden se síťovým dnem a inkubován při 10 °C.

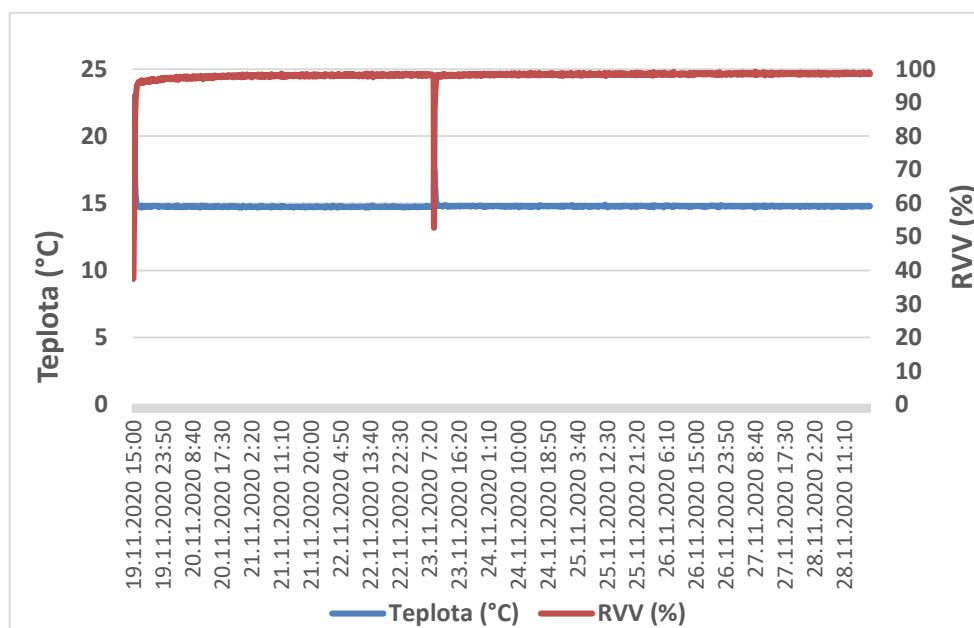
Inkubované osivo bylo vyjmuto z inkubátoru a aklimatizováno cca 30 min. Byl z něj odebrán vzorek na zjištění obsahu vody a založení zkoušky klíčivosti. Po aklimatizaci bylo inkubované osivo vsypáno do sušicího bubnu a sušeno v připravené sušárně.

Z vysušeného osiva byl odebrán vzorek pro zjištění obsahu vody a zbytek byl aklimatizován po dobu 30 min při laboratorní teplotě. Osivo po aklimatizaci bylo plaveno v plavící komoře. Dno plavící komory bylo rozděleno přepážkami na 10cm sekce, dle sedimentace osiva a předchozích výsledků, bylo osivo v některých sekcích sloučeno, a to do 1-3. sekce, 4. sekce (popř. 1.-4. sekce dohromady), 5. sekce, 6. sekce, 7.-8. sekce a 9.-15. sekce. Samostatně bylo hodnoceno osivo plovoucí. Osivo po separaci bylo dle výše uvedeného rozdělení odsáto z plavící komory, osušeno na filtračních papírech a po povrchovém osušení zváženy jednotlivé sekce. Z každé sekce byly odebrány vzorky pro zkoušku klíčivosti.

## 5.2.2 Výsledky

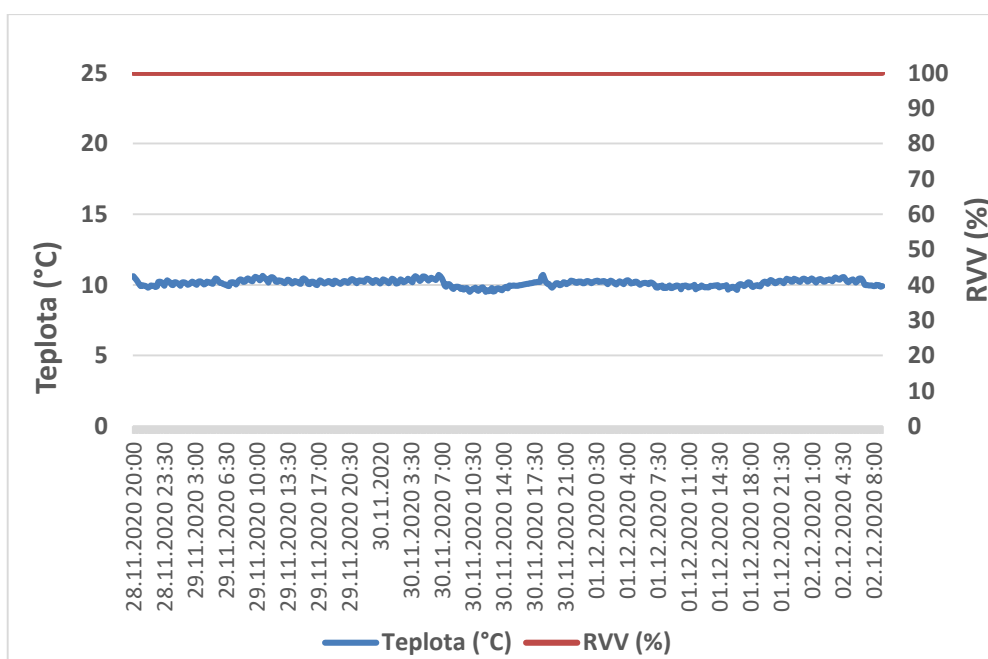
### 5.2.2.1 Teplotní a vlhkostní podmínky

Teplota vzduchu v inkubátoru při dovlhčení obou oddílů osiva se pohybovala těsně okolo nastavených a žádaných 15 °C, RVV okolo 98 % (obr. 15), což byly podmínky shledané jako vhodné pro dovlhčení osiva při předchozích testech.



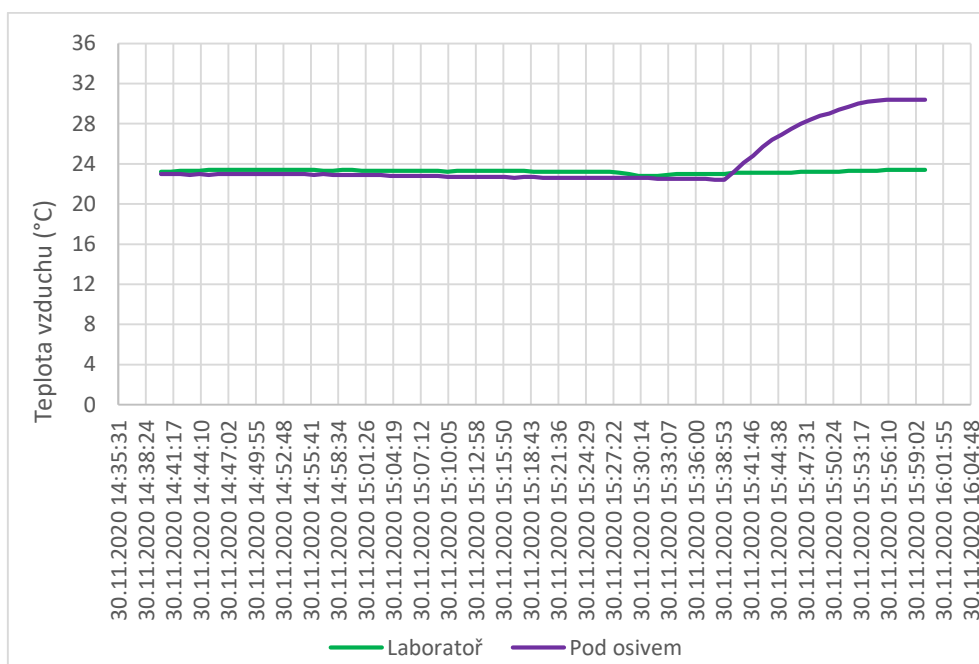
Obr. 15: Teplota a relativní vlhkost vzduchu při dovlhčování osiva

Teplota vzduchu v průběhu inkubace obou oddílů kolísala okolo nastavených 10 °C, relativní vlhkost vzduchu odpovídala 100 % (obr. 16).



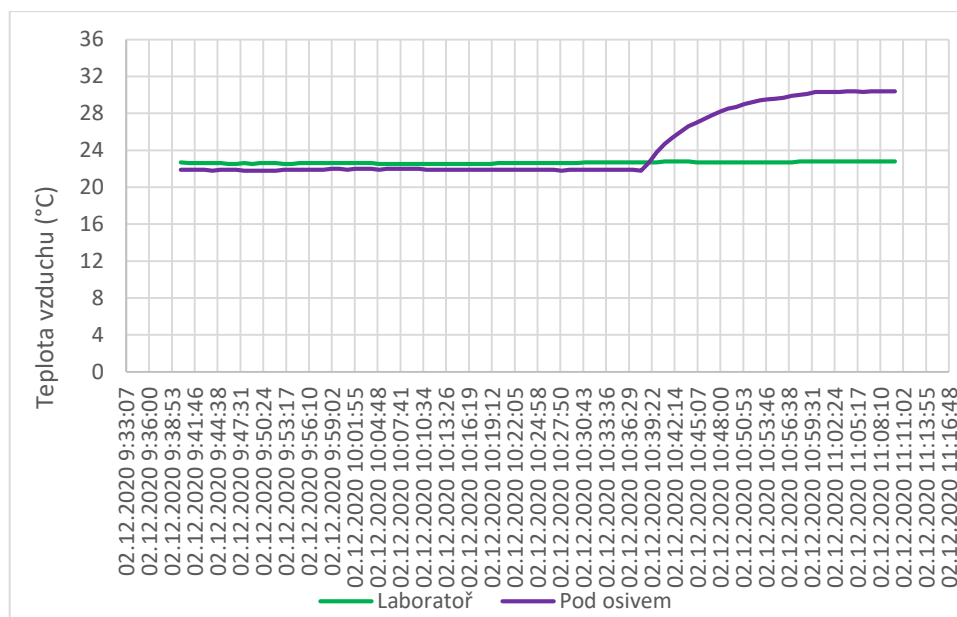
Obr. 16: Teplota a relativní vlhkost vzduchu v průběhu inkubace osiva

Teplota vzduchu v laboratoři se v průběhu sušení oddílů BO 106 pohybovala okolo 23 °C (obr. 17). Teplota proudu vzduchu vhnáného z laboratoře ventilátorem k osivu byla zpočátku obdobná, po cca 1 hod sušení začala stoupat ke 30 °C.



Obr. 17: Teplota vzduchu v průběhu sušení osiva BO 106

Teplota vzduchu v laboratoři se v průběhu sušení oddílu BO 70 pohybovala okolo 23 °C (obr. 18). Teplota proudu vzduchu vřáněného z laboratoře ventilátorem k osivu byla zpočátku obdobná, po cca 1 hod sušení začala stoupat ke 30 °C, stejně jako u oddílu BO 106.



Obr. 18: Teplota vzduchu v průběhu sušení osiva BO 70

### 5.2.2.2 Hodnocení obsahu vody v osivu

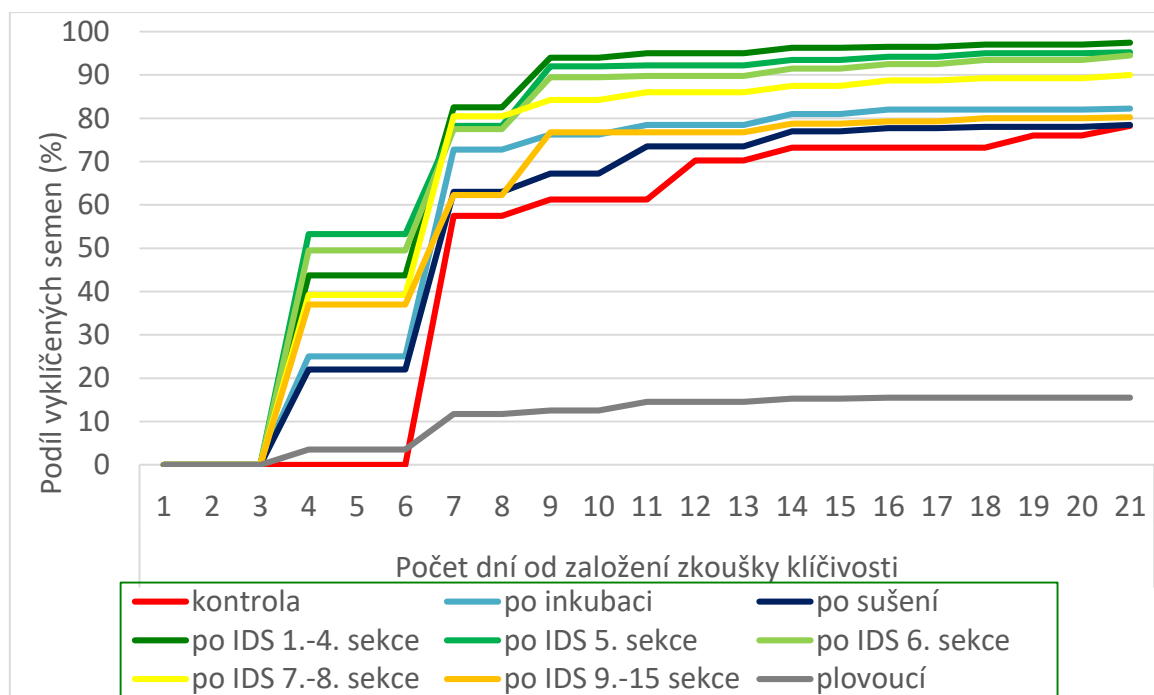
Oddíly osiva po dovlhčení obsahovaly cca 29 % vody (tab. 5), což je o 1 % méně než žádaná hodnota. Na výsledek separace by tato odchylka neměla mít žádný vliv, 30% obsah vody je žádaný pro účinné zvýšení vitality osiva. Po inkubaci osiva byl odebrán vzorek pouze z osiva BO 106, který měl v mokřém stavu cca 39% obsah vody, po povrchovém osušení o cca 10 % obsahu vody méně.

Tab. 5: Obsah vody v testovaných oddílech osiva borovice lesní v různé fázi metody IDS

Označení oddílu osiva	Před přípravou	Po dovlhčení při IDS	Po dovlhčení a inkubaci při IDS	
			Mokrý stav	Povrchové osušení
BO 106	8,6	29,2	39,1	28,8
BO 70	6,9	28,8	-	-

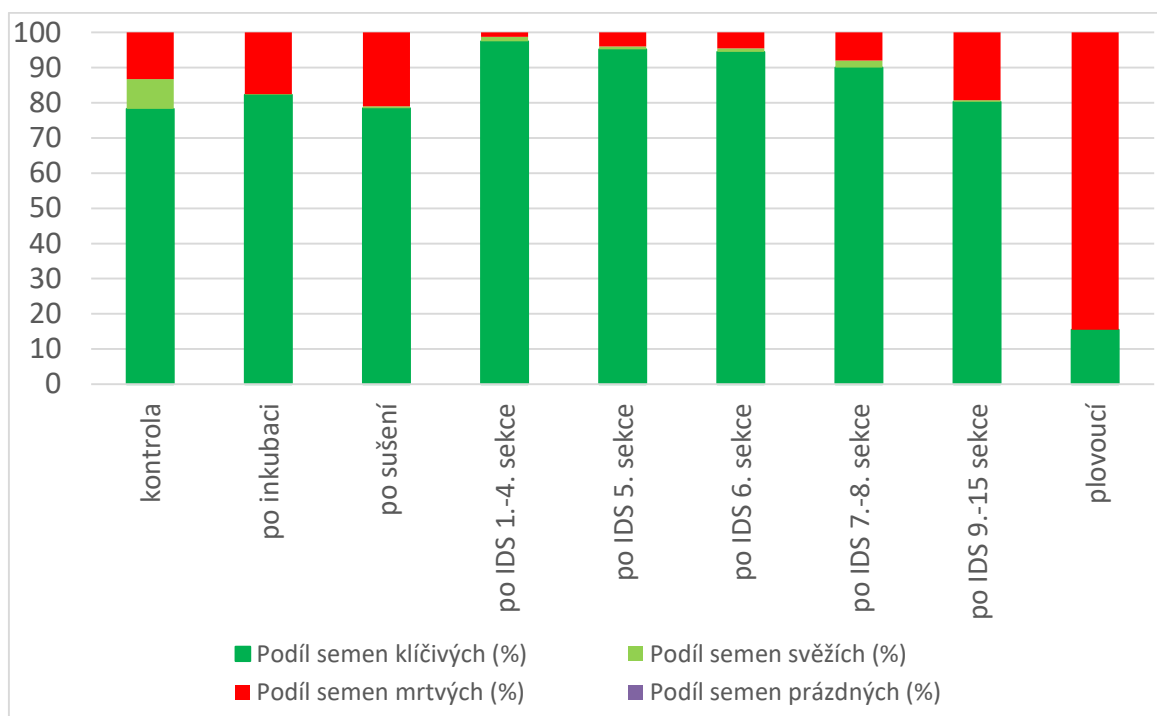
### 5.2.2.3 Hodnocení zkoušky klíčivosti osiva

Výsledky zkoušky klíčivosti (obr. 19) ukazují, že rychlost klíčení i klíčivost semen se v testovaných variantách lišila. Nejpomaleji klíčilo osivo kontrolní, bez ošetření metodou IDS a osivo plovoucí, které dosahovalo nejnižší klíčivosti (15,5 %). Inkubací osiva byla podstatně zvýšena rychlost klíčení osiva, která po sušení logicky lehce poklesla. Nejrychleji klíčilo osivo v prvních 6 sekcích plavící komory, které rovněž dosáhlo 95% a vyšší klíčivosti. Výrazně rychleji než neseparované osivo klíčilo osivo v 7.-8. sekci a rovněž dosáhlo výrazně vyšší klíčivosti než osivo neošetřené (90 %). Osivo v zadních sekcích plavící komory (9.-15. sekce) dosahovalo vyšší rychlosti klíčení a srovnatelnou klíčivost jako osivo před ošetřením.

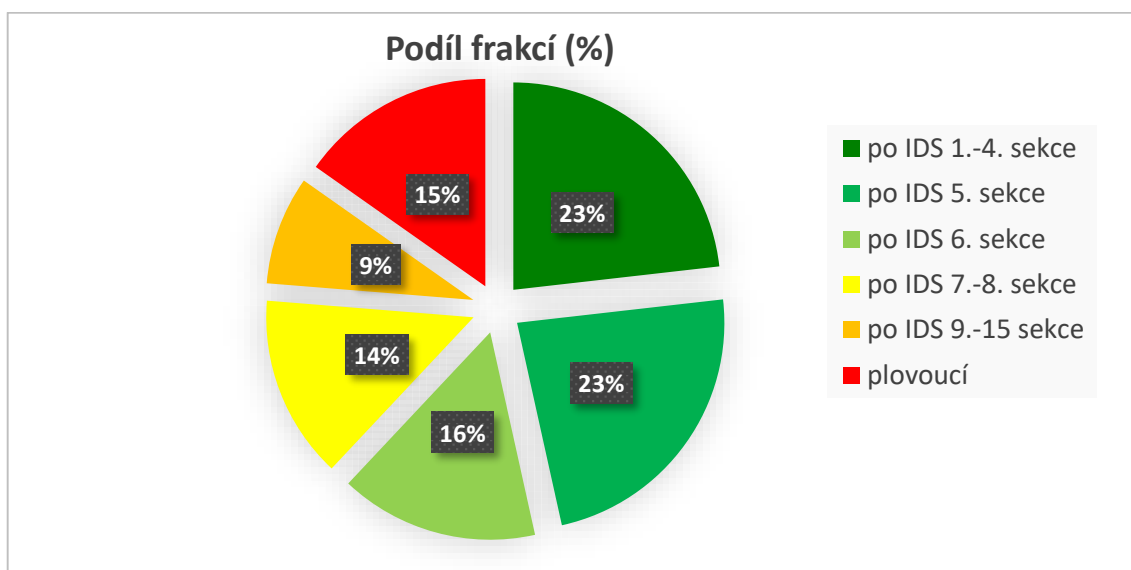


Obr. 19: Průběh klíčení semen při zkoušce klíčivosti oddílu BO106 po ošetření metodou IDS – po inkubaci, sušení a plavení semen v jednotlivých sekcích plavící komory

Stejným výsledkům odpovídá také podíl semen klíčivých na konci zkoušky klíčivosti v obr. 20. Nutno upřesnit, že v prvních čtyřech sekcích plavící komory bylo získáno osivo s 98% klíčivostí a 1,3 % mrtvých semen. Tohoto osiva byla cca čtvrtina původního množství semen (obr. 21). Vysoce kvalitní osivo s klíčivostí 95 % a vyšší bylo získáno v prvních 6 sekcích plavící komory a představovalo 62 %, tedy více než polovinu z původního množství. Dalšíh 14 % osiva mělo výrazně vyšší klíčivost než původní oddíl – 90 %, pouze u 9 % osiva nebyla separací klíčivost zvýšena a 15 % osiva bylo plovoucího s minimem klíčivých semen.

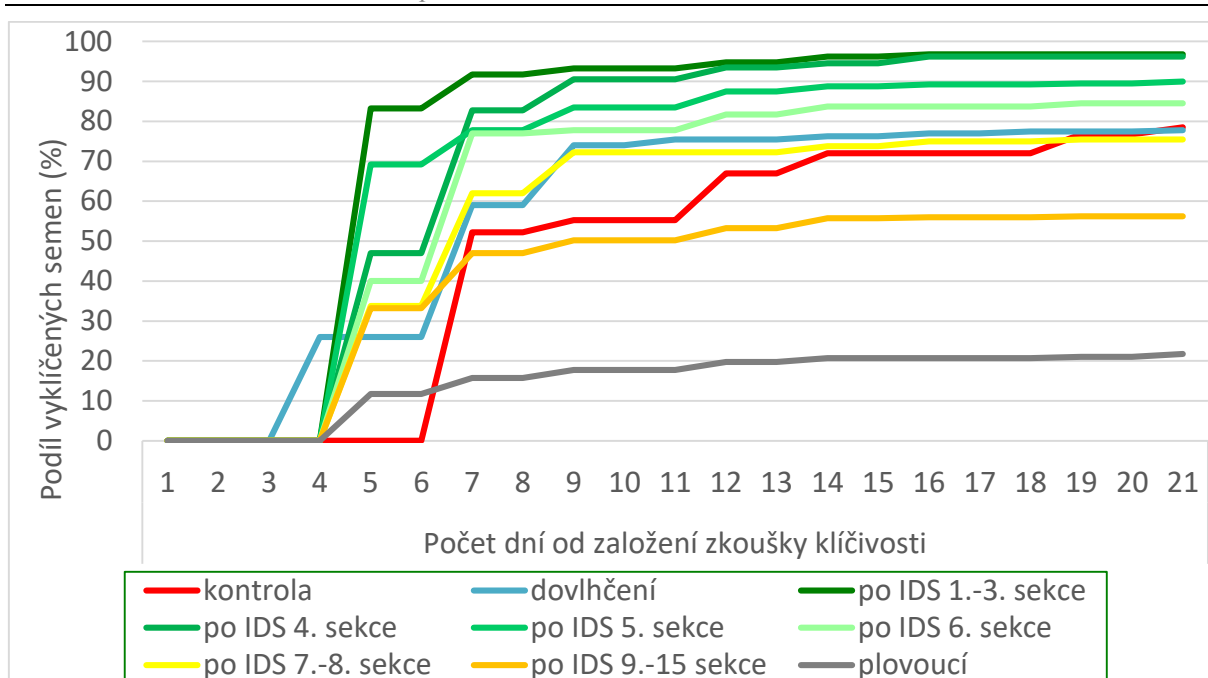


Obr. 20: Výsledky zkoušky klíčivosti oddílu BO106



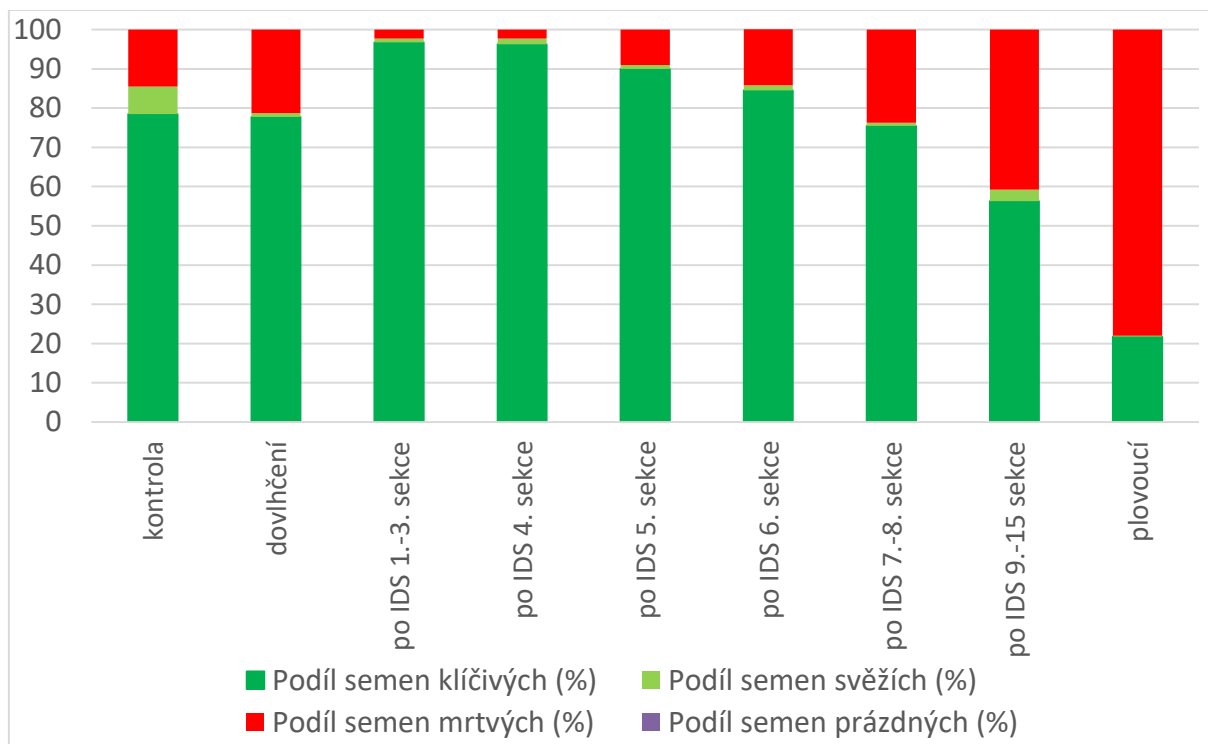
Obr. 21: Podíl osiva oddílu BO 106 v jednotlivých frakcích po separaci plavením při metodě IDS

Dovlhčením oddílu BO 70 se zvýšila rychlost klíčení osiva (obr. 22). Po separaci metodou IDS nejrychleji klíčila semena v prvních 3 sekcích plavící komory a dosáhla rovněž nejvyšší klíčivosti. Srovnatelné klíčivosti dosáhlo rovněž osivo ve 4. sekci plavící komory. Výrazně lepších parametrů klíčení než osivo kontrolní vykazovalo i osivo v 5. a 6. sekci plavící komory, osivo v 7.-8. sekci mělo pouze vyšší rychlost klíčení, ale klíčivost srovnatelnou jako osivo neošetřené. Osivo v zadních sekcích plavící komory (9.-15. sekce) dosáhlo výrazně nižší klíčivosti než osivo neošetřené, v osivu plovoucím, bylo cca 20 % klíčivých semen. Je zřejmé, že nejkvalitnější osivo sedimentovalo blíže ústí plavící komory.

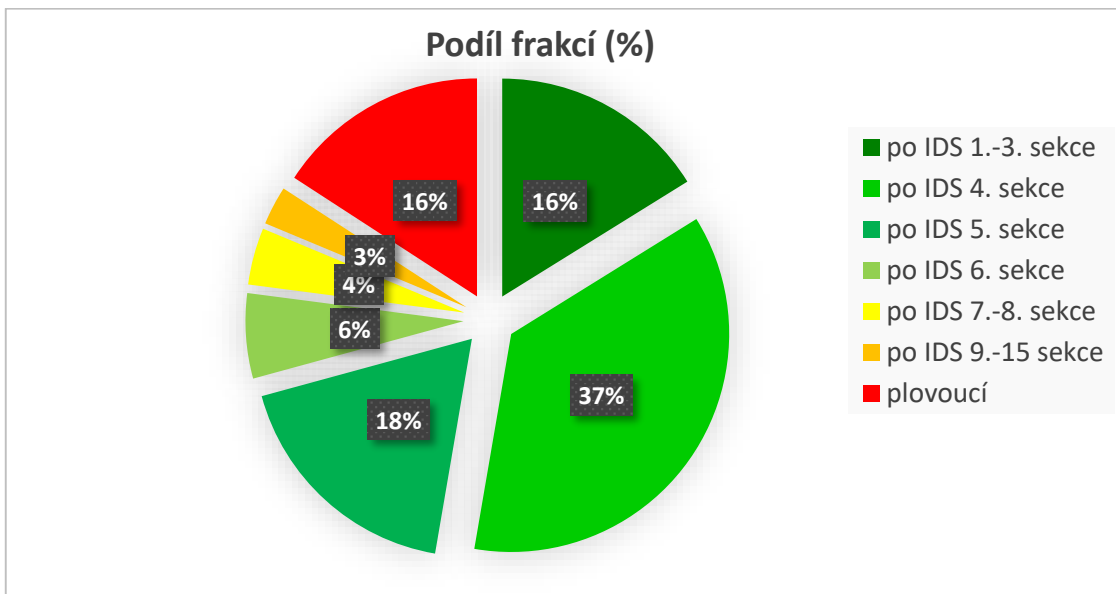


Obr. 22: Průběh klíčení semen při zkoušce klíčivosti oddílu BO70 po ošetření metodou IDS – po dovlhčení a plavení semen v jednotlivých sekcích plavící komory

Z obr. 23 je patrné, že klíčivost semen před separací metodou IDS dosahovala necelých 80 %. Plavením semen bylo získáno v prvních 4 sekcích plavící komory osivo s klíčivostí nad 96 % s minimálním podílem mrtvých semen (2,3 %) a tohoto osiva je více než polovina z původního množství (obr. 24). Také v 5. a 6. sekci plavící komory bylo separováno osivo vyšší kvality, tj. dohromady více než 75 % semen s vyšší klíčivostí než osivo neošetřené. V 9.-15. sekci plavící komory sedimentovalo pouze minimum semen (7 %). 16 % osiva bylo v plovoucí frakci, z nichž cca 20 % bylo klíčivých.



Obr. 23: Výsledky zkoušky klíčivosti oddílu BO 70



Obr. 24: Podíl osiva oddílu BO 70 v jednotlivých frakcích po separaci plavením při metodě IDS

### 5.2.2.3 Hodnocení čistoty osiva

V prvních sekcích plavící komory sedimentovalo osivo bez nečistot (tab. 6). Nejvíce nečistot bylo v plovoucí frakci, méně v zadních sekcích plavící komory (9.-15. sekce).

Tab. 6: Výsledky zkoušky čistoty jednotlivých frakcí osiva separovaných metodou IDS

BO 106		BO 70	
Frakce osiva	Čistota (%)	Frakce osiva	Čistota (%)
1.-4. sekce	100	1.-3. sekce	100
		4. sekce	100
5. sekce	100	5. sekce	100
6. sekce	100	6. sekce	100
7.-8. sekce	100	7.-8. sekce	100
9.-15. sekce	98	9.-15. sekce	99
Plovoucí	87	Plovoucí	98

## 6 ZÁVĚR

Poslední testy metody IDS potvrdily účinnost metody IDS pro separaci osiva s klíčivostí blížíící se 100 % a možnost využití upraveného a pořízeného vybavení k její realizaci i jako základ k návrhu vybavení semenářského závodu Týniště nad Orlicí (LČR, s.p.). Výborné výsledky byly dosaženy u borovice lesní, u smrku ztepilého neposkytuje metoda dle zahraničních zkušeností vždy žádaný výsledek, ale většinou k efektu separace dochází a je výhodné ji i u této dřeviny aplikovat. Při dovlhčení a inkubaci osiva dochází navíc ke zvýšení jeho vitality, resp. rychlosti klíčení. Před výsevy osiva je však vhodné pro rychlejší klíčení semen dle výsledků využít studenou stratifikaci nebo u osiva smrku ztepilého jeho máčení ve vodě. Sušárnu zřejmě bude možno využít k rychlému a zároveň šetrnému sušení osiva i mimo metodu IDS i u osiva jiných dřevin. Plavící komora separuje semena dle specifické hmotnosti a dle výsledků má její užití i poměrně zřetelný čistící efekt. V tomto ohledu by bylo vhodné v započatém výzkumu



dále pokračovat. Určitě by se však využitím testovaného vybavení pro metodu IDS a aplikací dosažených výsledků v praxi měla poměrně významně zvýšit výtěžnost borového a smrkového osiva.

Mimo metodiku pro aplikaci metody IDS pro osivo douglasky tisolisté, u níž metoda ani dle literatury ani dle předběžných výsledků nebyla vhodná pro separaci mrtvých semen od živých, bylo dosaženo všech předpokládaných výsledků a výstupů projektu. V r. 2018 byl na odborné konferenci zveřejněn příspěvek „Testovanie účinnosti metódy IDS na osive borovice lesnej (Pinus sylvestris)“ (Vávra Čurdová a kol. 2018). V prosinci 2020 byl submitován po oponentuře příspěvek „How to accelerate the germination of Scots pine and Norway spruce seeds?“ v časopise „Journal of Forest Science“. Byly předloženy a zadavatelem projektu přijaty 4 periodické „Technické zprávy“ ke kontrolním dnům projektu.

## 6.1 Poděkování

Cílů projektu by nebylo dosaženo nebýt nejen velkého úsilí nás, členů řešitelského týmu, ale i podpory našich dalších kolegů. Do řešitelského týmu se ihned na začátku projektu připojil zejména ing. Klepárník (Ústav techniky, MENDELU v Brně), neboť projekt ověřoval biologickou metodu, která vyžaduje specifické technické vybavení, a díky němu právě toto vybavení vznikalo a bylo zprovozněno. Dále bychom na tomto místě rádi poděkovali zadavateli projektu, Lesům České republiky a zvláště pracovníkům Semenářskému závodu Týniště n. Orlicí, který nás s velkým zájmem o výsledky řešení podporoval nejen finančně. Velký dík patří rovněž Výzkumnému ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., pracovníkům výzkumné stanice Kunovice, kteří nejen realizovali některé dílčí analýzy a zpracovali základní informace o problému do literární rešerše, ale především poskytli kontakt řešitelskému týmu do zahraničí (Semenářský závod Svenska Skogplantor), který umožnil zdárné dokončení projektu. Zásadní informace byly získány právě od pracovníků tohoto semenářského závodu (Svenska Skogplantor, Švédsko) pod vedením p. F. Preschera, kteří detailně metodu popsali a umožnili získat podrobnou dokumentaci o nezbytném vybavení pro aplikaci metody IDS. Technicky nejnáročnější část projektu – plavící komoru – potom sestrojili pracovníci Vysokého učení technického v Brně pod vedením doc. Blechy (Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky; Ústav strojírenské technologie), účinné zařízení plavící komory vyvíjeli a zprovoznili pracovníci Odboru fluidního inženýrství Viktora Kaplana pod vedením Ing. Hudec. V neposlední řadě patří velký dík za odborné rady a podporu po celou dobu řešení projektu doc. Ing. RNDr. Evě Palátové, Ph.D. (externí pracovník Ústavu zakládání a pěstění lesů MENDELU v Brně, obor lesní semenářství).

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- Bergsten, U., 1987. Incubation of Pinus sylvestris L. and Picea abies (L.) Karst. seeds at controlled moisture content as an invigoration step in the IDS method. Uppsala. Disertační práce. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of forest management.
- ČSN 48 1211, 2006. Lesní semenářství - Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin. Český normalizační institut, 56 s.
- Houšková, K., Klepárník, J., Mauer, O., 2020: How to accelerate the germination of Scots pine and Norway spruce seeds? Journal of Forest Science, submitted.

- Kolářová, P., Bezděčková, L., Procházková, Z.: Využití metody IDS (Incubation-Drying-Separation) pro zlepšení kvality oddílů semen některých jehličnanů. Literární rešerše. Zprávy lesnického výzkumu, 2005. 50(2): 108-114.
- Palátová E., 2008: Zakládání lesa I. Lesní semenářství. Skriptum. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 978-80-7375-181-4, s. 120.
- Vávra Čurdová, A., Houšková, K., Mauer, O., 2018: Testovanie účinnosti metódy IDS na osive borovice lesnej (*Pinus sylvestris*). In: Proceedings of Central European Silviculture. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 227-235.
- Vrba, O., 2017. Eliminace neproduktivních semen borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v oddíle osiva. Brno. Bakalářská práce. Mendelova Univerzita v Brně. Lesnická a dřevařská fakulta. Ústav zakládání a pěstění lesů. Vedoucí práce K. Houšková.