

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

118615

DIPLOMOVÁ PRÁCA

NITRA 2010

Bc. JOZEF CHMEĽ

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

**Zhodnotenie vývinu a produktivity vrb pestovaných na energetické účely
v Krivej na Orave**

Diplomová práca

Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav

Školiteľ: prof. Ing. Viera Paganová, PhD.

Nitra, apríl 2010

Bc. Jozef Chmeľ

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Katedra Biotechniky parkových a krajinných úprav

Šk. rok: 2009/2010

ZADÁVACÍ LIST DIPLOMOVEJ PRÁCE

Meno študenta: Bc. Chmeľ Jozef

Štud. odbor: UPR

Téma: Zhodnotenie vývinu a produktivity vrb pestovaných na energetické účely
v Krivej na Orave

Vedúci diplomovej práce: prof. Ing. Viera Paganová, PhD.

Cieľ diplomovej práce: Identifikovať faktory ovplyvňujúce fenologickú aktivitu rýchlorastúcich drevín a charakterizovať rozdiely vybraných odrôd vrby na základe odchýlok vo fenologickej aktivite.

Rámcová metodika práce:

Spracovať literárny prehľad o identifikačných kľúčoch, ktoré sú využívané pre hodnotenie fenologickej aktivity vrby. Charakterizovať faktory ovplyvňujúce fenologickú aktivitu rýchlorastúcich drevín a spôsoby ich hodnotenia. Spracovať prehľad o súčasných metodikách hodnotenia medziodrodových rozdielov v porastoch rýchlo rastúcich drevín.

V rámci metodiky charakterizovať vlastnosti vrb pestovaných na energetické účely

Vo vlastnej práci sa zamerať na:

1. Zhodnotenie fenologických prejavov a medziodrodových rozdielov vo fenologickej aktivite vybraných odrôd vŕby pestovanej pre energetické účely
2. Zhodnotenie rozdielov v dĺžke vegetačnej doby medzi odrodami
3. Zhodnotenie vývoja asimilačnej plochy a identifikácia rozdielov medzi odrodami

Dátum zadania: 15. 05. 2008

Termín odovzdania bakalárskej práce:

Vedúci bakalárskej práce

Vedúci katedry

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že diplomovú prácu som vypracoval samostatne s použitím literatúry, ktorú uvádzam v zozname Literatúra a pramene. Téma diplomovej práce je pokračovaním bakalárskej práce: Uplatnenie rýchlorastúcich drevín na neproduktívnych plochách poľnohospodárskych pozemkov, ktorá bola spracovaná v roku 2008.

V Nitre, dňa 10. 04. 2010

.....
Bc. Jozef Chmel'

Pod'akovanie

Ďakujem svojmu školiteľovi prof. Ing. Viere Paganovej, PhD. za odbornú pomoc pri zostavovaní bakalárskej práce a p. Ing. Habovštiakovi, Ing. Danielovi za poskytnutie informácií z výskumnej stanice v Krivej na Orave.

V Nitre, 10. 04. 2010

.....
Jozef Chmel'

ABSTRAKT

Práca je zameraná na zhodnotenie vývinu a produktivity vrb, ktoré sa experimentálne overujú pre podmienky Slovenska v Krivej na Orave. V práci sú špecifikované riziká a výhody pestovania energetických plodín, spôsoby pestovania a rozdiely medzi odrodami *Salix viminalis*, ktoré sa využívajú na energetické účely. Charakterizovali sa faktory, ktoré ovplyvňujú rast a vývin vybraných odrôd záujmovej dreviny.

Vo vlastnej práci je zostavený originálny identifikačný kľúč fenofáz *Salix viminalis*, ktorý sa v ďalšom použil na hodnotenie fenologickej aktivity dvoch odrôd RAPP a ULV.

Identifikovali sa rozdiely v dĺžke vegetačnej doby a dynamike vývinu listov a výhonov hodnotených odrôd. Zistilo sa, že odroda RAPP je vhodnejšia do vyšších polôh oproti odrode ULV, ktorá v rastových fázach predlžovacieho rastu výhonov reagovala len na vyššie teplotné sumy a v celkovom hodnotení fenologickej aktivity zaostávala za odrodou RAPP. Zaznamenané rozdiely vo fenologickej aktivite sa prejavili aj v rozdieloch pri produkcii biomasy. Odroda ULV vyprodukovala v hodnotenom roku 2009, 93,1 ha.t⁻¹ biomasy a odroda RAPP 105,9 ha.t⁻¹ biomasy. Uvedené poznatky treba overiť na experimentálnej ploche aj v ďalších vegetačných obdobiach.

Rozdiely v dynamike fenologickej aktivity odrôd môžu byť prostriedkom pre identifikáciu medziodrodových rozdielov a do budúcnosti indikátorom ich použitia v rôznych klimatických výškových stupňoch a regiónoch Slovenskej republiky, aby sme dosiahli čo najlepšiu produkciu energetických porastov.

Kľúčové slová: energetické porasty, *Salix viminalis*, fenofázy, fenológia, klimatické faktory.

ABSTRACT

The intention of the present theses is to evaluate development and productivity of willows that are under experiment testing for conditions in Slovakia in Krivá na Orave. This work specifies disadvantages and advantages of cultivation of energetic plants, ways of cultivation and differences between the species *Salix viminalis* used for energetic purposes. The factors having influence on the growth and evolution of selected species of the respective wood plant are described herein.

In the own work the original identification key of the phenology of *Salix viminalis* has been formed, which were used in order to evaluate the phonological activities of the two following species RAPP and ULV.

The differences in the length of growing season and in the dynamic of growth of leaves and sprouts of the classified species have been identified. We discovered that the RAPP species is more suitable to be grown in higher located places in contrary to the ULV species which, in the growth phases of the lengthening evolution of sprouts, reacted only in case of higher temperatures and in the total evaluating of phenological activity the species ULV has been behind the RAPP one. The recorded contrasts in the phenological activity have been shown also in the differences of biomass production. The ULV species produced 93,1 ha.t⁻¹ of biomass in the year 2009 and the RAPP species the amount of 105,9 ha.t⁻¹. The mentioned results should be subject to the experiment also during other growing seasons.

The differences in the dynamic of phenological activity of the species can be a resource for identification of the middle-species contrasts and in the future they can be an indicator of their using in various climatic levels and regions of the Slovak republic, in order to reach the best production of the energetic plants.

Key words: energetic plants, *Salix viminalis*, phenologic phases, phenology, climatic factors.

OBSAH

ÚVOD	3
1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	4
1.1 Výhody pestovania rýchlorastúcich vrb ako zdroja biomasy.....	4
1.2 Riziká pestovania rýchlorastúcich vrb ako biomasy.....	5
1.3 Spôsoby hospodárenia v porastoch RRD	5
1.4 Výber vhodného miesta pre založenie plantáže RRD.....	6
1.5 Ekonomické aspekty pestovania RRD.....	8
1.6 Prehľad odrôd vrb vhodných pre energetické využitie	8
1.7 Hodnotenie rastu odrôd vrb košíkárskej na Slovensku	12
1.8 Metodika na posudzovanie vhodnosti pestovania RRD a ich odrôd	14
1.9 Kritéria pre pestovanie RRD plantážovým spôsobom hospodárenia v SR.....	15
1.10 Význam a praktické využitie fenologických pozorovaní.....	16
1.11 Faktory ovplyvňujúce fenologickú aktivitu drevín.....	17
2 CIEĽ PRÁCE	19
3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA.....	20
3.1 Metodika.....	20
3.2 Charakteristika hodnotených odrôd RAPP a ULV	20
3.2.1 Manažment porastov hodnotených odrôd	21
3.2.2 Charakteristika experimentálnej plochy	22
3.2.3 Metodika hodnotenia záujmových odrôd	23
3.2.4 Metodika hodnotenia vývoja prírastkov odrôd RAPP a ULV v roku 2009.....	27
3.2.5 Metodika zostavenia identifikačného kľúča	27
4 VLASTNÁ PRÁCA	28
4.1 Zostavenie identifikačného kľúča fenofáz vrb košíkárskej.....	28
4.2 Fenologické pozorovania	29
4.3 Zhodnotenie fenologickej aktivity odrôd a RAPP a ULV v roku 2009.....	45
4.4 Zhodnotenie vývoja prírastkov a identifikácia rozdielov medzi odrodami	47

5	NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV.....	50
6	DISKUSIA	51
7	ZÁVER.....	53
8	LITERATÚRA A PRAMENE	55

ÚVOD

V súčasnej dobe je aktuálnou témou využívanie obnoviteľných prírodných zdrojov pre zabezpečenie rastúcich potrieb energií v spoločnosti. Existuje niekoľko spôsobov náhrady konvenčných zdrojov energie, napr. slnečnou, vodnou, veternou energiou a v poslednej dobe sa ľudia zaoberajú energiou získavanou z tzv. energetických drevín a ich odrôd a ich využitie v biomase. Aj keď tieto formy energie nemôžu úplne zastúpiť fosílna palivá či ropu, pri správnom využívaní týchto obnoviteľných zdrojov môžeme čiastočne nahradiť aspoň časť energie a tým znížiť využívanie fosílnych palív a takýmto spôsobom oddialiť ich vyčerpanie. Jedným z uvedených zdrojov energie môžu byť už spomínané rýchlorastúce dreviny(RRD).

Drevo je po mnoho miliónoch rokov pre človeka jedným z najdôležitejších palivových zdrojov. Podstatné pri jeho využívaní je, že sa dá energeticky zhodnocovať trvalo udržateľným spôsobom. Využívanie dreva pre energetické účely je možné považovať za lokálny zdroj, ktorý si vyžaduje len minimálne nároky na dopravu a preto je relatívne lacný v porovnaní s klasickými fosílnymi palivami. Ďalšou pozitívnou vlastnosťou oproti fosílnym palivám je ich ekologická neškodnosť a ich využitie na pôdach, ktoré sú pre poľnohospodárske účely nevhodné.

Predkladaná diplomová práca hodnotí dve odrody vrbí košíkárskej RAPP a ULV, z hľadiska rozdielov vo fenologickej aktivite vo vegetačnom období roku 2009. Pre účely hodnotenia bola zostavená originálna škála fenologických rastových fáz. V práci sa identifikovali faktory, ktoré ovplyvňujú fenologickú aktivitu vrb vo vegetačnom období. Hľadal sa vzťah medzi dynamikou nástupu a priebehu fenologických rastových fáz hodnotených odrôd a produkciou biomasy.

Práca je príspevkom k identifikácii medziodrodových rozdielov a faktorov, ktoré ovplyvňujú produktivitu rýchlo rastúcich drevín.

1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Výhody pestovania rýchlorastúcich vrb ako zdroja biomasy

Pestovanie energetických vrb je výhodné vo viacerých ohľadoch (Petříková, 2002). Medzi hlavné výhody patrí, že vďaka stúpajúcemu dopytu na výrobu elektrickej energie a tepla z obnoviteľných zdrojov rastie trh na drevnú štiepku, pestovanie energetických vrb prináša poľnohospodárom nové príležitosti vo forme výnosov z predaja drevnej štiepky miestnym zákazníkom alebo z dodávky energií (obchod s teplom), po zasadení nie je potreba plantáž v priebehu najmenej ďalších 15-20 rokov premiestňovať, existuje podpora EÚ pre pestovanie RRD spoločne s dotáciami na pestovanie energetických plodín.

Okrem biomasy je ich možné použiť na čistenie vôd v tzv. biologických čističkách. Na každom hektári je možné každý rok ekologicky zlikvidovať 10-20 ton odpadových vôd a kalov. Spojenie funkcie biologickej čističky a energetickej rastliny robí z energetických vrb unikátny biologický druh. Podstatné je, že spaľovanie týchto drevín, podobne ako aj inej biomasy, neprispieva v emisiám síry ani skleníkových plynov do ovzdušia. Medzi ďalšie výhody patrí:

- domáci zdroj energie: netreba ho dovážať, jeho cena nezávisí na monopolnom dodávateľovi, vývoji na medzinárodnom trhu a je ľahšie predpovedateľná
- peniaze zostávajú na regionálnej úrovni, to znamená povzbudenie miestnej ekonomiky, tvorbu nových pracovných príležitostí v konečnom dôsledku teda rozvoj vidieka
- je to obnoviteľný zdroj a teda nehrozí jeho vyčerpanie
- nahradením fosílnych palív biomasou sa znižuje produkcia CO₂
- využívanie biomasy prispieva k decentralizácii
- technológie na využitie biomasy sú finančne nenáročné a teda jej využívanie nevyžaduje príliš veľké investície.

Biomasa je dobrou náhradou za fosílna palivá, tak napríklad 2 kg slamy alebo dreva z rýchlorastúcich vrb nahradí 1l ropy. Slama aj drevo z energetických plodín majú o 20 % vyššiu výhrevnosť ako hnedé uhlie, ktoré je u nás najdôležitejším primárnym zdrojom energie. Z hľadiska energetickej produkcie je však podstatné, že aj pri započítaní energetických vstupov je celková energetická bilancia kladná. Pomer získanej a vlozenej energie je zvyčajne 5:1. (Gašpierik, 2008)

1.2 Riziká pestovania rýchlorastúcich vrb ako biomasy

Pestovanie rýchlorastúcich drevín (ďalej RRD) však nie je úplne bez rizík. Istými nevýhodami sú:

- nevyhnutnosť používať hnojivá podobne ako pri iných plodinách
- pestovanie rýchlorastúcich drevín v podobe monokultúrnych plantáží môže mať negatívne dopady na ekosystém
- veľkoplošné pestovanie rýchlorastúcich drevín najskôr vyžaduje pokusný rast, pretože nie každej odrode, či klonu sa z hľadiska nadmorskej výšky darí v danej lokalite.
- Vysadené dreviny v prvom roku vyžadujú zvýšenú starostlivosť a plantáž je potrebné kultivovať.

Pri pestovaní energetických rastlín by sa tiež nemali používať pesticídy a hnojivá, pretože výrazne poškodzujú prírodu, čo odporuje logike využitia biomasy ako ekologicky nezávadného zdroja energie. Pri pestovaní energetických rastlín tiež treba zvážiť či sa energia, ktorá bola vložená do ich obhospodarovania a zberu vráti pri ich využití. (Gašpierik, 2008)

1.3 Spôsoby hospodárenia v porastoch RRD

V súčasnosti existuje viacero spôsobov hospodárenia a pestovania RRD:

- 1) **Lignikultúry**- porast je založený zodpovedajúcim nárokom pre danú drevinu. Kvalitné sadenice sú vysádzované do pripravenej pôdy, v širokom spone a celoplošná kultivácia sa vykonáva až 10 rokov. Tento spôsob hospodárenia je najvhodnejší pre topole. Cieľovým produktom sú dýharenské výrezy.
- 2) **Silvikultúry**- výsadba sadeníc sa vykonáva do vŕtaných jamiek. Spon vysadených sadeníc je úzky 3 x 3 m až 4 x 4 m. Kultivácia sa vykonáva 5 rokov po výsadbe. Nevýhodou tohto spôsobu pestovania je, že v prehustenom poraste sa spomaľuje rast a šíria sa tu rýchlejšie hubové ochorenia. Tento spôsob postupne zaniká pretože sa ukázal ako neefektívny. (Čížková, 2004).
- 3) **Výmladkové plantáže**- tento spôsob bol vytvorený na produkciu štiepky pre energetiku, ale taktiež pre biorafineriu. Takto pestované RRD sú zaradené medzi lignocelulózne energetické plodiny tzv. druhej generácie, ktoré oproti prvej generácii (repka, kukurica, obilie) majú výrazne lepší energetický zisk. Tento spôsob hospodárenia je založený na regeneračnej

schopnosti (výmladnosti) odrôd RRD, ktorá umožňuje opakovanú ťažbu bez zakladania nového porastu.

Prvé dve metódy (lignikultúry a silvikultúry) sa používajú hlavne na lesníckych pôdach, naproti tomu pestovanie RRD na výmladkových plantážach, ktoré sa využíva posledných 30 rokov má ťažisko uplatnenia na nelesných pôdach.

Od predošlých spôsobov pestovania RRD sa tento pestovateľský systém odlišuje aplikáciou prevažne poľnohospodárskych agrotechnických postupov. Vyrobená drevná štiepka z plantáží je pre svoju homogenitu a cenovú dostupnosť žiadaným biopalivom.

Nielen na Slovensku, ale aj v ďalších krajinách rozloha výmladkových plantáží čoraz viac narastá vplyvom priaznivých ekonomických a dotačných podmienok, ktoré sú často podporované regionálnymi samosprávami, agrárnymi komorami alebo podnikateľskými skupinami. (Weger, 2009).

Podľa MP SR sa v roku 2003 začali vyčleňovať energetické porastov na pestovanie RRD v nížinných a pahorkatinných oblastiach Slovenska, ktorých obhospodarovanie bude orientované na pestovanie dendromasy pre energetické využitie. V súčasnosti sa RRD pestujú na 10 – 12 tis. ha. Takto vyčlenené energetické porasty môžu produkovať 220 tis. ton dendromasy ročne. (MPSR, 2007)

1.4 Výber vhodného miesta pre založenie plantáže RRD

Výber vhodného miesta pre pestovanie RRD je zásadným krokom, pretože má do budúcnosti veľký ekonomický vplyv a je takmer nemožné napraviť predchádzajúce mylné rozhodnutia. Systém produkcie biomasy z RRD by mal byť realizovaný za účelom dosiahnutia maximálnej produkcie biomasy za súčasného udržania dobrého stavu pôdy a zabezpečenie kolobehu živín. (Volkhard, 2009)

Pri výbere stanovišťa vychádzame z týchto charakteristík, ktoré sú charakterizované podľa Stupavského, 2009:

- **Pôdna úrodnosť**- Plánované nariadenie Európskej únie COM [2006] 231, týkajúce sa environmentálnych stratégií pre ochranu a trvalo udržateľné využívanie pôd si dáva za hlavný cieľ zabráňovať ďalšej degradácii pôd, uchovať ich prirodzenú funkciu a obnoviť zničené pôdy. Priamo uvádza, že "členské štáty zabezpečia, aby užívateľ pôdy, ktorého činnosti ovplyvňujú pôdy spôsobom, pri ktorých možno očakávať, že výrazne obmedzí prirodzené

funkcie pôdy, ako je napríklad výroba biomasy, je povinný prijať preventívne opatrenia, ktorými sa takýchto nepriaznivých vplyvov zabráni alebo sa minimalizujú".

- **Klimatické podmienky** – pri zakladaní RRD sú významným faktorom ovplyvňujúcim výber dreviny resp. odrody.

Je všeobecne známe, že vrb, ktoré sú považované za jedny z najvhodnejších drevín pre plantáže RRD v strednej a severnej Európe, sú veľmi tolerantné k sérii klimatických a pôdných faktorov. Niektoré odrody vrb môžu rásť v snehu na horách či v arktických oblastiach. Klimatické obmedzenia v prípade tohto druhu nie je príliš podstatné. Na základe poznatkov z pestovania vrb v podmienkach Švédska, je známe, že ťažký mokrý sneh stláča výhonky vrb a spôsobuje zlomy kmeňov. Pokrytie kmeňov ľadom, ku ktorému dochádza v špecifických podmienkach, môže tiež zničiť mladé rastliny (na rozdiel od starších, ktoré sú silnejšie a odolnejšie). Tieto riziká treba brať do úvahy, ak chceme plantáž založiť v miestach s veľkým množstvom snehu. (Stúpavský, 2009).

Topole majú rozdielne klimatické a vodné požiadavky, lepšie rastú v teplejších oblastiach a majú menšie nároky na vodu. Topoľ je oveľa citlivejší voči poškodeniu mrazom ako vrb, preto nemôže rásť vo všetkých klimatických zónach Európy. Jesenné a jarné mrazy môžu na topoľoch spôsobiť rozsiahle škody. Hoci topole, ktoré sa využívajú v energetických porastoch pochádzajú zo Severnej Ameriky, v podmienkach severnej a strednej Európy sú ohrozené jarnými mrazmi, lebo ich fenologická aktivita je posunutá do skorej jari. (Stúpavský, 2009).

- **Dostupnosť vody**- Produkcia biomasy je vysoko závislá na vode, a to aj vo vlhkej klíme severnej Európy. Vrb sú veľmi citlivé na vodný stres a je známe, že vykazujú vysoké percento evaporácie a preto nemajú problém odolávať sezónnym povodňam. Vrb môže poskytnúť veľké množstvo biomasy, ak sú zrážky vyššie ako 575 - 600 mm za rok. V prípade možnosti využívania odpadových vôd na zavlažovanie môžu byť aj suchšie pôdy vhodné pre zakladanie plantáží, pretože nízka zrážková aktivita bude vyvážená dobrým zásobením základnými živinami.
- **Nevhodnosť rašelinových pôd**- Rašelinové pôdy nie sú pre pestovanie RRD najvhodnejšie. Napriek faktu, že mnoho druhov vrb rastie na rašelinových pôdach, dnešné moderné kultivary nedokážu na týchto miestach vyvinúť dostatočne silný koreňový systém, aj keď majú vysoký kmeň. Ďalším negatívom týchto pôd je, že na nich nemôže pracovať ťažká technika. Prírodné procesy, ktoré prebiehajú v rašelinových pôdach často vedú k anaeróbnym podmienkam, ktoré sú nevhodné pre dobrý vývoj koreňov RRD. (Stúpavský, 2009).

- **Vzdialenosť od spotrebiteľa**- odporúčaná maximálna vzdialenosť plantáže od spotrebiteľa je 40 až 80 km. Závisí od viacerých faktorov: dopravnej dostupnosti lokality, existujúcej cestnej siete, ceny paliva pohonných hmôt.
- **Veľkosť plantáže**- Pestovateľské a ostatné poľnohospodárske združenia často stoja pred otázkou minimálnej výmery rentabilnej plantáže. Odpoveď však nie je jednoznačná, pretože závisí od viacerých faktorov, najmä od výšky dopytu po biomase a dispozičnej kvality stanovišťa. Všeobecne sa na základe filozofie dotačnej politiky uvádza minimálna výmera 1 ha. (Stúpavský, 2009).

1.5 Ekonomické aspekty pestovania RRD

Hodnotenie ekonomiky energetických plantáží a celého procesu produkcie a využitie biomasy pre energetiku je zložité, pretože zohľadňuje nielen vlastnú „malú“ ekonomiku výrobných nákladov, ktorá závisí na lokálnych podmienkach, ale aj problematiku dopytu a cien na súčasnom trhu s energiami, ktoré sú dotované štátom a nezahrňuje všetky tzv. externality (využívanie zložiek životného prostredia a ich poškodzovania). Vo všetkých výpočtoch je vhodné použiť prepočet na tony sušiny alebo v gigajouloch. (Weger, 2009).

Podľa aktuálnej analýzy VÚKOZ, v.v.i. sa cena štiepky (zatiaľ najbežnejšieho paliva) z plantáží RRD u nás môže pohybovať v rozpätí 4 - 6 €/GJ v závislosti na použitej agrotechnike a samozrejme dosiahnutom výnose. Cena hnedého uhlia je v súčasnosti cez 96,26 € za tonu (asi 5,31 €/GJ). Za predpokladu, že výhrevnosť uhlia je približne rovnaká ako štiepky (12 až 16 megajoulov na kilogram), cena tohto biopaliva môže byť pri súčasnom trende rastu cien energií v niekoľkých najbližších rokoch konkurencieschopná. Zníženie ceny štiepky by bolo možné dosiahnuť zväčšením rozlohy plantáží, a efektívnejšími technológiami zberu. (Weger, 2009).

Čo sa týka kvality suroviny najlepšie ju charakterizuje výhrevnosť biomasy RRD, ktorá sa pohybuje okolo 8-9 GJ/tona pri vlhkosti 50%. (Pavelek, 2007).

1.6 Prehľad odrôd vrb vhodných pre energetické využitie

Vrby sa vo svete pestujú už na viac ako ôsmich miliónoch hektároch, prevažne poľnohospodárskej pôdy, výmladkovým spôsobom hospodárenia určených na produkciu drevnej suroviny. Sú označované tiež ako rýchlo rastúce dreviny (RRD), pretože ich výškový a objemový prírastkoch vrcholí v prvej až druhej dekáde rastu a je výrazne vyššia ako u väčšiny hlavných

lesných drevín mierneho pásma. V súčasnosti je veľké množstvo odrôd a klonov vrb. Niektoré sú už niekoľko rokov sledované na pokusných plochách a iné sa len začínajú testovať. Každá odroda má svoje špecifické vlastnosti, no nie každý klon spĺňa požiadavky na výrobu biomasy.(Weger, 2009).

V Českej republike sa pri pestovaní a hodnotení Výskumným ústavom pro krajinu a okrasné zahradnictví (VÚKOZ) týchto odrôd vyčlenili odrody, ktoré najviac vyhovujú na výrobu biomasy. Odrody sú pestované výmladkovým spôsobom hospodárenia.

Tab. 1: Klony vrb z tzv. doporučeného sortimentu a najlepšie hodnotené v poľnom testovaní VÚKOZ

VÝBY	Taxonomické zaradenie	Vyhodnotenie
S-195	<i>S. × rubens</i> Schr.	A
S-469	<i>S. alba</i> L.	A
S-117	<i>S. alba</i> L.	A, D
S-218	<i>S. × smithiana</i> Willd.	A, D
S-337	<i>S. viminalis</i> L.	A, D
S-704	<i>S. caprea</i> × <i>wind</i>	B
S-639	<i>S. alba</i> L. ‘Carrone-51’	B
S-519	<i>S. viminalis</i> L.	B
S-383	<i>S. × smithiana</i> Willd.	B, D
S-310	<i>S. viminalis</i> L.	B, D

Zdroj: (Věstník MZe č. 1/2004)

Legenda hodnotenia klonov:

A - klony s vynikajúcim výnosovým potenciálom (9-12 t [suš.]/ha/rok)

B - klony s veľmi dobrým výnosovým potenciálom (7-8 t [suš.]/ha/rok)

C - klony s dobrým výnos. potenciálom (4-6 t [suš.]/ha/rok)

D - klony domácich druhov (možno pestovať v chránených územiach)

Tieto odrody sa pestujú v Českej republike. Na Slovensku sa z týchto odrôd pestuje S-337, ktorá patrí medzi odrody s vynikajúcim výnosovým potenciálom, pričom sa postupne začínajú pestovať aj ďalšie odrody, ktoré sú ešte len v začiatočných štádiách. Na Slovensku sa väčšinou uplatňovali a pestovali výmladkovým spôsobom rýchlorastúce vŕby, ktoré sú v tabuľke 2.

Tab. č. 2 Stanovištné nároky a produkcia dendromasy vybraných klonov rýchlorastúcich vrb (Varga, 2004)

Drevina (klon)	Ekologické nároky										Rubný vek (roky)	Produkcia dendromasy v suchom stave
	Nadmorská výška (m)			pôdy								
				zloženie				vlhkosť				
	do 200	200-400	400-600	ílovité	hlinité	pies-čité	rašeli-nové	zamo-krené	svieže	presý-chavé		
Vřby												
Gabčíkovo 09	I	I		I	I			I			2(5)	12(15)
Salix viminalis I	I	I		I	I	I		I	I		2(4)	12(20)
Salix viminalis II			I	I	I	I	I	I	I		3(6)	10(16)
Salix aquatica Gigantea	I	I		I	I		I	I	I	I	3(6)	8(12)

Zdroj: časopis Les 1/200

Ekologické charakteristiky jednotlivých klonov rýchlorastúcich vrb nám umožňujú vybrať si správne stanovište, aby sme dosiahli maximálnu produkciu. Vrbam vyhovuje nadmorská výška do 200 m, ale aj 200 - 400 m. Vyššia nadmorská výška je vhodná len pre *Salix viminalis* II. Väčšine vrb vyhovuje ílovitá a hlinitá pôda. Rašelinová a piesčitá pôda je nevhodná pre pestovanie vrb. Pre ich rast je veľmi vhodná zamokrená a svieža pôda a keďže vrby obľubujú vlhké miesta, pre ich pestovanie sú nevhodné presýchavé pôdy, ktoré vyhovujú len klonu *Salix aquatica* Gigantea. Rubný vek sa pohybuje okolo 2(6) rokov a produkciu je v priemere 10(15) t/ha/r. Najväčšiu produkciu vykazuje odroda *Gabčíkovo 09* a *Salix viminalis* I.

1.7 Hodnotenie rastu odrôd vrby košíkárskej na Slovensku

Na Slovensku sa porovnávalo niekoľko odrôd *Salix viminalis*. Tieto poznatky sú dôležité pre optimalizáciu postupov zakladania porastov energetických drevín, ale aj pre výber odrôd rezistentných voči chorobám a škodcom a taktiež sa sledujú odrody, ktoré sú ekonomicky najvhodnejšie pre prax. Pestovanie rýchlorastúcich vrb a jej odrôd na Slovensku je iba v začiatkoch, kde sa zatiaľ len porovnávajú vlastnosti týchto švédskych vrb (Demo, 2009). Keďže sa šľachtia stále nové odrody, ktoré sú výhodnejšie z hľadiska pestovania, sú odolnejšie a produkčne schopnejšie ako odrody, ktoré sa sledovali doteraz a na Slovensku sa iba začína rozvoj RRD, nevytvorila sa presná metodika hodnotenia odrôd týchto energetických drevín. Vo všeobecnosti sa hlavne u týchto vrb sledovali a skúmali pestovateľské technológie. Preto je spracovaná hlavne metodika pestovania rýchlorastúcich vrb, kde sa spracovala technika pestovania, hnojenia a zberu. Sledované odrody nám slúžia na porovnávanie produkčného potenciálu a sledovanie schopnosti prispôbiť sa daným podmienkam. (Daniel, 2010).

KTUR v období od roku 2005 do 2009 založila dva poľné výskumné bázy (v Seliciach, Kolíňanoch a v Brodskom) na overovanie vhodnosti pôdnoekologických podmienok juhozápadného Slovenska pre pestovanie rôznych odrôd a klonov drevín rodu *Salix viminalis*. Prvá je zameraná na overovanie produkčného potenciálu piatich švédskych odrôd vrby - Sven, Inger, Tora, Gudrun a Tordis. Porast je 3 roky po výsadbe a dosahuje výšku do 5 metrov. Z výsledkov tejto prvej vzorkovnice sa ako najlepšia s produkčnými vlastnosťami ukázala odroda Inger, ktorá je najvhodnejšia na pestovanie na západnom Slovensku. Ostatné odrody mali približne rovnaké výsledky, pričom odroda Tordis dosahovala taktiež dobrý produkčný potenciál.

Druhá vzorkovnica slúži na porovnanie produkčného potenciálu najvýkonnejšej švédskej odrody Inger s dvoma maďarskými odrodami - Expressz a Csala. Okrem hnojenia a priestorovej

organizácie porastu sa overuje aj technológia výsadby a vplyv závlahy na produkčný potenciál jednotlivých odrôd. Pri porovnávaní sa zistilo, že produkčný potenciál odrody Inger je lepší ako pri maďarských odrodách, ktoré však boli odolnejšie voči škodcom. (Demo, 2009).

Pokusy na overenie možností pestovania rýchlorastúcich odrôd vrbý (*Salix viminalis*) na energetické účely v chladnejších podmienkach boli založené na výskumnej stanici v Krivej na Orave na jar v roku 1994. Na tieto účely boli použité tri odrody vrbý, ktoré boli vyšľachtené vo Výskumnom ústave poľnohospodárskom vo Swälov vo Švédsku.(ULV, ORM a RAPP). Počas sledovania sa zistilo, že odrody RAPP a ULV mali veľmi dobrý ročný prírastok v podmienkach Oravy, pričom odroda ORM zaostávala. Najvhodnejšia odroda sa ukázala odroda RAPP, ktorá je aj odolná voči škodcom a je najlepšie prispôsobená chladnejším podmienkam. Pri dosahovaní dobrej produkcie je dôležité hnojenie tejto odrody. (Habovštiak, 2008).

Na Slovensku sa pestujú energetické vrbý predovšetkým plantážnym spôsobom hospodárenia. Pre tento spôsob hospodárenia sú vybrané určité klony vrb, ktoré najviac vyhovujú miernemu klimatickému pásu. Ministerstvo životného prostredia schválilo viaceré odrody vrbý košíkárskej, ktoré sú vhodné na energetické pestovanie v podmienkach SR.

Ide o klony vybrané z domácich zbierok (testované Výskumným ústavom Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradníctví, v. v. i. – VÚKOZ od roku 1994). Nie sú chránené šľachtiteľskými právami. Pre vrbu košíkársku (*Salix viminalis*) sú to klony uvedené v tabuľke 3. Tieto klony sú doporučené pre ČR a celú EÚ.

Tab.č.3 Klony vrbý švédskej *Salix viminalis*

Vedecký názov	Slovenský názov	Číslo klonu podľa vestníka MZe c. 1/2004	Kód klonu	Pohlavie klonu
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkárska	S-310	S-vimMoš-310	Female
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkárska	S-337	S-vimKos-337	Female
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkárska	S-699	S-vimPek-699	Female
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkárska	S-264	S-vimMoš-264	Female
<i>Salix viminalis</i> L.	vrba košíkárska	S-519	S-vimŽil-519	Female

Zdroj: VÚKOZ, 2009

Registrované odrody vrb zo Švédska (‘Tora’, ‘Inger’, ‘Tordis’ a ďalšie) vyšľachtené zámerným krížením prevažne z druhu *S. viminalis*, ale i z iných druhov krovitých vrb. Odrody sú chránené šľachtiteľskými právami.(Weger, 2009) Tieto klony sú vhodné a doporučujú sa pre celú EÚ vrátane Slovenska.

1.8 Metodika na posudzovanie vhodnosti pestovania RRD a ich odrôd

Metodika bola zameraná na posúdenie možnosti pestovania biomasy so zameraním na plantážové monokultúry v podmienkach SR. Táto metodika vznikla na pokusných modelových územiach, na ktorých sa pestovali odrody energetických drevín. Boli použité odrody rodu *Salix* (Tora, Tordis) a *Populus*. Odrody z rodu *Salix*, ktoré boli použité patria medzi nenáročné a dosahujú veľmi dobrú produkciu. Vybrali sa tri modelové územia SR v rôznych typoch krajiny: Latorica (nížinný typ), Dargov (podhorský typ), Vihorlatské vrchy (horský typ) (Burda 2009).

V metodike sa hodnotili nasledovné ukazovatele:

1. Odolnosť odrôd Tora a Tordis proti hrdzi listovej
2. Produkcia biomasy s ohľadom na rôzny typ krajiny

Dané odrody sa vysadili do určených modelových typoch krajín v počte 30 ks z každej odrody. Vysádzané boli do pripravenej pôdy, ktorá bola obohatená dusíkom. Počas rastu boli 2x zavlažované. Pestovali sa plantážnym spôsobom hospodárenia. Produkcia biomasy sa zisťovala v rokoch 2007, 2008. Na konci vegetačného obdobia boli obidve odrody zberané a hodnotené. Rezistencia sa hodnotila počas výskytu hrdzi listovej (júl-august) a porovnávalo sa poškodenie u daných odrôd. (Burda, 2009).

Výsledky:

Pri vyhodnocovaní sa zistilo, že nížinný typ územia je vhodný pre obidve odrody. Produkciu dosiahli približne rovnakú aj počas rastu sa prejavovali rovnako. Rozdiely medzi odrodami sa ukázali až pri vyhodnocovaní v podhorskom type a v horskom type územia. Ukázalo sa, že odroda Tordis dosahuje lepšie výsledky ako Tora. Z výsledkov vyplýva, že odroda Tordis je vhodná aj pre suchšie stanovištia, stabilné úrody dosahuje aj v chladnejších regiónoch. Odroda Tora je však vhodnejšia na nížinné podmienky, pričom odroda Tordis vykazuje dobrú produkciu aj vo vyšších polohách. (Gohn, 2009).

Pri pozorovaní rezistencie sa zistilo, že Tora má vysokú rezistenciu proti hrdzi listovej a je tu taktiež nízka pravdepodobnosť napadnutia škodcami a obhrýzania zverou. Odroda Tordis bola o 40% viac poškodená hrdzou listovou, taktiež boli väčšie poškodenia zverou. (Burda, 2009).

1.9 Kritéria pre pestovanie RRD plantážovým spôsobom hospodárenia v SR

MŽP SR vypracovalo kritéria pre pestovanie RRD plantážovým spôsobom hospodárenia v podmienkach SR z pohľadu rezortných kritérií MŽP SR. Metodika ďalej riešila záujmy ochrany prírody a ÚSES, ochranu krajinej štruktúry a krajinného rázu, zachovanie pôvodného genofondu, vodný režim územia, protieróziu ochranu, optimalizáciu využívania prírodných zdrojov. (Burda, 2009). Kritéria pestovania rozdelila na 4 limity, ktoré charakterizovala nasledovne:

Kritéria MŽP SR

Limit L1 – *územia nevhodné pre pestovanie monokultúr rýchlorastúcich energetických drevín a energetických rastlín*

- Územia s právnou ochranou prírody stupňom 4 a 5
- Územia európskeho významu (SCI) zo sústavy NATURA 2000
- Územia Národných parkov vo všetkých stupňoch ochrany okrem ochranných pásiem
- Územia jadrových zón nadregionálnych štruktúr ÚSES (okrem vyššie uvedených)
- Lokality biotopov európskeho významu (podľa mapovania biotopov), a genofondových plôch

Limity L2 a L3 – *územia podmiennečne vhodné pre pestovanie monokultúr rýchlorastúcich energetických drevín a energetických rastlín – podmienky stanoví proces EIA*

- L2 – výlučne autochtónne dreviny a plodiny, za podmienky pestovania výlučne pôvodných druhov mozaikovitým (nie veľkoblokovým spôsobom – max veľkosť honu)
- Územia ochranných pásiem Národných parkov
- Územia a ochranné pásma chránených krajinných oblastí
- Ochranné zóny 500m území biotopov európskeho významu (SCI)
- Územia nadregionálnych a regionálnych štruktúr ÚSES podľa GNÚSES a Aktualizácie RÚSES

L3 – povolené autochtónne a introdukované dreviny a plodiny, za podmienky odsúhlasenia podmienok pestovania a orgánom ochrany prírody

- Územia chránených vtáčích území (SPA) zo sústavy NATURA 2000
- Územia s výskytom historických krajinných štruktúr

Bez limitu – *podľa agrotechnickej vhodnosti pestovania*- využitie nízkoprodukčných pôd, kde zaradíme(kontaminované pôdy, neobhospodarované plochy tzv. „biele plochy“, kategória pôd s bodovou hodnotou menej ako 30 bodov, erózne pôdy)

Podľa vhodnosti pestovania MŽP SR rozdelilo územie na 4 časti:

Podľa vhodnosti pestovania

- V1 – len dreviny

V depresných polohách, ťažké a veľmi ťažké pôdy

- V2 – odporúčené dreviny

V štandardných polohách veľmi ťažké pôdy. Na plytkých alebo silne skeletovitých pôdach, alebo ich kombinácii.

- V3 – odporúčené plodiny.

V štandardných polohách ťažké pôdy. Na stredne skeletovitých pôdach.

- V4 - Protierózna ochrana

Na silne erózne ohrozených a veľmi silne erózne ohrozených pôdach. (Burda, 2009).

1.10 Význam a praktické využitie fenologických pozorovaní

Na Slovensku sa fenologické pozorovania lesných drevín robia od roku 1984 podľa jednotnej metodiky SHMÚ v Bratislave.

Fenologické pozorovania sú dôležitým indikátorom zmien environmentálnych podmienok, preto je im v súčasnosti venovaná stále väčšia pozornosť. Fenologické pozorovania umožňujú skúmať zákonitosti vývoja rastlín a indikovať zmeny vonkajších podmienok prostredia. Poskytujú informácie a rastových fázach jednotlivých druhov v danej oblasti a tiež o miestnych meteorologicky určených rozdieloch v dátumoch udávajúcich začiatky dôležitých fenologických javov (Larcher, 1988). Fenológia je taktiež dôležitá pre použitie drevín vo vhodných podmienkach, aby dosahovali čo najlepšiu produkciu. Fenologická aktivita vŕb je od väčšiny drevín odlišná v tom, že prvá fenologická rastová fáza je vývin generatívnych orgánov. Pri väčšine ostatných druhov drevín sa prvá fáza začína vývinom vegetatívnych orgánov. Fenologické údaje sa využívajú aj pri identifikácii a charakteristike rôznych odrôd ovocných drevín a viniča, ktoré sa z hľadiska nástupu do určitej fenofázy viac alebo menej výrazne odlišujú.

Fenologické rastové fázy môžeme rozdeliť na predjarie, kde je základnou rastovou fázou vývin generatívnych orgánov. Ďalšie obdobie je jar, kde je základnou rastovou fázou vývin listov. Obdobie leta je charakteristické základnou rastovou fázou predĺžovací rast výhonkov a posledné obdobie je jeseň, charakteristické základnou rastovou fázou senescencia a opad listov. (Kamenský, 2000).

Väčšina identifikačných kľúčov, ktoré sú na Slovensku k dispozícii je spracovaná pre ovocné dreviny, vinič a vybrané ihličnaté druhy drevín. Jednou z agentúr, ktorá sa zaoberá sledovaním vplyvov klímy na fenológiu rastlín, zvierat a krajiny je USA-NPN (National Phenology Network). V jej dokumentoch je fenologická aktivita vrb definovaná len čiastočne a nezachytáva všetky etapy ich vývinu. Podľa Kagatu (2001) je dôležité všímať si hlavne listy, pri ktorých definoval sedem hlavných rastových fáz a to: rozvíjajúce sa listy, rozložený list, 50% rozložených listov, 75% rozložených listov, všetky listy rozložené, 50% listov opadaných, jesenné sfarbenie listov, všetky listy opadané. U kvetov charakterizoval len dve fenofázy a to: 50% kvetov otvorených, všetky kvety otvorené.

Chmielewski (1968) definoval fenologické fázy viacerých druhov drevín vrátane vrb, pričom bližšie charakterizoval len šesť hlavných rastových fáz. Viaceré z nich zahrnula do svojich pozorovaní a výstupov aj agentúra USA-NPN: začiatok rozvíjania listov, rozvíjanie výhonkov, začiatok kvitnutia, prvé zrelé plody, opad listov.

Aj ďalší autori popisujú fenologickú škálu vrb veľmi stručne iba s niekoľkými hlavnými fázami. Svoju pozornosť sústreďujú prevažne na monitoring hlavných lesnícky dôležitých druhov drevín a ovocných druhov drevín.

1.11 Faktory ovplyvňujúce fenologickú aktivitu drevín

Fyziologické a rastové procesy drevín môžu byť ovplyvnené súborom vonkajších faktorov (teplota, žiarenie, vlhkosť pomery, kvalita stanovišťa a pod.) alebo ich genetickými vlastnosťami. Všeobecne je známe, že veľkosť hrúbkového prírastku, ktorý strom dosahuje závisí od kombinácie rastového potenciálu stromu a vonkajších faktorov obmedzujúcich rast.

Rastový potenciál stromu vyplýva zo vzťahu medzi geneticky zdedenými schopnosťami organizmu a prostredím, v ktorom daný jedinec rastie. (Leštianska, 2008).

Pre fenologické javy, ich nástup a priebeh, majú z činiteľov prírodného prostredia najväčší význam geografická poloha, nadmorská výška, ďalej geomorfológia, pôda, povrchová a podzemná voda.

Geografická poloha: ovplyvňuje zmeny v klimatickom režime vplyvom nerovnomerného rozdelenia slnečného žiarenia a dĺžky dňa v rôznych geografických šírkach a rozdielnym zohrievaním zemského povrchu členeného na pevniny a oceány. V dôsledku toho sú podmienky rastlínstva na zemi rozdielne, a preto aj celkový ročný rytmus vývoja rastlín v jednotlivých úsekoch sa mení s geografickou šírkou a dĺžkou.

Nadmorská výška: Vplyv sa prejavuje predovšetkým vo vertikálnej zmene klimatických prvkov, pričom najväčší význam z fenologického hľadiska má ubúdanie teploty s nadmorskou výškou. V jarnom a letnom období sa so stúpajúcou nadmorskou výškou nástup fenologických fáz oneskoruje, v jesennom období zasa skoršie nastupujú fenologické fázy vo vyšších polohách.

Geomorfológia: vytvárajú miestne zvláštnosti vo vývoji rastlín tým, že menia základné makroklimatické faktory na viac-menej výraznú miestnu klímu. Vo vyhlbených tvaroch povrchu (kotliny, doliny, terénne depresie) sa na jar dlho drží chladný vzduch hlavne za teplotných inverzií, takže sa stáva, že vo vyšších polohách nastupujú jarne fenologické fázy skôr ako v údolí. V lete sa však zohriaty vzduch zo svahov viac zapája do konvencie, ale vo vyhlbených tvaroch zotráva, preto tu vývoj rastlín môže rýchlejšie napredovať ako na svahoch. (Michalkovic, 2007).

Vlastnosti pôdy a hydrologické pomery stanovišťa - sú určujúce pre objem prírastku a tvorbu biomasy. V strednom Švédsku sa sledovalo šesť odrôd vrb s cieľom zhodnotiť vplyv genotypu a prostredia na výšku jarného prírastku biomasy. Vrbby boli vysadené v podmienkach poľného pokusu a udržiavané pod diferencovaným stupňom závlahy a hnojenia. Z výsledkov vyplynul pozitívny vplyv závlahy a hnojenia dusíkom na tvorbu biomasy. Zavlažované a hnojené dreviny mali vyššiu dynamiku tvorby asimilačného aparátu ako nehnojené a menej zavlažované varianty. Disponibilita vlhky a optimálne vlastnosti pôdy preukazne priaznivo ovplyvnili aj dĺžku fenologickej aktivity testovaných odrôd a tým aj dĺžku výhonov a celkový objem nadzemnej biomasy. (Weihe, 2009).

Teplota vzduchu - ovplyvňuje a mení nástup drevín do fenofáz a tým aj dĺžku fenofázových intervalov a fenologickej aktivity drevín vo vegetačnom období. Na vegetačné obdobie vrb, budú zvýšené teploty vplývať hlavne posunom fenofáz do skorších časových termínov. (Chobotová, 2007).

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce je identifikácia faktorov ovplyvňujúcich fenologickú aktivitu rýchlorastúcich drevín a charakterizovať rozdiely medzi vybranými odrodami vrbí na základe odchýlok vo fenologickej aktivite.

3 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA

3.1 Metodika

Diplomová práca je venovaná vytvoreniu fenologického kľúča pre hodnotenie fenologickej aktivity vrb, ako aj zhodnoteniu sledovaných ich fenologickej aktivity a určeniu rozdielov v dĺžke vegetačnej doby a vo vývoji asimilačnej plochy. V roku 2009 boli realizované fenologické pozorovania odrôd vrby košíkárskej (*Salix viminalis*) v Krivej na Orave. Pozorované odrody boli RAPP a ULV, ktoré boli vyšľachtené vo Výskumnom ústave poľnohospodárskom vo Svalöv vo Švédsku.

3.2 Charakteristika hodnotených odrôd RAPP a ULV

Morfologicky sú obidve odrody veľmi podobné. Farba a dĺžka listov je približne rovnaká. Tieto šľachtené odrody sú prevažne kry. Vhodné podmienky pre rast majú v nížinách, pozdĺž vodných tokov, na zaplavených miestach, ale s úspechom rastú aj vo vyšších nadmorských výškach (od 500 m.n.m). Dá sa im vo vlhkých hlbokých, piesočnatých, hlinitých a ílovitých pôdach. Ich jednoročné výhonky (prúty) sú stredne silné, rovné, nerozvetvené a dlhé niekedy až 4 metre. Sú tmavozelenej, žltozelenej až hnedozelenej farby, bohato olistené. Majú veľkú stredovú dreň, a preto sa hodia aj na hrubšie košíkárske práce. Listy sú previsnuté a veľmi dlhé (až 25cm), asi 10 – 12-krát dlhšie ako široké. Na lícnej strane sú tmavozelené a matné, bez lesku, na rube biele, plstnaté. Hlavným rozdielom u týchto odrôd je obsah salicil-alkoholu, pričom odroda RAPP obsahuje viac tejto látky ako ULV. Rozdiel je aj vo výške pričom porasty ULV sú vyššie a tvoria rovnomernejší poras ako RAPP.

Tieto odrody sú charakteristické intenzívnym rastom, pričom za krátku dobu vytvoria veľké množstvo dendromasy na jednotku plochy. Kvôli vysokému obsahu salicil-alkoholu majú dobrú výhrevnosť. Nie sú náročné na klimatické a pôdne podmienky. Možno ich pestovať na rôznych okrajových pôdach, na pôdach kontaminovaných ťažkými kovmi či ohrozených eróziou. Zlepšujú fyzikálne vlastnosti pôdy a obohacujú ju o živiny. (Okrem toho majú aj iné formy využitia - košíkárske, včelárske, poľovnícke, ako súčasť záhrad, parkov atď. V zahraničí ich používajú aj na súvislé porasty ako čističky odpadových vôd. Veľmi významná vlastnosť je, že kvôli rýchlemu rastu sa môže zberať každé štyri roky, pričom produkčná schopnosť je až 23 - 25 m³ drevnej hmoty. (Pado, 2006).

3.2.1 Manažment porastov hodnotených odrôd

Porasty boli založené na jar roku 1994 do sponu $0,70 \times 0,60$ m. Pred výsadbou sa vykonala príprava pôdy spočívajúca v jesennej hlbokkej orbe a jarnom diskovaní a bránení. Každý rok v jarnom období sa hnojilo fosforom dávkou $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a v júni dusíkom dávkou $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. V roku výsadby bol porast trikrát plečkovaný proti burine, čo sa prejavilo priaznivo na jeho výške. V druhom roku po výsadbe priemerná výška porastu bola 1,70 m (obr.1), v treťom roku 2,30 m (obr.2) a v štvrtom roku dosahovala výška priemerne 2,80 m (obr.3).

Zber porastu sa vykonával každé štyri roky. Po spílení sa prúty sústredili na kopu, ktorá sa zväzkovala (obr.5) a následne odviezla k štiepkovaciemu stroju. Drevná štiepka (obr.6) sa využíva na vykurovacie účely školských zariadení v regióne. (Habovštiak, 2007)

BIOTECHNIKA PESTOVANIA VŔBY KOŠIKÁRSKEJ



obr.1 Porast odrody RAPP v 2.roku po výsadbe s výškou 1,70 m
(Habovštiak, 1995)



obr.4 Porast odrody ULV v 4. roku po výsadbe
(Habovštiak, 1997)



obr.2 Porast odrody RAPP v 3. Roku po výsadbe s výškou 2,30 m
(Habovštiak, 1996)



obr.5 Príprava na odvoz



obr. 3 Porast odrody RAPP v 4. roku po výsadbe s výškou 2,80 m
(Habovštiak, 1997)



obr.6 drevná štiepka z vŕby (Habovštiak, 1998)

3.2.2 Charakteristika experimentálnej plochy

Hodnotené odrody sú vysadené na poľnohospodárskom pozemku, ktorý nie je vhodný na pestovanie poľnohospodárskych plodín v dôsledku vysokého zamokrenia. Veľkosť pozemku je 0,5 ha a nachádza sa v nadmorskej výške 550 m.n.m. V minulosti sa pozemok využíval na výsadbu okopanín (zemiakov), ale pre nízke úrody bol zatrávnený. Porast sa nachádza 2,2 km za obcou Podbiel a 2 km pred obcou Krivá na Orave. Z ľavej strany sa nachádzajú družstevné poľnohospodárske pozemky a z pravej strany sa nachádzajú lúky (obr. 7). Porast má neštandardne malú výmeru lebo má skôr experimentálny, nie čisto prevádzkový význam.

Drevná štiepka sa po zbere odváža na výskum, ktorý sa nachádza v Krivej na Orave, prípadne sa využíva na výrobu drevnej štiepky, ktorá sa vyrába priamo v Krivej štiepkovacím strojom.

Tabuľka č.4 Charakteristika podmienok experimentálnej plochy

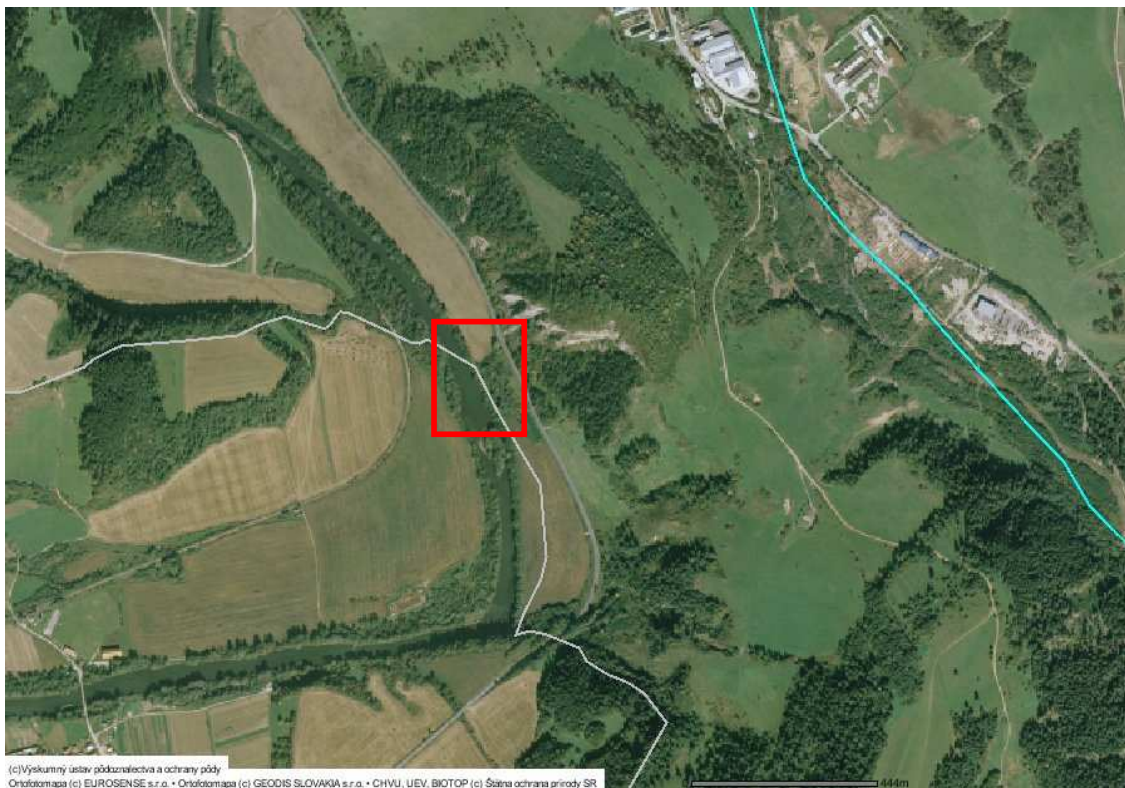
Klimatický región:	chladný, vlhký
Teplotné priemerné mesačné pomery:	január -4,5 - - 6° C
	júl 14,5 - 16° C
Priemerný ročný úhrn zrážok:	610 - 900 mm
Pôdy:	Ílovité

Pre odrody RAPP a ULV je tento región vyhovujúci z hľadiska dostatočného úhrnu zrážok, kde priemer je 610 - 900 mm. Najväčším rizikom produkcie sú nízke priemerné mesačné teploty v mesiacoch január až marec (teplota pohybuje okolo -5 °C) čo oddľahuje nástup odrôd do vegetácie a môže znížiť produkciu biomasy.

Pre hodnotené odrody sú vhodné ílovité pôdy, ktoré bývajú hlavne v mesiacoch marec - apríl zaplavené.

Vo všeobecnosti sú podmienky experimentálnej plochy pre skúmané odrody priaznivé aj preto, že majú malé nároky na stanovište.

Obrázok č. 7 satelitná snímka experimentálnej lokality



zdroj: pôdnemapy.sk

3.2.3 Metodika hodnotenia záujmových odrôd

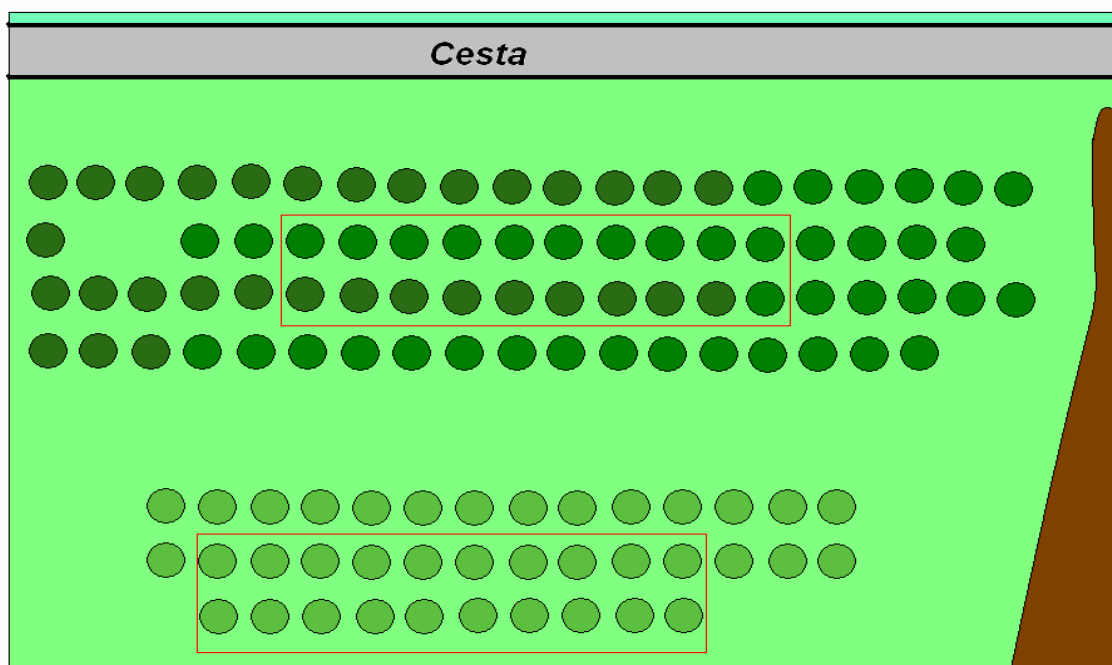
Na zostavenie fenologického kľúča a periodické snímkovanie fenologickej aktivity odrôd sme si zvolili reprezentatívnu plochu s ktorou sme pracovali počas celej doby sledovania.

Pre fenologické pozorovania sa vybralo 20 jedincov z každej odrody. Rastliny sa označili v strede porastu (obr. 8), aby hodnotenie nebolo systematicky ovplyvnené mikroklimatickými rozdielmi, alebo aktivitami v rámci cestnej premávky, prípadne poľnohospodárskej výroby.

Z každej odrody sa označilo 20 drevín, na ktorých sa zisťoval nástup a priebeh fenofáz vo vegetačnom období roka 2009.

Fenologické pozorovania sa robili vždy na jednom výhone vo výške 1,8m. Keďže z jedného koreňového základu (hlavy resp. pňa) vyrastá viacero výhonov, z každého pňa sme označili vždy jeden výhon vyrastajúci v centrálnej časti výmladkového hniezda. Fenologické pozorovania prebiehali periodicky v 7 dňových intervalov od 23.01.09 do 10.10.09.

Obrázok č. 8 Mapa pokusu



Mierka 1:500

Legenda:



- poľnohospodárska orná pôda, ktorá sa postupne zatravnňuje



- jedince z odrody RAPP



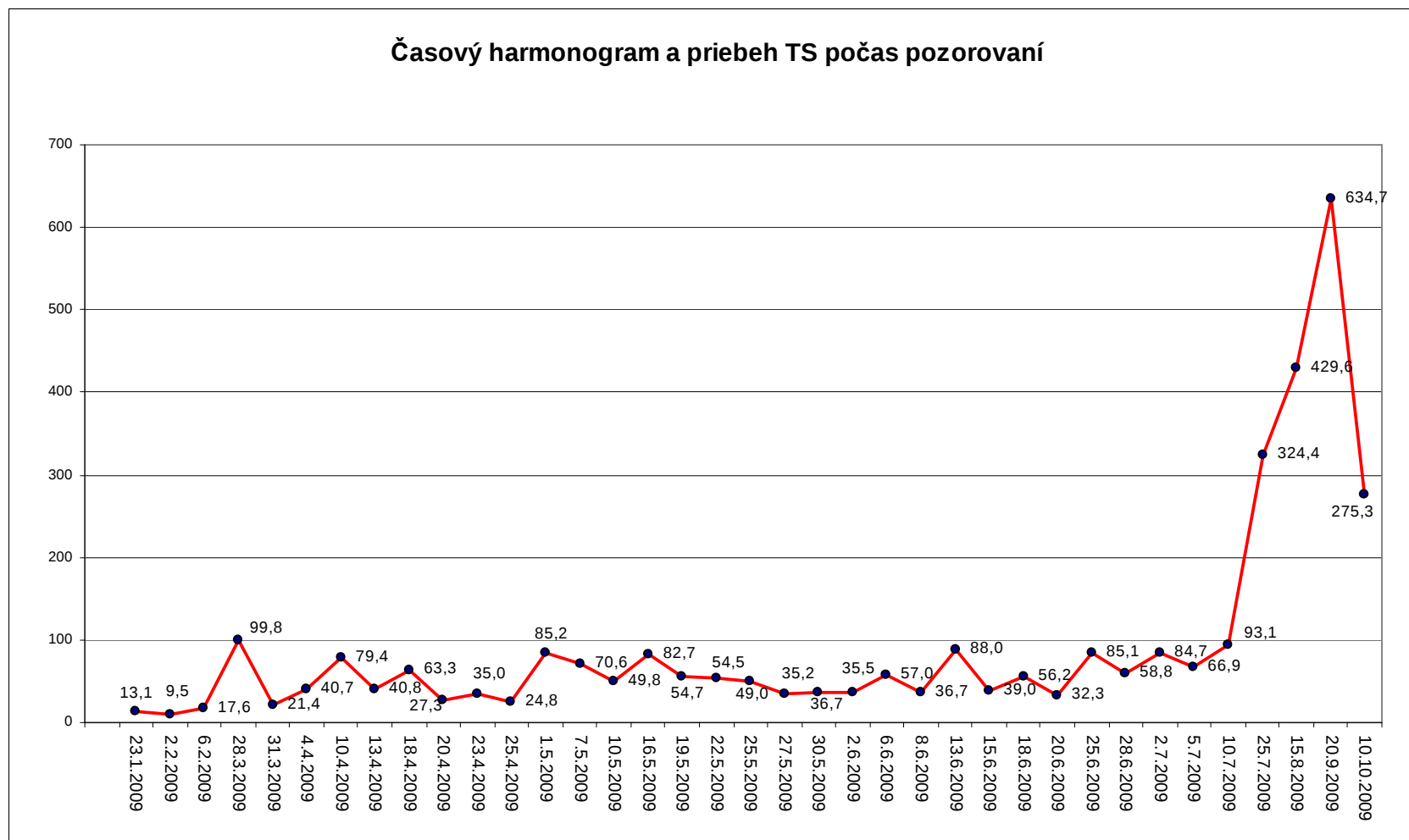
- jedince z odrody ULV



- hranica, ktorá označuje, ktoré jedince boli pozorované v poraste

Časový harmonogram meraní a snímania fenologických dát je uvedený v nasledujúcom grafe.

Graf č. 1 Časový harmonogram fenologických pozorování a a priebeh teplotných súm (TS) v ° C



Sledovania začali 23.1.2009, kedy sa odrody nachádzali v dormancii a TS bola 13,1. Do porastov sme prichádzali zo začiatku (január - marec), zriedkavo. Pri stúpaní priemerných teplôt sa rastové fázy urýchlili (apríl - máj) a do porastu sme chodili čo najčastejšie, lebo vývin listov bol veľmi dynamický.

Na výpočet teplotnej sumy sme potrebovali priemerné denné teploty (súčet vonkajších teplôt meraných o 7⁰⁰ hod., 14⁰⁰ a 21⁰⁰ h., pričom teplota nameraná o 21⁰⁰ h. sa započítava dvakrát a spraví sa priemer) podľa vzorca $td = (t7 + t14 + 2 \times t21) : 4$ za celé pozorované obdobie a dátum pozorovania jednotlivých fenofáz. Na základe priemerných teplôt sme jednotlivé pozorovania zaradili do škály teplotných súm. K dátumu pozorovania bola priradená teplotná suma podľa toho či boli dva dni po sebe kladné teploty .

Škály teplotnej sumy:

TS0	(0-5°C)	1.1.- 6.2.2009
TS5	(5,1-8°C)	7.2.- 1.4.2009
TS8	(8,1-10°C)	2.4.- 3.4.2009
TS10	(10,1-15°C)	4.4.- 8.5.2009
TS15	(15,1-20°C)	8.6.- 9.5.2009
TS20	(+ 20°C)	od 9.6. 2009

Po zaradení jednotlivých pozorovaní sme spočítali iba kladné priemery denných teplôt až po začatie rastovej fázy, čím sme dostali celkovú teplotnú sumu za pozorované obdobie pre každú hlavnú rastovú fázu.

3.2.4 Metodika hodnotenia vývoja prírastkov odrôd RAPP a ULV v roku 2009

Na posudenie a hodnotenie vývoja prírastkov a ich rozdielov medzi odrodami sme použili údaje, ktoré nám poskytla Výskumná stanica v Krivej na Orave. Priemerné mesačné prírastky boli merané každý mesiac v máji až v júni. Spravil sa rozdiel vo veľkosti výhonkov na začiatku a na konci mesiaca. Je to dôležitý ukazovateľ pri tvorbe nadzemnej časti a tvorbe produkcie. Taktiež sme porovnali rozdiel medzi produkciou dendromasy a tvorbou ročných prírastkov za rok 2009:

3.2.5 Metodika zostavenia identifikačného kľúča

Na zostavenie identifikačného kľúča pozorovaných odrôd sme narezali 10 výhonkov z odrody RAPP v dĺžke 20 cm. Tieto výhonky sme vložili do fľaše s vodou do izby s teplotou 19-21°C, pričom fľaša bola umiestnená tak, aby slnečné lúče na ňu dopadali priamo minimálne 1/2 dňa. Výhonky po piatich dňoch začali rastový proces, ktorý začal nalievaním púčikov. V týchto umelých podmienkach celý rastový proces trval 16 dní. Každú rastovú fázu sme odfotografovali. Pri tvorbe sme vychádzali z pozorovaní Kagatu (2001) a Chmielewskeho (1968), a taktiež sme vychádzali aj zo všeobecného BBCH- identifikačného kódu (Hack et al., 1992), pričom sme niektoré hlavné fázy rozdelili podrobnejšie.

4 VLASTNÁ PRÁCA

4.1 Zostavenie identifikačného kľúča fenofáz vrby košíkárskej

Pri tvorbe sme vychádzali z pozorovaní Kagatu (2001) a Chmielewskeho (1968), pričom sme doplnili niektoré hlavné fázy. Kagata opísal pri vrbach tieto fázy, ktoré sme použili pri zostavovaní:

1. 00 Dormancia: stav rastliny počas nepriaznivého obdobia, keď má spomalený metabolizmus. Charakteristický znak sú krycie šupiny na púčikoch.
2. 30-34 Rozvíjajúce sa listy: hlavná os je vytvorená, listy sa rozvíjajú. Túto fázu rozdelil na : 10% rozvíjajúcich sa listov, 50% rozvíjajúcich sa listov, 75% rozvíjajúcich sa listov, všetky listy rozvinuté.
3. 10-12 Kvety: túto fázu rozdelil: 50% kvetov otvorených, všetky kvety otvorené
4. 92-97 Opad: túto fázu charakterizoval „ako prechod metabolizmu do dormancie,, Fázu rozdelil na 3 časti: jesenné sfarbenie listov, 50% listov opadaných, všetky listy opadané.

Vrby sa od iných drevín odlišujú hlavne v tom, že kvitnutie je pred vytvorením listov, čo u väčšiny drevín je naopak.

Chmielewski popísal fázy podobne ako Kagata, len ju doplnil o niektoré ďalšie fenofázy?

1. 00-01 Zväčšovanie púčikov- zväčšujú svoj objem oproti dormantným
2. 41-44 Tvorba výhonkov- fázu rozdelil na: 10% výhonkov vyvinutých, 50% výhonkov vyvinutých, všetky výhonky vyvinuté.

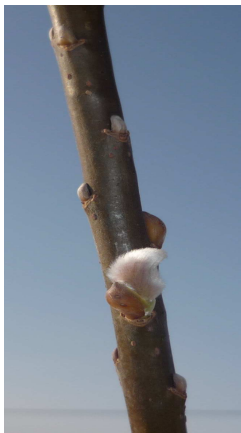
Okrem týchto autorov sme pri spracovaní fenologických rastových fáz *Salix viminalis* L. vychádzali aj zo všeobecného BBCH- identifikačného kódu (Hack et al.,1992). V tomto BBCH kľúči boli fenofázy zaradené do fenologických kódov nasledovne: Hlavná rastová fáza Pučanie bola rozdelená (00 dormantný púčik, 01 zväčšovanie objemu púčika). Rastová fáza kvitnutia bola rozdelená (10 začiatok kvitnutia, 11 50% kvetov, 12 dokončenie kvitnutia). My sme túto fázu rozšírili na 10%, 20%, 30% a 40% rozvinutých kvetov. Podobne sme rozšírili aj rastové fázy vývinu listov a tvorbu výhonkov. Poslednú fázu Starnutie sme vytvorili na základe poznatkov Kagatu. Na základe informácií BBCH kľúča a poznatkov Chmielewskeho a Kagatu sme zostavili fenologický kľúč vrby košíkárskej.

4.2 Fenologické pozorovania

Fenofázy boli vizuálne pozorované v roku 2009 v umelých podmienkach. Každá fenofáza bola odfotografovaná a zdokumentovaná. Fotografická dokumentácia je spracovaná z odrody RAPP. Identifikovaných bolo 6 hlavných rastových fáz: Hlavná rastová fáza 0: pučanie/vývin generatívnych púčikov, Hlavná rastová fáza 1: kvitnutie, Hlavná rastová fáza 2: pučanie/vývin listových púčikov, Hlavná rastová fáza 3: vývoj listov, Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov, Hlavná rastová fáza 5: Starnutie, začiatok nečinnosti.

Každá hlavná rastová fáza bola rozčlenená na ďalšie podfázy, ktoré boli charakteristické pre danú hlavnú rastovú fazu. Oproti ostatným drevinám sa vrbý odlišujú v tom, že pre fenofázy vrb je typické, že začínajú kvitnutím a až potom nastupuje proces tvorby listov. Tvorba výhonkov u vrb je taktiež odlišná v tom, že majú rýchlejší rast, veľmi priamy rast a tvorí sa ich oveľa viac ako u niektorých drevinách.

Hlavná rastová fáza 0: pučanie/vývin generatívnych púčikov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
00		Dormancia: kvetné púčiky uzavreté, kryté púčikovými šupinami
01		Začiatok nalievania púčikov: púčiky viditeľne zväčšujú svoj objem
05		Viditeľný prvý kvet: z púčikov sa objavuje kvet, ostatné sú uzavreté

Hlavná rastová fáza 0: pučanie/vývin generatívnych púčikov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
09		Viditeľné tyčinky a piestiky: kvet má viditeľné tyčinky a piestiky žltej farby

Hlavná rastová fáza 1: kvitnutie

10		Viditeľné tyčinky a piestiky: kvet má viditeľné tyčinky a piestiky žltej farby
----	--	---

Hlavná rastová fáza 1: kvitnutie

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
11		10% kvetov rozvinutých: kvety zväčšujú svoj objem a veľkosť
12		20% kvetov rozvinutých: na drevinách sa z púčikov otvárajú ďalšie kvety
13		30% kvetov rozvinutých: počet rozvinutých kvetov sa zväčšuje a začínajú sa otvárať ďalšie

Hlavná rastová fáza 1: kvitnutie

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
14		40% kvetov rozvinutých: kvety pokrývajú $\frac{3}{4}$ výhonkov
15		50% kvetov rozvinutých: na výhonkoch je rozvinutá $\frac{1}{2}$ kvetov alebo sú kvety úplne rozvinuté
17		Dokončovanie kvitnutia: väčšina okvetných lístkov opadnutých alebo suchých

Hlavná rastová fáza 2: pučanie/vývin listových púčikov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
20		Dormancia: listové púčiky uzavreté, kryté púčikovými šupinami
21		Začiatok nalievania púčikov: púčiky sa viditeľne zväčšujú
27		Začiatok otvárania púčikov: objavuje sa vrchol kvetov alebo listové špičky

Hlavná rastová fáza 2: pučanie/vývin listových púčikov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
29		Listové špičky nad púčikovými: špičky listov sú nad púčikovými a začína vývoj listov

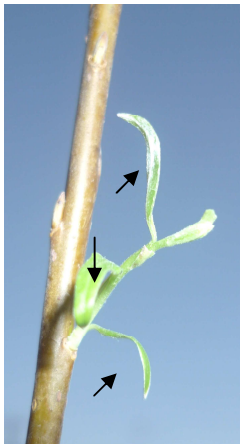
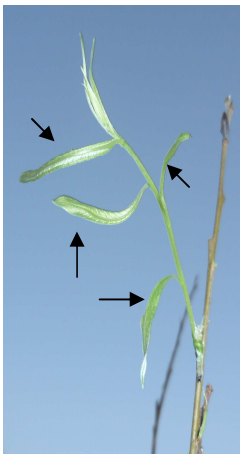
Hlavná rastová fáza 3: vývoj listov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
30		Prvý list vyvinutý: z listového púčika vyrastá list, ktorý ešte nie je rozvinutý

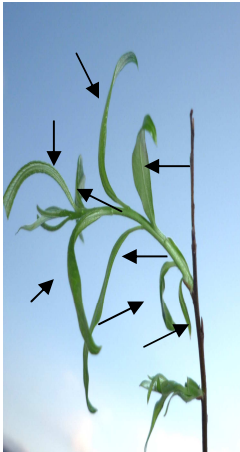
Hlavná rastová fáza 3: vývoj listov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
31		Prvý list rozvinutý: prvé listy sa začínajú rozvíjať, hlavná rastová os začína byť viditeľná
32		Dva listy rozvinuté: druhý list je rozvinutý, ostatné sa začínajú rozvíjať

Hlavná rastová fáza 3: vývoj listov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
33		Tri listy rozvinuté: na hlavnej osi sa rozvinul tretí list, štvrtý list vo vývine
34		Štyri listy rozvinuté: rozvinutý štvrtý list, čiastočne aj piaty
35		Päť listov rozvinutých: piaty list úplne rozvinutý

Hlavná rastová fáza 3: vývoj listov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
36		Šesť listov rozvinutých: šiesty list úplne rozvinutý, siedmy a ôsmy sa vyvíjajú
37		Sedem listov rozvinutých: siedmy list sa rozvinul, ôsmy sa rozvíja
38		Osem listov rozvinutých: ôsmy rozvinutý, deviaty sa rozvíja spolu s ostatnými listami

Hlavná rastová fáza 3: vývoj listov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
39		Deväť a viac listov rozvinutých: na výhonku a rozvinuli skoro všetky listy

Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
41		Zjavný prvý bočný výhonok: výhonok vyvinutý, na výhonku sa objavujú listy

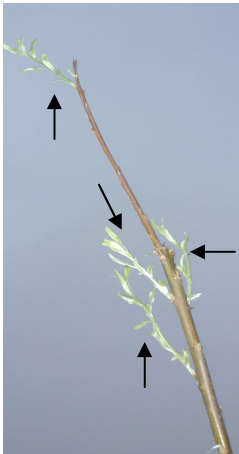
Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov

Kód	Grafické znázornenie <i>RAPP</i>	Popis
42		Zjavné dva bočné výhonky: druhý výhonok vyvinutý

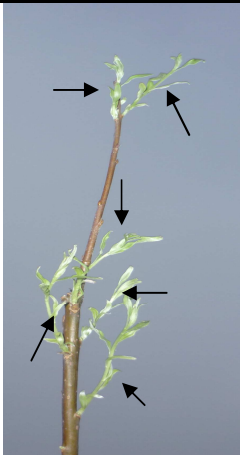
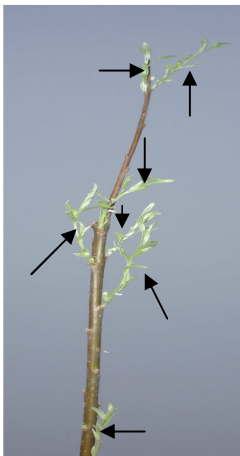
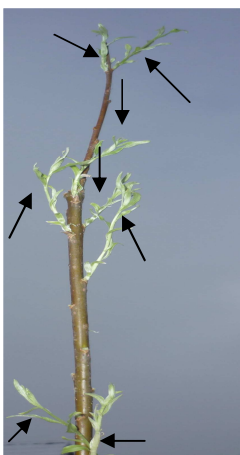
Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov

Kód	Grafické znázornenie <i>RAPP</i>	Popis
43		Zjavné tri bočné výhonky: tretí výhonok úplne vyvinutý

Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
44		Zjavné štyri bočné výhonky: štyri výhonky vyvinuté, piaty čiastočne vyvinutý
45		Zjavných päť bočných výhonkov: piaty výhonok úplne vyvinutý

Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
46		Zjavných šesť bočných výhonkov: iesty výhonok vyvinutý, ostatné sú už olistené
47		Zjavných sedem bočných výhonkov: vyvinutý siedmy výhonok, ôsmy výhonok sa vyvíja
48		Zjavných osem bočných výhonkov: úplne vyvinutý ôsmy výhonok

Hlavná rastová fáza 4: prerastanie výhonov

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
49		Zjavných deväť alebo viac bočných výhonkov: vyvinuté všetky výhony

Hlavná rastová fáza 5: Starnutie, začiatok nečinnosti

Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
91		Proces rastu výhonkov ukončený: terminálny púčik rozvinutý, lístie je zelené

Hlavná rastová fáza 5: Starnutie, začiatok nečinnosti

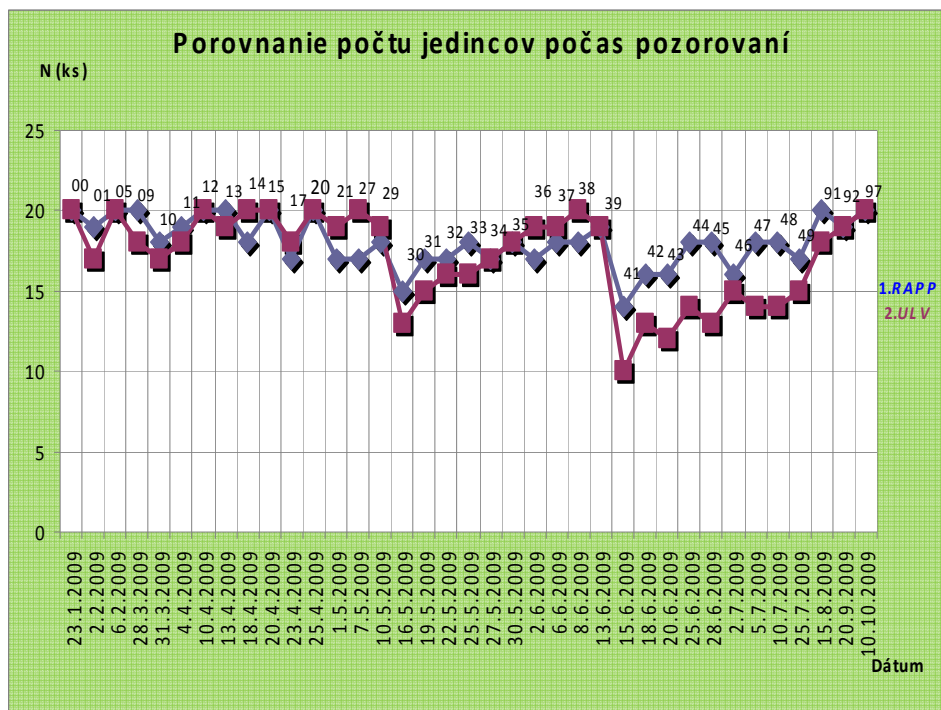
Kód	Grafické znázornenie RAPP	Popis
92		Listy sa začínajú prefarbovať: ukončenie fotosyntézy, zmena pomeru asimilaných pigmentov, lístie prefarbuje
97		Všetky listy sú opadané: na pozorovaných jedincoch ostávajú dormantné púčiky, jedince sú bez listov

4.3 Zhodnotenie fenologickej aktivity odrôd a RAP a ULV v roku 2009

Hodnotenie fenologickej aktivity je efektívnym spôsobom dokumentácie nástupu a priebehu rastových procesov u sledovaných odrôd. Sledovanie fenologickej aktivity sa vykonávalo na pokusnej ploche v Krivej od 23 januára 2009. Zaznamenal sa počet jedincov v určitej rastovej fáze. Dátumy hodnotenia a počty rastlín, ktoré sa nachádzali v konkrétnej fenofáze sa použili na vyjadrenie vzťahu medzi časovým radom a početnosťou jedincov príslušnej odrody v konkrétnej rastovej fáze (Graf 2).

Už pri nástupe odrôd do fenologickej aktivity vidieť určitý posun (oneskorenie) rozvíjania generatívnych púčikov(fenofázy 01-10) jedincov odrody ULV oproti odrode RAP. Neskôr, počas kvitnutia (fenofázy 11-20) je dynamika fenologickej aktivity obidvoch odrôd vyrovnaná a nevýrazné rozdiely sa medzi nimi prejavujú až v rastovej fáze rozvíjania listov (fenofázy 21-30). Najvýraznejšie sú rozdiely medzi hodnotenými odrodami v hlavnej rastovej fáze prerastanie výhonov (fenofáza 41-49), kedy jedince odrody ULV zaostávali v rastových procesoch oproti odrode RAPP. Ku koncu rastových procesov sa (fenofázy 91-97) postupne obidve odrody vyrovnávajú.

Graf č.2 Frekvencia počtu jedincov dvoch odrôd *Salix viminalis* vo vybraných fenofázach počas vegetačného obdobia 2009

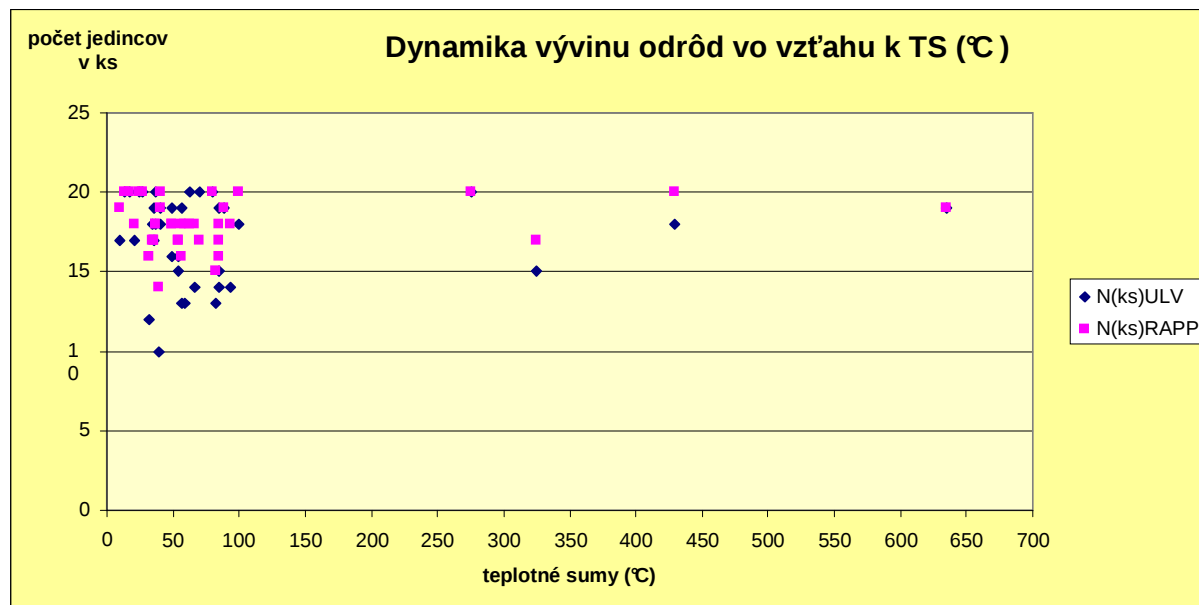


Z výsledkov vypýva, že v roku 2009 sa medzi hodnotenými odrodami zaznamenali mierne rozdiely vo fenologickej aktivite, pričom najväčšie rozdiely sa prejavili v hlavnej rastovej fáze prerastania výhonkov, kedy odroda RAPP bola vo väčšom predstihu ako odroda ULV. Prerastanie výhonkov vo veľkej miere ovplyvňuje tvorbu nadzemnej biomasy. Čím skôr výhony vyrastú, tým dlhšia je perióda tvorby nadzemnej biomasy.

Zaujímavé je aj zhodnotenie dynamiky vývinu jedincov hodnotených odrôd vo vzťahu k teplotným sumám, ktorá je vyjadrená v grafe 3. Podľa reakcií odrôd na teplotné sumy sa dá predpokladať, ktorá odroda je lepšie prispôsobená nižším teplotám. Začiatok fenologickej aktivity pri nižších teplotných sumách môže byť rizikom (pri poškodení neskorými mrazmi), alebo výhodou, nakoľko sa predlžuje vegetačné obdobie.

Z údajov, ktoré sa získali v roku 2009 vyplýva, že odroda ULV bola v reakcii na vzostup teplôt konzervatívnejšia, než odroda RAPP. Približne polovica hodnotených jedincov odrody ULV reagovala v rovnakých fenofázach na vyššie teplotné sumy ako jedince odrody RAPP. Pri odrode RAPP sa zaznamenal hromadnejší nástup jedincov do fenofáz aj pri nižších teplotných sumách. Táto odroda pravdepodobne lepšie znáša premenlivé denné teploty, ktoré sú charakteristické pre začiatok vegetačného obdobia v Krivej na Orave.

Graf č.3 Dynamika vývinu odrôd v ks vo vzťahu k teplotným sumám (TS)



4.4 Zhodnotenie vývoja prírastkov a identifikácia rozdielov medzi odrodami

Prírastky sú dôležité z hľadiska tvorby produkcie biomasy drevín. Hodnoty priemerných mesačných prírastkov pre odrody RAPP a ULV za rok 2009 sa získali z Výskumnej stanice v Krivej na Orave. Merania boli uskutočňované v mesiacoch máj až september 2009.

Vyhodnotením vývoja prírastkov sme chceli dokumentovať prípadné rozdiely v produkcii biomasy medzi odrodami RAPP a ULV. Veľkosť prírastkov vo vegetačnom období roka 2009 je pre záujmové odrody uvedená v tabuľke č. 8.

Ako vyplýva z údajov, odroda RAPP vykazuje lepšie priemerné mesačné prírastky počas celého sledovaného obdobia. Najväčší rozdiel je v máji, kedy predstavoval 80 mm rozdiel.

Predpokladáme, že rozdiely medzi odrodami boli spôsobené odchýlkami vo fenologickej aktivite, kedy odroda RAPP vykazovala dynamickejší nástup najmä vo fenofáze predlžovacieho rastu výhonov. Zároveň sa pri odrode ULV prejavila nevyrovnanosť reakcií jedincov na vzostup teplôt vo vegetačnom období, keď len približne polovica hodnotených jedincov reagovala fenologickou aktivitou na nižšie teplotné sumy na začiatku vegetačného obdobia.

V ďalších mesiacoch sa vývoj prírastkov ustálil, pri odrode RAPP bol okolo 800 mm a ULV 780 mm.

Najvýraznejší pokles prírastku sa prejavil ku koncu vegetačného obdobia, kedy sa prírastok znížil u odrody RAPP v priemere o 110 mm, ale pri odrode ULV len o 50 mm. Z jednoročných výsledkov vyplýva, že odroda RAPP má o niečo vyššiu tvorbu prírastku, avšak, pokles prírastku na konci vegetačného obdobia je pozvoľnejší pri odrode ULV.

Odroda ULV by bola vhodnejšia do nižších polôh, kde je rýchlejší nástup vyšších teplôt na začiatku vegetačného obdobia a dlhšia produkčná sezóna.

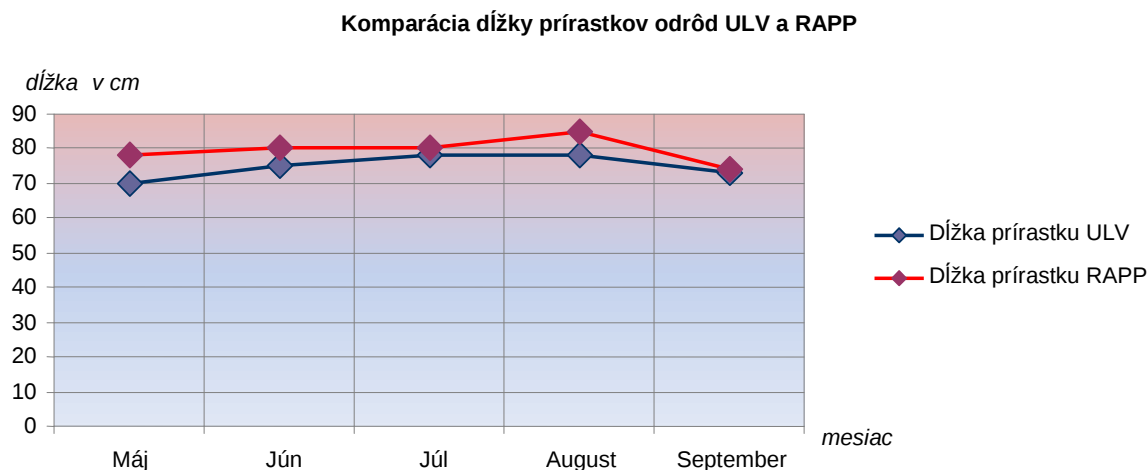
Z hľadiska podmienok experimentálnej plochy v Krivej na Orave vykazuje lepšie produkčné parametre odroda RAPP.

Tabuľka č. 8 dĺžka prírastkov za rok 2009

Mesiac	Dĺžka prírastku ULV (mm)	Dĺžka prírastku RAPP (mm)
máj	700	780
jún	750	800
júl	780	800
august	780	850
september	730	740

Zdroj: Ing. Daniel, 2010

Graf č.4 Prírasty odrôd ULV a RAPP



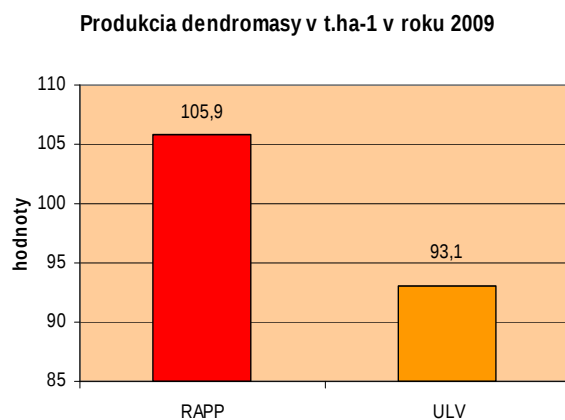
Na porovnanie sme poukázali aj na rozdiely z údajov, ktoré sa robia pri vyťažení porastu (tab.č.9). Môžeme vidieť, že najväčší rozdiel je v produkcii dendromasy, kde odroda RAPP mala o 12,8 t.ha⁻¹ viac ako ULV. Obsah sušiny je u obidvoch približne rovnaký, rozdiely sú len minimálne. Pri produkcii sušiny RAPP vykazuje lepšie výsledky o 7,0 t.ha⁻¹. Pri ročnom prírastku sušiny je rozdiel o 1,7 t.ha⁻¹ pre odrodu RAPP. Aj z týchto výsledkov môžeme usúdiť, že odroda RAPP je vhodnejšia do vyšších polôh ako je Orava, Liptov. V budúcnosti by sa preto mali vyberať také odrody do týchto lokalít, ktoré budú rezistentnejšie na premenlivé teploty než odroda ULV.

Tabuľka č. 9 Produkcia dendromasy v t.ha⁻¹ za rok 2009

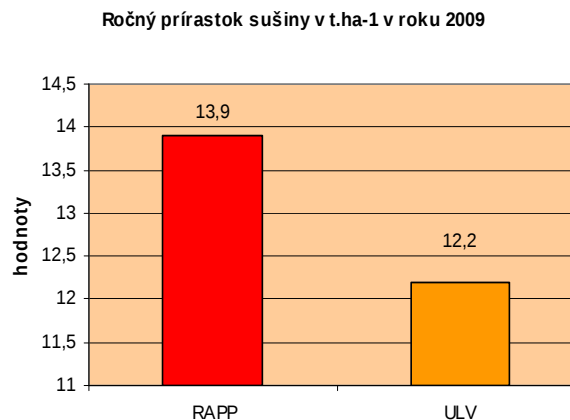
Odroda	Produkcia dendromasy v t.ha ⁻¹	Obsah sušiny v %	Produkcia sušiny v t.ha ⁻¹	Ročný prírastok sušiny v t.ha ⁻¹
	Obdobie 2009			
RAPP	105,9	52,8	55,9	13,9
ULV	93,1	52,5	48,9	12,2

Zdroj: SCPV – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, pracovisko Krivá na Orave, Ing. Ján Daniel

Graf č. 5 Produkcia dendromasy odrôd ULV a RAPP



Graf č. 6 Ročný prírastok odrôd ULV a RAPP



Ako vyplýva z grafu produkcia dendromasy za rok 2009 pri odrode RAPP je výrazne vyššia ako dosiahla odroda ULV. Rozdiel bol až o 12,8 t.ha⁻¹. Taktiež aj pri ročnom prírastku odroda RAPP prevyšovala ULV. Tento rozdiel však nebol až taký veľký ako pri produkcii dendromasy.

5 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV

V práci „Zhodnotenie vývinu a produktivity vrb pestovaných na energetické účely v Krivej na Orave“ sme chceli upozorniť na:

- Rozdiely medzi odrodami RAPP a ULV
- Fenológiu *Salix viminalis*
- Faktory vplývajúce na fenologické procesy
- Uplatnenie fenologických meraní pre porovnanie produktivity odrôd a ich vhodnosť do konkrétnych podmienok prostredia

Tieto poznatky by sa mohli uplatniť aj pri iných experimentálnych prácach s energetickými drevinami a najmä s vrbou. Sú vhodným predmetom ďalšieho overovania a skúmania. V budúcnosti by fenologické merania mohli uľahčiť identifikáciu medziodrodových rozdielov drevín využívaných pre energetické účely.

6 DISKUSIA

1. Zostavenie fenologického kľúča

Na zostavenie fenológie sme vychádzali z výskumov a pozorovaní Kagatu (2001) a Chmielewskeho (1968). Pre doplnenie sme použili aj všeobecný BBCH- identifikačný kód (Hack et al., 1992). Fenológia vrb sa odlišuje od iných drevín hlavne v tom, že vývoj listov predchádza hlavná rastová fáza kvitnutie.

2. Fenologické pozorovania hodnotených odrôd

Na vytvorenie fenológie sme vytvorili umelé podmienky, aby sme mohli zachytiť všetky rastové procesy, ktoré sme si stanovili. Keďže fenológia je rovnaká u oboch odrôd pozorovali sme odrodu RAPP. Každú rastovú fázu sme fotograficky zdokumentovali. Pri sledovaní sme zistili, že najrýchlejšie z daných fenofáz prebehla fenofáza tvorby listov, kde rozdiel medzi prvým rozvinutým listom a deviatym vytvoreným listom boli iba 4 dni. Naopak najdlhšie obdobie mala fenofáza tvorba výhonkov, kde rozdiel medzi prvým a deviatym vytvoreným výhonkom bol až 8 dní v umelých podmienkach. Takto sme postupne zdokumentovali celý fenologický vývoj, ktorý trval 16 dní.

3. Zistené poznatky o vzťahu fenologickej aktivity odrôd vrb a ich produktivity pri tvorbe biomasy.

Vychádzali sme z výsledkov, ktoré spracovala Výskumná stanica v Krivej na Orave. Medzi odrodami sú rozdiely, ktoré nám potvrdil aj Ing. Daniel (2010).

Hodnotenie výsledkov z roku 2009 pri dvoch odrodách vrb košíkárskej (*Salix viminalis*) pri sledovaní fenologickej aktivity RAPP a ULV a ich zhodnotení rozdielov v dĺžke vegetačnej doby ako aj celková tvorba prírastkov je ovplyvňovaná vonkajšími klimatickými činiteľmi prevažne teplotou. Taktiež okrem teploty vplýva na produktivitu aj hnojenie a starostlivosť o porasty, čo dokazujú pozorovania a výsledky Ing. Jána Daniela s Výskumnej stanice v Krivej na Orave.

Starostlivosť o porasty, ale najmä hnojenie je veľmi dôležitá činnosť pestovania aj vrbových porastov, čo dokazujú tiež výsledky autora Weihe, 2009: „Z výsledkov vyplynul pozitívny vplyv hnojenia dusíkom na tvorbu biomasy. Hnojené dreviny mali vyššiu dynamiku tvorby asimilačného aparátu ako nehnojené porasty“.

Toto tvrdenie potvrdili aj Ing. Ján Daniel na Výskumnej stanici v Krivej na Orave. Odrody RAPP a ULV v prvom roku výsadby hnojili dusíkatými hnojivami na 3-krát. Po zbere sa hodnotila produkcia sušiny.

Pri výsadbe v prvých rokoch 1994-1997 sa nepoužila žiadna aplikácia hnojív. V ďalšom zberovom období sa použili hnojivá. Ako vyplýva z výsledkov pri odrode RAPP sa zvýšila produkcia sušiny o $5,5 \text{ t.ha}^{-1}$ a u odrody ULV až o $15,8 \text{ t.ha}^{-1}$. V ďalšom období 2001-2002 sa nehnojilo a produkcia sušiny sa zvýšila len mierne. (Daniel, 2010).

Okrem hnojenia ovplyvňuje produkciu a fenologické procesy vo veľkej miere teplota a nadmorská výška čo sa zhoduje so závermi prác autorov: „V jarom a letnom období sa so stúpajúcou nadmorskou výškou nástup fenologických fáz oneskoruje, v jesennom období zasa skoršie nastupujú fenologické fázy vo vyšších polohách.“ (Michalkovic, 2007)

„Teplota vzduchu ovplyvňuje a mení nástup drevín do fenofáz a tým aj dĺžku fenofázových intervalov a fenologickej aktivity drevín vo vegetačnom období. Na vegetačné obdobie vrb, budú zvýšené teploty vplývať hlavne posunom fenofáz do skorších časových termínov.“ (Chobotová, 2007). Podľa nástupu fenofáz a vývoja jedincov v priebehu TS môžeme odrody RAPP a ULV taktiež charakterizovať. Odroda RAPP je vhodnejšia do vyšších polôh, čo uviedol aj Ing. Habovštiak. ULV nevykazovala veľké odlišnosti pri porovnávaní, avšak hlavne prvé mesiace a premenlivosť teplôt vplýval na neskoršie začatie rastových fáz.

Pri zakladaní porastu je preto dôležité vybrať si vhodnú odrodu do danej lokality a poznať aj jej charakteristiku a stanovištné požiadavky. Nesprávnym výberom nemusíme dosiahnuť požadovanú produkciu a výdavky, ktoré sme vynaložili na založenie sa nám nemusia vrátiť.

7 ZÁVER

V diplomovej práci sme hodnotili dve odrody RAPP a ULV, ktoré sa pestujú v Krivej na Orave. Porovnávali sme ich v dĺžke vegetačnej doby, tvorbe prírastkov a vytvorili sme fenologický kľúč výby košíkárskej. Poukázali sme na faktory, ktoré ovplyvňujú fenológiu, na výhody RRD. Vytvorili sme prehľad odrôd a ich požiadavky na stanovištia. Tieto informácie sú dôležité pri zakladaní porastu z hľadiska výberu vhodných odrôd a stanovišť.

Význam rýchlorastúcich drevín nie je len v nenáročnosti ich pestovania, ale aj v ekonomickom a ekologickom prínose. Pri energetickom využívaní biomasy z RRD by v porovnaní s hnedým uhlím vznikli úspory niekoľko desiatok miliónov korún ročne. Tým, že sa budú využívať tieto zdroje zníži sa aj imisné zaťaženie na životné prostredie a niekoľko miliónov ton CO₂, SO₂, škvary a popola.

Fenológia vrb sa líši od väčšinu drevín v tom, že kvitnutie nastupuje skôr ako tvorba listov. Pri tvorbe fenologického kľúča sme vychádzali z výskumov a informácií Kagatu a Chmielewskeho. Rastovým procesom vrb sa venovala malá pozornosť, pokiaľ sa nezačali používať na energetické účely. Poznať fenológiu nielen vrb, ale aj každej dreviny, ktorú chceme pestovať na dosiahnutie produkcie je veľmi dôležité. Podľa nej vieme naplánovať nielen pestovateľské práce, ale vieme aj podľa nástupu jednotlivých fenofáz určiť akú približne produkciu môžeme očakávať.

Z dosiahnutých výsledkov a porovnávaní prírastkov a produkcie dendromasy odrôd výby košíkárskej a na základe údajov, ktoré nám poskytla Výskumná stanica v Krivej na Orave sme prišli k nasledovným záverom. Odroda RAPP je v porovnaní s odrodou ULV vhodnejšia do podhorských a horských oblastí Slovenska. Odroda RAPP lepšie znášala premenlivejšiu teplotu hlavne v obdobiach január-marec, ktoré sú charakteristické pre horské oblasti. V tomto období fenologické procesy u odrody RAPP nastupovali oveľa rovnomernejšie ako u odrody ULV. Podľa výsledkov by sa odroda ULV lepšie a výkonnejšie prejavovala v nižších polohách. Výkonnosť odrody ULV ovplyvňovala najmä teplota, ktorá spôsobila neskorší nástup rastových procesov, čo sa prejavilo aj pri tvorbe nadzemnej časti. Produkcia dendromasy bola v porovnaní s odrodou RAPP výrazne nižšia.

Výber vhodného stanovišťa a vhodných odrôd je dôležitá, aby sme dosiahli požadovaný ekonomický prínos. V súčasnosti sa šľachtia a pozorujú nové odrody, ktoré by mali byť odolnejšie nielen voči klimatickým zmenám, ale aj voči škodcom. Tieto odrody vykazujú aj dobré produkčné vlastnosti. Tieto odrody postupne nahrádzajú aj odrody RAPP a ULV. V dnešnej dobe RAPP aj

ULV v Krivej na Orave nahrádzajú novými odrodami zo Švédska(TORA, SWEN, GUDRUN, SHERWOOD). Už v prvom zbernom období dosiahli vyššiu produkciu ako sledované odrody RAPP a ULV, ktoré sa postupne v blízkej budúcnosti prestanú pestovať a zaniknú.

8 LITERATÚRA A PRAMENE

1. WEGER, J. 2009. *Topoly a vrby k energetickému užití*. In Biom.cz [online]. 2009 [cit. 2010-03-31]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.
2. STUPAVSKÝ, V. 2009. *Výběr vhodného stanoviště pro založení plantáže rychle rostoucích dřevin*. In Biom.cz [online]. 2009 [cit. 2010-04-01]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyber-vhodneho-stanoviste-pro-zalozeni-plantaze-rychle-rostoucich-drevin>>. ISSN: 1801-2655.
3. PAVELEK, J. 2007. *Energetická vřba - Ako zdroj radosti zo sebestačnosti regiónov*. In Biom.cz [online]. 2007 [cit. 2010-04-01]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticka-v-ba-ako-zdroj-radosti-zo-sebestacnosti-regionov>>. ISSN: 1801-2655.
4. PETŘÍKOVÁ, V. 2002. *Porosty energetických rostlin v krajině*. In Biom.cz [online]. 2002 [cit. 2010-04-05]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/porosty-energetickych-rostlin-v-krajine>>. ISSN: 1801-2655.
5. SCHOLZ, V. 2009. *Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně*. In Biom.cz [online]. 2009 [cit. 2010-03-31]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.
6. VARGA, L. 2004. *Zakladanie energetických porastov*. In Les, ročník 60, 2004, č. 1, s. 3 – 5.
7. ČÍŽKOVÁ, L. 2004. *Intenzívní kultury topolů a vrb*. In Lesnícka práce, ročník 83, 2004, č. 4
8. DEMO, M. 2009. *Rýchloraštiny ako zdroj obnoviteľnej energie*. In Poľnohospodár. sk [online]. 2009, č.19-20 [cit. 2010-03-08]. Dostupné na internete: <<http://www.uniag.sk/SKOLA/POLNOHOSP/pol53/pol19-20.html#11>>. ISSN: 1336-2976

9. LEŠTIANSKA, A. 2008. *Vplyv Teploty vzduchu na zmeny obvodu kmeňa klonov smreka obyčajného (Picea abies L.Karst) v období nástupu vegetačného obdobia*. In Bioklimatologické aspekty hodnotení procesů v krajině. sk [online]. 2008 [cit. 2010-03-08]. Dostupné na internete : <<http://www.cbks.cz/sbornik08b/Lestianska.pdf>. > ISBN: 978-80-86690-55-1

10. BURDA, P. 2009. *Vypracovanie a overenie metodiky MŽP SR na posudzovanie vhodnosti plantážového spôsobu pestovania monokultúr rýchlorastúcich energetických drevín a energetických rastlín*. In Biom. cz [online]. 2009, [cit. 2010-03-08]. Dostupné na internete: <http://www.stavebne-forum.sk/events2009/prezentacie/0519_burda.pdf>

11. WEIHE, M. 2009. *Genetic and environmental variation in spring and autumn phenology of biomass willows (Salix spp.): effects on shoot growth and nitrogen economy*. In Tree Physiology. org [online]. 2009, [cit. 2010-04-10]. Dostupné na internete: <<http://treephys.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/tpp081v1>> ISSN: 1758-4469

12. Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, pracovisko Krivá na Orave, Ing. Jozef Habovštiak, CSc., 200. *Vlastný výskum*.

13. Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, pracovisko Krivá na Orave, Ing. Ján Daniel, *Vlastný výskum*.

14. PADO, R. 2006. *Pestovanie vrbových porastov na energetické účely*. In Bio magazín. sk [online]. 2006, [cit. 2006-10-08]. Dostupné na internete: <<http://www.biospotrebitel.sk/clanok/1051-pestovanie-vrbovych-porastov-na-energeticke-ucely-toky-nie-su-stoky-74.htm>>

15. GAŠPIERIK, L. 2008. *Riziká a výhody obnoviteľných zdrojov energie*. In Biomasa SR. cz [online]. 2008, č. 2 [cit. 2006-10-08]. Dostupné na internete: <pernerscontacts.upce.cz/09_2008/Gaspierik.pdf>

16. SCHOLZ, V. 2009. *Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně*. In Biom.cz [online]. 2009 [cit. 2010-03-31]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655

17. CHMIELEWSKI, F. 1968. *INTERNATIONAL PHENOLOGICAL GARDENS IN EUROPE*. Dostupné na internete: <star.arm.ac.uk/nci/docs/Instructions-IPG.pdf>

18. KAGATA, H. 2001. *Resource Partitioning among Three Willow Leaf Miners: Consequence of Host Plant Phenology*. In Entomological Science [online]. 2001 [cit. 2001-04-04].

19. LARCHER, W. 1988. *Fyziologická ekologie rostlin*. Academia Praha, 1988, s. 368

20. Hack et al.1992. Phenological growth stages and identification key of stone fruit. In BBCH monograph, edit by Uwe Meier, Federal Biological Research Centre of Agriculture and Forestry, 2. Edition, 2001

21. KAMENSKÝ, L. 1999. *Fenologické charakteristiky listnatých dřevin na Slovensku v období 1986 – 1995*. In Meteorologický časopis, ročník č. 2-4, 1999, s. 49-55

22. CHOBOTOVÁ, S. 2005. *Vplyv klimatickej zmeny na fenologické pomery jablone letnej*. In zborník Košice. sk [online]. 2005. Dostupné na internete: <<http://www.chmu.cz/meteo/CBKS/sbornikKosice/chobotova.pdf> >