ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

v Praze

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE

NADZEMNÍ A PODZEMNÍ BIOMASA HYBRIDU *Rumex OK–2 (R. patienta x R. tianschanicus)* PŘI RŮZNÉ ŽIVINOVÉ ÚROVNI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala : Bc. Marcela Tůmová

Vedoucí práce : prof. Dr. Ing. Vilém Pavlů

Praha 2017

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autorka práce:	Bc. Marcela Tůmová
Studijní program:	Inženýrská ekologie
Obor:	Ochrana přírody
Vedoucí práce:	prof. Dr. Ing. Vilém Pavlů
Garantující pracoviště:	Katedra ekologie
Jazyk práce:	Čeština

Název práce:	**Nadzemní a podzemní biomasa hybridu Rumex. OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus) při různé živinové úrovni**
Název anglicky:	**Above-ground and below-ground biomass of Rumex hybrid cv. OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus) under different nutrient level**
Cíle práce:	Cílem práce bylo studium živinových nároků hybridu Rumex OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus) v roce výsevu
Metodika:	V nádobovém experimentu byly v letech 2013 a 2014 ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v.v.i., Výzkumné stanici v Liberci studovány živinové nároky hybridu Rumex OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus) v roce výsevu. Vliv jednotlivých živin (N, P, K) a jejich kombinace (10 variant) na některé charakteristiky rostlin byly testovány v pěti opakováních v nádobovém experimentu ve venkovních podmínkách. V průběhu experimentu byly zjišťovány výška rostliny, počet listů a délka nejdelšího listu Rumex OK-2. Na konci experimentu byla zjišťována délka kulového kořene, celková délka kořene, celková hmotnost kořenové sušiny a celková z podzemní části rostliny Rumex OK-2. Data budou analyzována opakovaným měřením (ANOVA) a jednocestnou analýzou rozptylu (ANOVA).

Doporučený rozsah práce: cca 50 s

Klíčová slova: Rumex OK-2., klíčení, živiny, růstové znaky

Doporučené zdroje informací:

1. HUJEROVÁ R., PAVLŮ L., PAVLŮ V., HEJCMAN M., GAISLER J. 2017: Dynamics of above-ground and below-ground biomass of Rumex crispus, Rumex obtusifolius and the new weedy species Rumex hybrid cv. OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus) in the seeding year. WEED RESEARCH, 57: 81-90.
2. HUJEROVÁ R., PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L., GAISLER J., 2013: Effect of cutting frequency on above- and belowground biomass production of Rumex alpinus, R. crispus, R. obtusifolius and the Rumex hybrid (R. patienta × R. tianschanicus) in the seeding year. WEED RESEARCH, 53: 378 – 386.
3. PETŘÍKOVÁ, V. *Energetické plodiny.* Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-13-4.
4. USŤAK S., 2007 : Pěstování a využití šťovíku krmného v podmínkách České republiky. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. ISBN. 978-80-87011-26-3
5. WEGER, J. -- PETŘÍKOVÁ, V. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití : biomasa, bioplyn, krmiva.* Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-69-4.

Předběžný termín obhajoby: 2016/17 LS - FŽP

Konzultant: Renata Hujerová

Elektronicky schváleno: 5. 4. 2017
doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 5. 4. 2017
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
Děkan

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením prof. Dr. Ing. Viléma Pavlů. Dále prohlašuji, že jsem uvedla všechny mnou použité literární prameny a to i publikace a informace dostupné na internetu, ze kterých jsem čerpala.

Ve Varnsdorfu dne 12. 4. 2017 Bc. Marcela Tůmová

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat panu profesoru Vilému Pavlů za odbornou pomoc a podporu při tvorbě této diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat svým synům Vítkovi a Danielovi za trpělivost, kterou se mnou měli po celou dobu mého studia a nakonec svým přátelům, kteří mi celou dobu studia vlévali energii a sílu do žil, jmenovitě Stáně, Kačce a Soně. Moc děkuji

Abstrakt

Cílem práce bylo studium živinových nároků hybridu *Rumex OK-2* (*R. patientia x R. tianschanicus*) v roce výsevu.

V nádobovém experimentu byly v letech 2013 a 2014 ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v.v.i., Výzkumné stanici v Liberci studovány živinové nároky hybridu *Rumex OK-2* (*R. patientia x R. tianschanicus*) v roce výsevu. Vliv jednotlivých živin (N, P, K) a jejich kombinace (10 variant) na některé charakteristiky rostlin byly testovány v pěti opakováních v nádobovém experimentu ve venkovních podmínkách. V průběhu experimentu byly zjišťovány výška rostliny, počet listů a délka nejdelšího listu *Rumex OK-2*. Na konci experimentu byla zjišťována délka kulového kořene, celková délka kořene, hmotnost sušiny živé biomasy, hmotnost sušiny odumřelé biomasy, celková hmotnost sušiny kořenové biomasy rostlin *Rumex OK-2*. Data byla analyzována opakovaným měřením (ANOVA) a jednocestnou analýzou rozptylu (ANOVA).

Hnojení má významný vliv na vzcházení a růst rostlin *Rumex OK-2*. Výška rostliny, počet listů i délka nejdelšího listu rostlin, hmotnost sušiny živé biomasy, hmotnost sušiny odumřelé biomasy, ale i délka podzemní části kořene a hmotnost sušiny kořenové biomasy *Rumex OK-2* byla významně podporována nejen dodáváním kombinovaných živin N2PK, N1PK, ale i samotného dusíku (N2, N1). Ve variantách, kde byly dodávány pouze P, K nebo při aplikování kombinace PK a variantě bez dodávaných živin měly na sledované charakteristiky *Rumex OK-2* malý vliv.

Pro úspěšné pěstování *Rumex OK-2* je velmi důležité dodávání dostatečného množství živin a zejména dusíku.

Klíčová slova: *Rumex OK-2,* hnojení, produkce biomasy, charakteristiky rostliny

Abstrakt

The main objective of the thesis was a study of nutrient requirements of a hybrid *Rumex OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus*) in the year of seeding.

The nutrient requirements of a hybrid *Rumex OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus)* in the seeding year were studied in a pot experiment which was conducted at the Crop Research Institute, Research Station Liberec in the years 2013 and 2014. The effect of different nutrients (N, P, K) and their combinations (10 treatments) on some of the plants' characteristics were tested in the outside pot experiment in five replications. The height, number of leaves and length of the longest leaf of *Rumex OK-2* were measured during the experiment. At the end of the experiment a length of thea taproot, a total length of thea root, a total weight of the live dry matter biomass and a total weight of the root dry matter biomass of the *Rumex OK-2*. Data was analysed using repeated measures (ANOVA) and one-way analysis of variance (ANOVA).

Fertilization has thea significant effect on a field germination and a growth of Rumex OK-2. A height, a number of leaves, a length of the longest leaf, a total weight of the live and dead dry matter biomass a length of the root and a total weight of the root dry matter biomass of Rumex OK-2 were significantly supported not only by supplying a combination of nutrients N2PK, N1PK but also a nitrogen (N2, N1) solely. A low impact on the monitored characteristics was revealed in cases of supplying only P or K, their combination or in a case of no nutrients at all.

For successful cultivation of Rumex OK-2 it is very important to supply the sufficient amount of nutrients nitrogen especially.

Keywords: *Rumex OK-2*, fertilization, biomass production, plant characteristic

Obsah

1. Úvod 9
2. Cíle práce 9
3. Literární rešerše 10
3.1. Charakteristika vybraného rodu Rumex 10
3.2. Energetické plodiny 11
3.2.1. Historie a původ *Rumex OK-2* 12
3.2.2. Využití *Rumex OK-2* 13
3.2.3. Porovnání výhřevnosti *Rumex OK-2* a ostatních paliv 15
3.3. Ekologické nároky *Rumex OK-2* 16
3.3.1. Nároky na stanoviště 16
3.3.2. Živinové nároky 17
3.3.3. Možnost šíření 17
3.3.4. Likvidace plodiny *Rumex OK-2* 18
4. Metodika 18
4.1. Způsob provedení experimentu 19
4.1.1. Statistické hodnocení 20
4.2. Sběr dat 20
4.3. Výsledky 24
4.4. Vyhodnocení výsledku vypěstovaných rostlin, kontrola 32
5. Diskuze 43
6. Závěr 48
7. Použitá literatura a zdroje 49
8. Přílohy I

1. Úvod

Na celém světě se zvyšuje spotřeba energií, tím pádem se zásoby zemního plynu, ropy a fosilních paliv neustále snižují. Většina zemí světa se proto začíná zabývat problémem, jak využívat nejen obnovitelné zdroje s maximálním výtěžkem, ale také hledá alternativy, jak využívat plevelné i jiné rostliny v podobě biomasy a získávat touto cestou účelně energii. Česká republika se využívání takových energií nevyhýbá a zapojila se do výzkumu samozřejmě také. Využití větrné a solární energie se stalo za posledních dvacet let velkým hitem ve všech zemích Evropy, nicméně se začíná řešit problém kam s nimi, až doslouží, jak bude vypadat demontáž takových elektráren. A zde se nabídla možnost využití přírodních materiálů, které zbývají například ze zemědělské činnosti jako snadno získatelný zdroj energie – biomasy. Vzhledem k tomu, že se po sametové revoluci v České republice velmi snížila živočišná výroba, zůstává na našem území velké množství nevyužité zemědělské půdy. A tady se nabízí možnost pro pěstování energetických plodin, ať už rychle rostoucích dřevin, nebo víceletých či jednoletých bylin. Mezi víceleté byliny patří i *Rumex OK-2*, který se nabízí jako energetická plodina, její výzkum v České republice trvá již od roku 1992. Této bylině je kladně nakloněn i fakt, že není nijak náročná na místo, kde bude pěstována, a výnosy semen jsou poměrně vysoké již po druhém roce pěstování, aniž by musela být živinová úroveň půdního substrátu vysoká. Navíc jde o bylinu, která je skutečně dlouhověká, Usťak (2007) ve své práci uvádí stáří rostlin 22 let a výnosy semen se nijak nevymykají standardu.

2. Cíle práce

Cílem práce bylo studium živinových nároků hybridu *Rumex OK-2 (R. patienta x R. tianschanicus)* v roce výsevu.

3. Literární rešerše

3.1.Charakteristika vybraného rodu Rumex

Rod *Rumex* patří do čeledi *Polygonaceae.*

Šťovík uteuša – *Rumex patientia* L. x *Rumex tianschanicus* A. Los.

Tento druh šťovíku byl vypěstován jako hybrid šťovíku zahradního *Rumex patientia* L. (mateřská linie) a šťovíku tiančanského *Rumex tianschanicus* A. Los. (otcovská linie), který byl získán metodou několikaletého šlechtění. Vznikl velmi plastický kříženec šťovíku krmného s vysokým obsahem bílkovin a označením „*Rumex OK-2*“. Tato odrůda šťovíku je vhodná k několikerému využití jako zelenina, léčivá rostlina, krmná rostlina i plodina k technickému využití (Usťak, 2007).

Kříženec významně převyšuje původní rostliny jak kvalitou krmivářské produkce, tak i výnosem nadzemní hmoty a semen.

Typické znaky pro tuto odrůdu jsou: habitus rostliny – polosevřený. Průměrná výška rostlin 235 cm (od 220 do 280 cm). Stonky jsou rovné, zespodu rostliny okrouhlé, šťavnaté a bez chmýří. Průměr stonku u bazální časti, přibližně v 15 cm se pohybuje od 15 do 24 mm a počet internodií od 25 do 50. Rostliny mají silnou trsnatost. Rostliny tvoří v průměru 4 -6 vegetativních výhonů. Délka spodních listů je 45 – 60 cm. Rozměr horních stonkových listů je přibližně 28 x 9 cm, 24 x 10 cm až 30 x 12 cm. Listy mají vejčitě – kopinatý tvar, okraje listu jsou celokrajné nebo lehce ozubené. Rostliny mají 15 – 30 cm dlouhé řapíky, na kterých jsou šťavnaté listy, které jsou na rostlině umístěny ve spirále. Květenství dlouhé 90 – 130 cm (občas až 180 cm) je lata, která je složena z 10 – 20 větviček prvního řádu. Drobné, dvoupohlavní květy růžové barvy. Okvětí je tvořeno ze šesti téměř volných okvětních lístků, které jsou umístěny po třech v každém kruhu ve dvou kruzích. Uvnitř jsou okvětní lístky, které se rozrůstají a vytvářejí plodové blány. Mají 3 i 6 nitkovitých tyčinek se štětičkovitým pestíkem. Plodem je trojboká nažka, 1000 plodů váží do 4,5 g, semena mají hmotnost od 2,8 do 3,3 gramů. Osivo je lesklé se světlehnědou barvou (Hujerová, 2010).

Květenství i řapíky spodních listů jsou růžového zbarvení. Na žlábkovitých řapících jsou umístěny spodní listy rostlin. Rostlina je velmi raná a trvalá rostlina. Koncem března po odtání sněhu rostliny začínají obrůstat. V poslední dekádě dubna až první dekádě května ve fázi tvorby poupat se tvoří vlastní 160 – 180 cm vysoký stonek. Na počátku vegetace připomíná kořen svou velikostí i formou kořen petržele. Víceletý porost má mohutné, rozvětvené a hluboko dosahující (1,5 – 2,0 m) kořeny. Jedná se o vysoce plodící rostliny s rovnoměrným vyzráváním semen. *Rumex OK-2* je dobře odolný k působení nemocí i škůdců. V případě vlhkých let bývá napadán antraknózou. Občas, zejména u druhé seče a v suchých letech i první, je možné pozorovat poškození zelených listů hmyzem (dřepčík nebo mandelinka ředkvičková) (Usťak, 2007).

3.2.Energetické plodiny

Rostliny cíleně pěstované pro energetické účely je možné rozdělit do dvou hlavních skupin:

Rychle rostoucí dřeviny

Pěstované na speciálních plantážích zakládaných pro tento účel.

Byliny

Rostliny s bylinným stonkem, které se pěstují pro energetické účely a lze je rozdělit do několika skupin. Z hlediska pěstování na jednoleté a víceleté, nebo vytrvalé. Z hlediska botanického zařazení např. na „energetické trávy“ nebo „energetické obiloviny“ a mnoho dalších skupin. Tyto rostliny byly dříve pěstované jako rostliny se zemědělským využitím (krmivo), planě rostoucí plevele, nebo rostliny okrasné s tím, že šlo většinou o statné vzrůstné rostliny. Hlavní kritérium je vysoký výnos nadzemní hmoty (Petříková, 2000).

V současné době je u nás zřejmě nejdůležitější energetickou plodinou krmný šťovík – šťovík uteuša, odborným názvem *Rumex OK-2*, využívaný původně jako krmivo (Petříková, 2004).

3.2.1. Historie a původ *Rumex OK-2*

První hybrid šťovíku zahradního a šťovíku tianšanského vznikl v polovině 80. let v oddělení kultur Národní botanické zahrady na Ukrajině pod vedením inženýra J. A. Uteuše. V roce 1988 byl hybrid zaregistrován na Ukrajině pod názvem šťovík krmný odrůda „Rumex K-1“. Brzy se však ukázalo, že byl tento kříženec nestabilní – v porostu byly pozorovány formy rodičovských rostlin, projevem byla nejčastěji rozdílná výška rostlin a jejich biochemické a morfologické ukazatele. Proto došlo k uskutečnění mnohostupňového křížení a selektivnímu výběr za účelem získat co nejstabilnější hybrid. Výsledkem víceleté šlechtitelské činnosti i získané zkušenosti prováděné ve výzkumu různých druhů šťovíků došlo k vytvoření nového, vysoce produktivního, velmi plastického hybridu šťovíku krmného s vysokým obsahem bílkovin, který nesl název „*Rumex OK-2*“. Podle autorů tak vznikl druh se širokým využitím – zelenina, léčivá rostlina, krmná plodina i jako technická plodina (Usťak, 2007).

Historie vyšlechtění odrůdy (zkrácená):

- Začátek šlechtění (hybridizace) 1989 - 1990
- Oddělení nejlepší rostliny 1991
- Zkoušky na maloparcelkových pozemcích 1992 - 1995
- Konkurzní a odrůdové zkoušky 1996 – 2001
- Zápis do Odrůdového seznamu zemědělských rostlin Ukrajiny 2001

Následný rok 2002 Státní komise Ukrajiny po odzkoušení i ochraně odrůd nových zemědělských plodin vydala rozhodnutí vyškrtnout ze Státního rejstříku starou odrůdu „Rumex K – 1“ coby nestabilní, méně výkonnou a méně konkurenčně schopnou rostlinu.

Do České republiky přivezl *Rumex OK – 2* Ing. Sergej Usťak, CSc. v roce 1992 pouze pro výzkumné účely s označením K – 2, jednalo se o předregistrační materiál. V České republice souběžně probíhaly předregistrační maloparcelkové zkoušky. Výsledky těchto zkoušek byly šlechtiteli odrůdy využity jako srovnávací materiál pro registraci na Ukrajině. Po registraci odrůdy na Ukrajině v roce 2001 byla plodina přihlášena i v České republice k ochraně odrůdových práv. Aby se zabránilo záměně plevelných šťovíků se zkulturněným šťovíkem krmným, šlechtitelé navrhli nový název plodiny „šavnat“, složený ze dvou ruských slov, označujících špenát a šťovík. S tímto názvem v angličtině „schavnat“ byla tato plodina zaregistrována k ochraně odrůdových práv u Evropského Společenství v roce 2004. Jedním z důvodů, proč získal takový název je ten, že jeden z rodičů hybridu – šťovík zahradní nese v ruštině název „щавель шпинатный“, což je v českém překladu „šťovík špenátový“ (Hujerová, 2010).

V současnosti je odrůda již registrována pod číslem EU 21629 k ochraně odrůdových práv u Evropského Společenství v souladu s nařízením Rady (ES) č. 2100/94 o odrůdových právech Společenství.

3.2.2. Využití *Rumex OK-2*

Po smrti inženýra Uteuše v roce 2001 převzal úlohu vedoucího šlechtitele jeho nástupce profesor D. B. Rachmetov. Šlechtitelský tým i nadále pokračuje v práci započaté inženýrem Uteušem ve vytváření nových kulturních odrůd šťovíků a některých dalších netradičních plodin.

V České republice byl od počátku výzkum soustředěn na hodnocení plodiny z hlediska energetického využití, na rozdíl od Ukrajiny, kde se na tuto plodinu šlechtitelé zaměřovali z hlediska využití krmivářského. Jako energetická plodina s vysokým potenciálem je krmný šťovík v České republice pěstován experimentálně (VÚRV) od roku 1992. Po ukončení registrace v roce 2001 byl poprvé pěstován i provozně. První provozně – experimentální plantáž pro „Rumex OK – 2“ vznikla na Benešovsku z dodávky osiva z Ukrajiny Ing. Vlastou Petříkovou, DrSc. V České

republice se jedná o nejstarší porost, který je stále produktivní a díky znalostem pěstitelky ve velmi dobrém stavu (Usťak, 2007).

Brzké dozrávání *Rumex OK-2* je nespornou výhodou při jeho pěstování jako energetické plodiny. Pro krmné účely zase vyniká zejména extrémně ranou zralostí (první sklizeň koncem dubna) a vysokým obsahem bílkovin v raných stádiích růstu (Petříková, 2004).

Pro fytoenergetické účely je důležitá délka vegetačního období *Rumex OK-2*, které díky ranosti končí uprostřed léta. Jde o rostlinu, kterou je možné díky těmto vlastnostem sklízet již v období července v suchém stavu (do 25% vlhkosti). Sklizeň je možné realizovat ještě před žněmi, což je nespornou výhodou, a navíc sklizená biomasa vykazuje vynikající vlastnosti jako biopalivo s vlastnostmi podobnými dřevní štěpce. Sklizeň nadzemní části i se semeny, která jsou důležitým faktorem ovlivňujícím výhřevnost sklizené biomasy, se provádí při vlhkosti dosahující hodnoty 20 – 30%, těsně před stadiem úplné zralosti tak, aby se zabránilo výdrolu semen. Z důvodu omezení ztrát a zajištění co nejvyššího výnosu nadzemní hmoty je výhodné porost posekat již na konci června, nechat nadzemní část na řádcích řádně vyschnout a poté sklidit. Takový postup je vhodný a úspěšný v období suchého počasí. Díky praxi bylo zjištěno, že ponechání porostů na kořenu co nejdéle za účelem vysušení rostliny a získání suché biomasy může dojít u přezrálých porostů k opaku, a to i k trojnásobnému snížení výnosu celkové sušiny biomasy na 1 ha (Hutla & Mazancová, 2004).

Stejně jako další energetické plodiny se sklízí pro spalování jednou za rok. Druhé sečení není vhodné, protože dochází k odstranění zelených listů a tím se snižuje celkový obsah zásobních látek v kořenovém systému.

K využití biomasy *Rumex OK-2* jako krmiva nebo za účelem výroby bioplynu se tato plodina sklízí na zeleno při celkové sušině 18 – 22%, většinou ve stádiu nasazení až před začátkem dozrávání plodů. Při tomto využití lze plodinu sklízet 2 – 3x za vegetaci a výnosy se pohybují

přibližně 30 – 50 tun z 1 ha. Šťovík je možné poměrně dobře silážovat a tím krmivo konzervovat nebo hmotu připravit pro výrobu bioplynu. Kvalita siláže této rostliny je velmi podobná kvalitě siláže vojtěšky. Výtěžnost bioplynu je srovnatelná s hodnotami dosaženými u kukuřice. V období setí kukuřice, což je konec dubna – začátek května, v tuto dobu se může již šťovík sklízet na zeleno. Velmi vhodným postupem je příprava siláže pomocí směsi šťovíku a trávy – takto je možné sklízet šťovík i v dřívějších stadiích, tj. při nižších hodnotách v sušině (12 – 16%). Přidávání travin zvyšuje silážovatelnost, krmnou hodnotu a následnou produkci bioplynu (Usťak, 2007).

3.2.3. Porovnání výhřevnosti *Rumex OK-2* a ostatních paliv

Při využívání energetických plodin jako paliva je velmi důležitým kritériem výhřevnost. Dřevo má obecně srovnatelnou výhřevnost s hnědým uhlím, jak je vidět v níže uvedené tabulce výhřevností. Energetické dřeviny se pohybují, co se týče výhřevnosti, v rozmezí od 13 do 17 MJ/kg, při doporučené vlhkosti 20%. Při zvýšené vlhkosti se výhřevnost těchto plodin snižuje k hranici 13% i níže (nalezeno.cz).

druh paliva	obsah vody [%]	výhřevnost [MJ/kg]
dřevo obecně	20	14,23
dřevní štěpka	20	14,28
hnědé uhlí	20	15,1
černé uhlí	20	25,1
sláma kukuřice	10	14,4
sláma obilovin	10	15,49
energ. plodiny	20	15

Tabulka č.1 – Výhřevnost paliv v závislosti na obsahu vody

3.3. Ekologické nároky *Rumex OK-2*

3.3.1.Nároky na stanoviště

Rumex OK-2 je vytrvalá rostlina a na jednom stanovišti vydrží 10 a více let. Jedná se o velmi ranou plodinu, která velmi dobře zachytí a využije jarní vláhu. Pro pěstování se hodí do oblastí, kde je v zimním období dostatek sněhové pokrývky s minusovými teplotami, hodí se tedy do oblastí, kde díky těmto jevům vznikne dostatečná zásoba vody ze zimního období. Tento druh šťovíku je velmi odolný proti vymrzání, proto je vhodný pro pěstování ve střední a severní Evropě (Petříková, 2004).

Pro výběr vhodné lokality pěstování jsou rozhodující srážky a vláhová jistota, protože výnosy této rostliny a schopnost konkurovat plevelům je podle dlouholetého pozorování závislá na dostatečné míře vláhy v průběhu vegetačního období. Dalším důležitým faktorem při pěstování *Rumex OK -2* je značná kyselost půdy (pod 5,0) a zamokření půdy, které při vysoké hladině půdní vody způsobuje zahnívání kořínků. Ačkoli některé zdroje uvádějí, že pěstování *Rumex OK-2* není náročné, protože rostlina není náročná na půdní substrát, tento fakt není zcela pravdivý. Šťovíku neprospívají půdy kamenité nebo písčité, protože mají velmi nízkou schopnost zadržovat vodu (Petříková, 2003).

Z tohoto důvodu není ani dobrá kombinace lehké nebo kamenité půdy a častý výskyt suchého počasí, což je suché období delší než 15 – 20 dnů v průběhu vegetace. V podmínkách naší republiky jsou pro pěstování šťovíku nejlepšími například bramborářské oblasti, tedy oblast Vysočiny, kde převládají středně těžké půdy s dostatkem atmosférických srážek a v průběhu vegetačního období vyrovnanou vláhovou jistotou. Tyto oblasti mají jedny z nejlepších výnosů *Rumex OK-2* (Usťak, 2007).

3.3.2. Živinové nároky

Vhodným pozemkem pro pěstování *Rumex OK-2* je tzv. „pozemek ve staré síle“, kde byla předplodina hnojená organicky nebo hnojivy obsahující fosfor, popřípadě je možné aplikovat takové hnojivo před setím v dávce P 40 -60 kg/ha . Kultura šťovíku se zakládá na jaře a termín setí je možné posunout až do první poloviny května (nicméně z důvodů dobrého vyklíčení se doporučuje setba dříve z důvodů zajištění dostatečné jarní vláhy). Doporučuje se standardní výsev 5 kg osiva na 1 ha, v hloubce 1 maximálně 2 cm. V průběhu prvního roku je dobré přihnojovat dusíkem, protože v prvém roce tento šťovík pouze zakoření a vytvoří přízemní růžici sytě zelených světlých listů (Usťak, 2007).

Ve druhém roce na jaře rychle obrůstá a během krátkého období, od dubna do konce května, dorůstá výšky 1,5 až 2 metry. Na koci května je rostlina v plném květu a na začátku července dozrává (Petříková, 2004, Moudrý & Kalinová, 2011).

3.3.3. Možnost šíření

Tento druh plodiny se snadno množí osivem. Rostlina má velmi vysoký reprodukční potenciál, protože výnosy semen jsou v průměru 1 tuna z hektaru (Usťak, 2002).

Jak uvádí Ing. Petříková (2003a), *Rumex OK-2* není vhodný k pěstování ve směsích, neboť velmi špatně snáší konkurenci jiných druhů. Po 3 – 4 letech se šťovík ze směsky vytrácí a není tedy možné, aby se udržel v přirozeném porostu v okolních pěstitelských plochách. I kdyby se podařilo semenu šťovíku zakořenit a vzešlo, není možné jeho nekontrolovatelné šíření do přírody. *Rumex OK-2* patří mezi samosprašné rostliny. Nevytváří s jinými druhy šťovíků spontánní hybridy. Plod je poměrně těžká tříhranná nažka (1000 semen váží 4 – 5g). Díky váze semene je téměř nemožné rozšiřování semene do větších vzdáleností, tím je jeho nekontrolovatelné šíření znemožněno. Semena nejsou dormantní a při výsevu jsou schopna vzejít na 100%. Kořenový systém má *Rumex OK-2* kůlový a větvící se. Netvoří oddenky ani odnože, proto nemá schopnost se v kultuře ani v přírodě vegetativně množit (Petříková, 2003).

3.3.4. Likvidace plodiny *Rumex OK-2*

Aby mohla být likvidace porostů šťovíku úspěšná, je potřeba kombinovat postupy mechanické (nejčastěji zaorání) a chemické (použití postřiku na herbicidy). Odlišné postupy vyžadují různé podmínky pro jejich aplikaci, zaorání je možné provádět při utlumené vegetační činnosti, proto je orba uskutečňována po sklizni, protože půda je většinou dostatečně vyschlá. Chemické postřiky naopak vyžadují aktivní vegetační období, díky tomu je podpořen příjem prostředků s chemickým účinkem zelenou rostlinou a tím pádem dochází i ke zvýšení následné účinnosti. Po likvidaci šťovíku je nejvhodnější na pozemku pěstovat jakýkoli druh obilovin, což umožňuje jednoduché ošetření chemickými prostředky a likvidaci zbylých rostlin šťovíku (Usťak, 2007).

4. Metodika

Tato studie předkládá otázky:

1) Existují rozdíly mezi základní charakteristikou růstu *Rumex OK-2* při různé živinové úrovni?
2) Existují rozdíly vzrostlé podzemní i nadzemní biomasy při použití rozdílné skladby hnojiva?

V roce 2013 a 2014 byl proveden nádobový experiment ke zjištění vlivu N, P, K a jejich kombinací na růstové charakteristiky *Rumex OK-2* a nalezení vhodné živinové úrovně pro jeho pěstování jako energetické plodiny.

4.1. Způsob provedení experimentu

Místo a design květináčového experimentu

Do každého z květináčů byl vyset předem určený počet semen (celkem 50 ks), ze kterých po vyklíčení byly vybrány tři nejsilnější rostliny. Před výsevem došlo k prohnojení půdy předem připraveným hnojivem nebo směsí hnojiva, která byla používána po celou dobu experimentu. Šlo celkem o deset variant a každý pokus se opakoval celkem pětkrát v pěti květináčích, tzn. 60 květináčů.

Semena *Rumex OK-2* byla získána jako komerční produkt (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Chomutov). Testovaná klíčivost byla asi 90 % u všech studovaných druhů. Jeden měsíc staré sazeničky (tři na jeden květináč) byly zasazeny do květináčů v roce 2013 – v červnu a na konci dubna v roce 2014. Byly použity kónické květináče s průměrem 40 cm (dno 30 cm) s objemem 30 l. V obou letech byla použita stejná hnědá půda (cambisol), jelikož jde o nejběžnější typ půdy v této oblasti.

Experiment s květináči probíhal ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Liberci v podmínkách přirozeného deště, teploty a denního světla. Průměrná roční teplota v místě studie byla 7,4 °C a průměrné roční srážky byly 922 mm v roce 2013. V roce 2014 průměrná roční teplota činila 9°C a průměrné roční srážky byly 683 mm. Měsíční úhrny srážek a průměrná teplota vzduchu měřená libereckou meteostanicí během vegetačních období 2013 – 2014 jsou zaznamenány v tabulce č. 2. Frekvence měření a kontrola rostlin probíhala každý týden, maximálně za čtrnáct dní. Každý experiment byl 5x opakován (tzn. celkem 60 květináčů). Stejný typ půdy a květináčů byl použit v obou letech studie – tzn. experiment proběhl dvakrát (červen - říjen 2013 a duben - říjen 2014).

4.1.1. Statistické hodnocení

Po ukončení celého experimentu došlo ke zpracování dat pomocí programu MS Office Excel 2010, kde byly spočítány základní statistické charakteristiky (sumy jednotlivých výšek rostlin, průměry délek listů, průměry počtu listů atd.)

Pro testování vlivu jednotlivých faktorů (varianta, čas) na zjišťované charakteristiky (délka kořene, délka kulového kořene, hmotnost odumřelých listů, hmotnost listů, velikost listů, výška rostlin atd.) byla použita ANOVA opakované měření. Jednocestná ANOVA a následně Tukey test byly použity pro testování vlivu varianty na zjišťované charakteristiky na konci experimentu v každém roce. Graficky byly analýzy zpracovány v programu MS Office Excel 2010.

4.2. Sběr dat

Sběr dat probíhal každý týden, prováděla se měření: výška rostlin, počet stonků, počet listů na stonku, délka nejdelšího listu. V době vegetace byly sbírány suché listy za každý květináč. Po ukončení experimentu na podzim došlo k odběru nadzemní i podzemní biomasy, došlo k vážení hmotnosti sušiny živé (zelené) biomasy, hmotnosti sušiny odumřelé biomasy, celková hmotnost sušiny kořenové biomasy a měření celkové délky kořene, délky kulového kořene a velikosti krčku. Zároveň byla provedena fotodokumentace a vyhodnocení experimentu.

LIBERECKÝ KRAJ - PRŮMĚRNÉ TEPLOTY A SRÁŽKY			
ROK 2013			
Měsíc	Teplota °C	Úhrn srážek v mm	
6	15,4	165	
7	18,4	83	
8	16,8	78	
9	11,2	95	
10	9,2	58	
ROK 2014			
4	9,1	49	
5	11,4	117	
6	14,9	35	
7	18,7	110	
8	15,2	69	
9	13,6	81	
10	9,9	55	

Tabulka č. 2 – Průměrné teploty a úhrn srážek rok 2013 – 2014

Meteorologická stanice Liberec

Použité živiny:

P - $Ca(H_2PO_4)_2$ (superfosfát) - 40 kg P ha^{-1} = tj. 6,70 g hnojiva na květináč

K - KCl (60% K_2O) (chlorid draselný) - 100 kg K ha^{-1} = tj. 2,52 g KCl na květináč

N – NH_4NO_3+$CaCO_3$ (ledek amonný s vápencem) - 150 kg N ha^{-1} = tj. 11,08 g ledku na květináč

Schéma dodávaných živin

VARIANTA	MNOŽSTVÍ DODANÝCH ŽIVIN
Bez živin	0
N1	11,08 g NH_4NO_3+$CaCO_3$
N2	2 x 11,08 g NH_4NO_3+$CaCO_3$
P	6,7 g $Ca(H_2PO_4)_2$
K	2,52 g KCl
PK	6,7 g $Ca(H_2PO_4)_2$ + 2,52 g KCl
N1P	11,08 g NH_4NO_3+$CaCO_3$ + 6,7 g $Ca(H_2PO_4)_2$
N1K	11,08 g NH_4NO_3+$CaCO_3$ + 6,7 g $Ca(H_2PO_4)_2$
N1PK	11,08 g NH_4NO_3+$CaCO_3$ + 6,7 g $Ca(H_2PO_4)_2$ + 2,52 g KCl
N2PK	2x11,08 g NH_4NO_3+$CaCO_3$ + 6,7 g $Ca(H_2PO_4)_2$ + 2,52 g KCl

Tabulka č. 3 Varianty a hmotnost živin v jednotlivém květináči

PRŮBĚH POKUSU ROK 2013

Začátkem června byly přívalové deště a naklíčená semena byla vyplavena na povrch zeminy. Bylo dohodnuto, že tato naklíčená semena budou do zeminy znova vpravena.

DATUM	**ČINNOST**
27.06.2013	u níže uvedených variant vyjednoceny a ponechány 3 rostliny
	N1PK.5 N1K.5 N2PK.5 N1P.5 N2.3 N1.3
	N1PK.4 N1K.4 N2PK.4 N1P.4 N2.4 N1.2
	N1PK.3 N1K.1 N2PK.3 N1P.3 N1.1
	N1PK.2 N2PK.2 N1P.2
	N1PK.1 N2PK.1 N1P.1
04.07.2013	dovyjednoceny ostatní varianty
	K.5 N1K.3 PK.4 0.5 N2.5 N1.5 P.5
	K.4 N1K.2 PK.5 0.4 N2.2 N1.4 P.4
	K.3 PK.3 0.3 N2.1 P.3
	K.2 PK.2 0.2 P.2
	K.1 PK.1 0.1 P.1
	přemístění květináčů
11.07.2013	měření
18.07.2013	měření
25.07.2013	měření
05.08.2013	přemístění květináčů a fotografování
08.08.2013	měření
09.08.2013	hnojení jednotlivých experimentů
22.08.2013	měření

05.09.2013	měření
11.09.2013	přemístění květináčů a fotografování
19.09.2013	měření
03.10.2013	poslední měření
07.10.2013	začátek plavení, odběr půdních vzorků z každého květináče
17.10.2013	konec plavení

Tabulka č. 4 Kontrolní měření experimentu v roce 2013

PRŮBĚH EXPERIMENTU ROK 2014

22.04.2014	**hnojení jednotlivých experimentů**
23.04.2014	výsev
	špatná vzcházivost vzorků, poté ponechány 3 rostliny
03.06.2014	spočítány pouze vzešlé rostliny
09.06.2014	vyjednoceny 3 rostliny
11.06.2014	měření
18.06.2014	neměřeno
26.06.2014	měření
02.07.2014	měření
03.07.2014	fotografování jednotlivých experimentů
04.07.2014	přemístění květináčů
09.07.2014	měření
17.07.2014	měření
23.07.2014	měření
30.07.2014	měření
31.07.2014	přemístění květináčů
14.08.2014	měření
27.08.2014	měření
05.09.2014	přemístění květináčů
10.09.2014	měření
23.09.2014	měření
06.10.2014	měření + začátek plavení, odběr půdních vzorků z každého exp.
17.10.2014	konec plavení

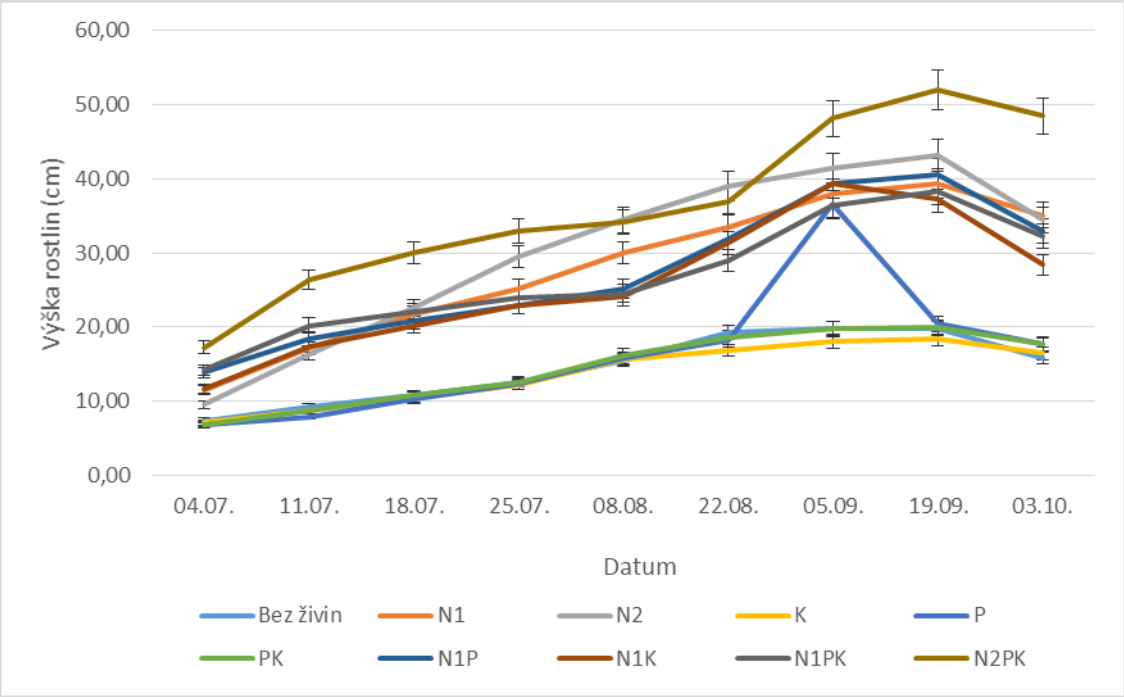
Tabulka č. 5 Průběh experimentu v roce 2014 – průběh měření

4.3. Výsledky

V průběhu celého experimentu byl patrný vliv varianty, čas měření a jejich interakce. Ve všech experimentech měla na rostliny největší vliv varianta N2PK a varianta N2, zatím co nejmenší vliv v průběhu celého experimentu měly vliv varianty 0, P, K, a kombinace živin varianta PK. Na konci experimentu vyšly varianty s vysokými rozdíly, proto se po posledním měření provedla jednocestná ANOVA a pokud byl statisticky rozdílný alespoň jeden z výsledků, byl proveden post hoc comparison Tukey HSD test na levé straně a tím došlo k upřesnění výsledků.

V roce 2013 tento test potvrdil vliv varianty, čas měření a jejich interakce. Nejvyšších hodnot dosáhl ve všech měřených variantách N2PK a nejnižších hodnot dosahovaly ve všech variantách živiny 0, P, K a PK.

V roce 2014 měla na jednotlivé vzorky vliv varianta experimentu a čas měření. Rozdíly mezi variantami byly v průběhu experimentu podobné jako v roce 2013, ale bez statisticky významných rozdílů na konci experimentu.



Graf č. 1 – Výška rostlin *Rumex OK-2* v průběhu vegetační sezony 2013

2013	Faktor	Stupně volnosti	F	P
Výška rostlin	Varianta	9	189,5	< 0,001
	Čas	8	188,7	< 0,001
	Varianta* Čas	72	3,4	< 0,001

Tabulka č. 6 – Statisticky zpracovaná data závislosti růstu rostlin na čase při posledním měření r. 2013

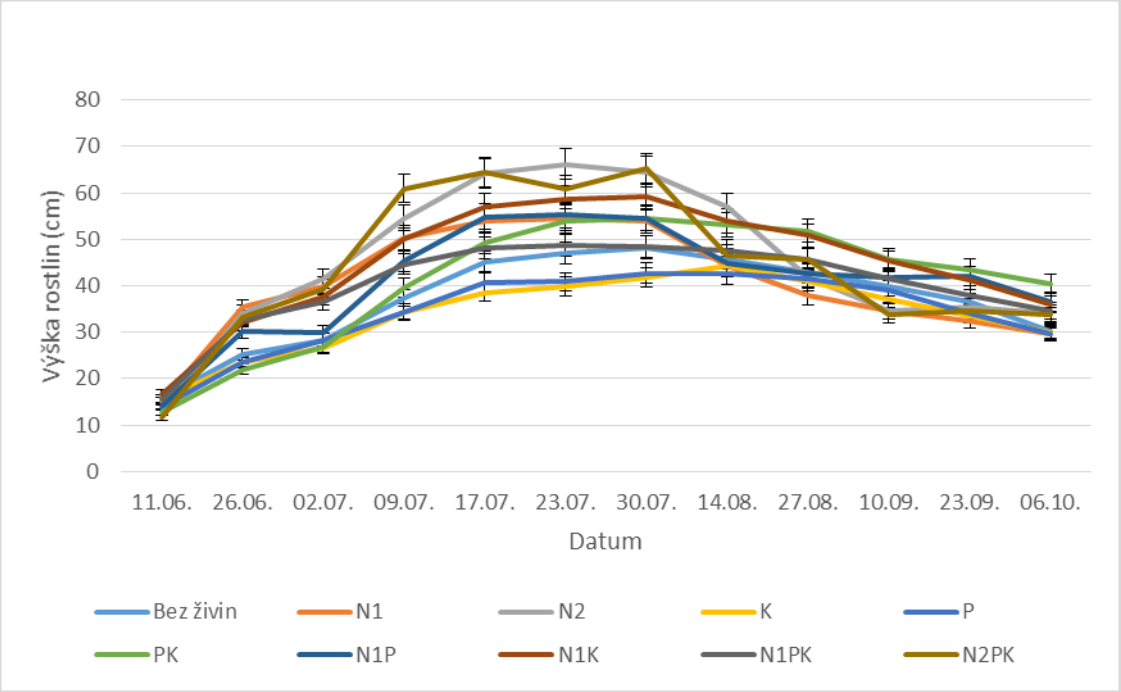
Hodnota F vyjadřuje hodnotu Fisherova rozdělení (čím je větší, tím menší je hodnota P a můžeme vyvrátit nulovou hypotézu – rozdílná hnojiva nemají vliv na výnosnost).

Hodnota P vyjadřuje pravděpodobnost „nulové hypotézy“ (P je závislé na hodnotě F a stupni volnosti).

. V tabulce č. 15 a 16 (přílohy) jsou zaznamenány informace o průběžné výšce rostlin, které byly ovlivněny složením živin v jednotlivých experimentech. Kontroly byly prováděny podle schématu, které je uvedeno pro rok 2013 v tabulce č. 4 a pro rok 2014 v tabulce č. 5.

V grafech č. 1 pro rok 2013 a č. 2 pro rok 2014 jsou zpracována data, kde jsou zaznamenána jednotlivá měření a celková výška rostlin.

Z výše uvedených grafů vyplývá, že na růst rostlin měl vliv druh dodávaných živin. Nejvyšší rostliny dosáhly varianty N2PK - „300N40P100“ a varianty, kde byl vysoký podíl dusíku N1-„150N“ N2 - „300N“. Nejnižších hodnot výšky rostlin dosahovaly varianty „0“, K - „100K“, P -„40P“ a kombinace živin PK -„40P100K“. Ostatní varianty dosahovaly podobných hodnot.



Graf č. 2 – Výška rostlin *Rumex OK-2* v průběhu vegetační sezony 2014

2014	Faktor	Stupně volnosti	F	P
Výška rostlin	Varianta	9	8,72	< 0,001
	Čas	11	56,77	< 0,001
	Varianta*Čas	99	0,99	0,508

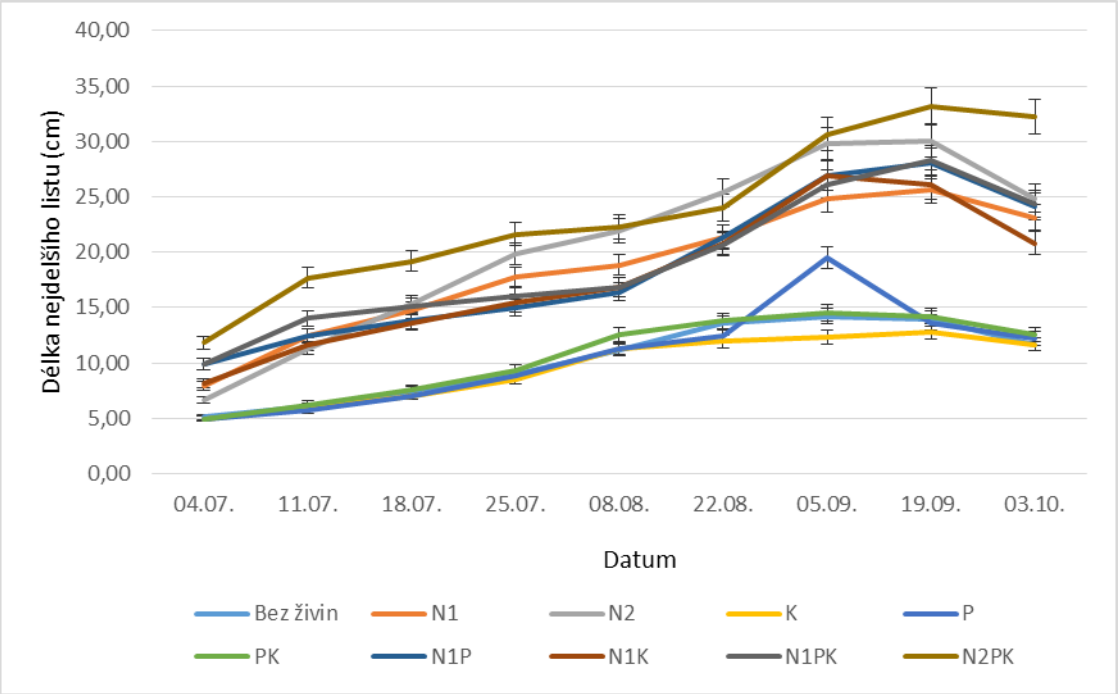
Tabulka č. 7 – Statisticky zpracovaná data závislosti růstu na čase při posledním měření r. 2014

Výška rostlin	Výška v cm	Tukey HSD test
bez živin	15,76	d
K	16,45	d
PK	17,38	c,d
P	17,70	c,d
NK	28,39	b,c
N1PK	32,22	b
NP	32,99	b
N2	34,49	b
N1	35,05	b
N2PK	48,49	a

Tabulka č. 8 – Statisticky zpracovaná data z posledního měření rostlin r. 2013 Stupně volnosti 9 F 19,93 P < 0,001

Významný vliv měly i interakce růstu rostlin, času a teploty. Nejvyšší hodnoty růstu dosahovaly rostliny N2PK -„300N40P100K“. Naopak nejnižší hodnoty dosahovaly rostliny u variant „0“, K -„100K“, PK - „40P100K“ a P - „40P“. Ostatní varianty dosáhly srovnatelných výsledků.

Délka nejdelšího listu

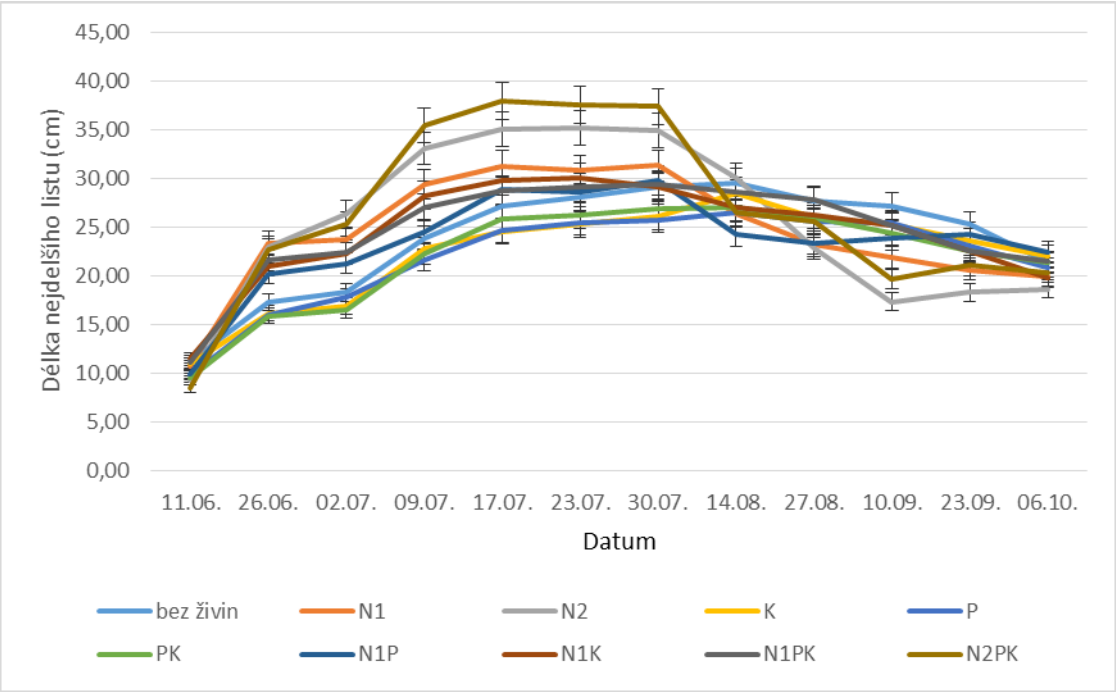


Graf č. 3 – Délka nejdelšího listu *Rumex OK-2* v průběhu vegetační sezony 2013

2013	Faktor	Stupně volnosti	F	P
Délka listů	Varianta	9	181,6	< 0,001
	Čas	8	206,7	< 0,001
	Varianta* Čas	72	3,4	< 0,001

Tabulka č. 9 – Statisticky zpracovaná data závislosti délky listů na čase při posledním měření r. 2013

V tomto experimentu byl zjišťován vliv živin na délku listu. Statisticky se prokázalo, že nejdelší listy měly rostliny u variant N2PK - „300N40P100K“, N2 - „300N“, N1 -„150N“ a N1PK - „150N40P100K“. Nejkratší listy měly varianty K -„100K“, „0“, P -„40P“ a PK - „40P100K“. Ostatní varianty měly srovnatelné výsledky.



Graf č. 4 – Délka nejdelšího listu *Rumex OK-2* v průběhu vegetační sezony r. 2014

2014	Faktor	Stupně volnosti	F	P
Délka listů	Varianta	9	18,9	< 0,001
	Čas	11	223,6	< 0,001
	Varianta*Čas	99	5,7	< 0,001

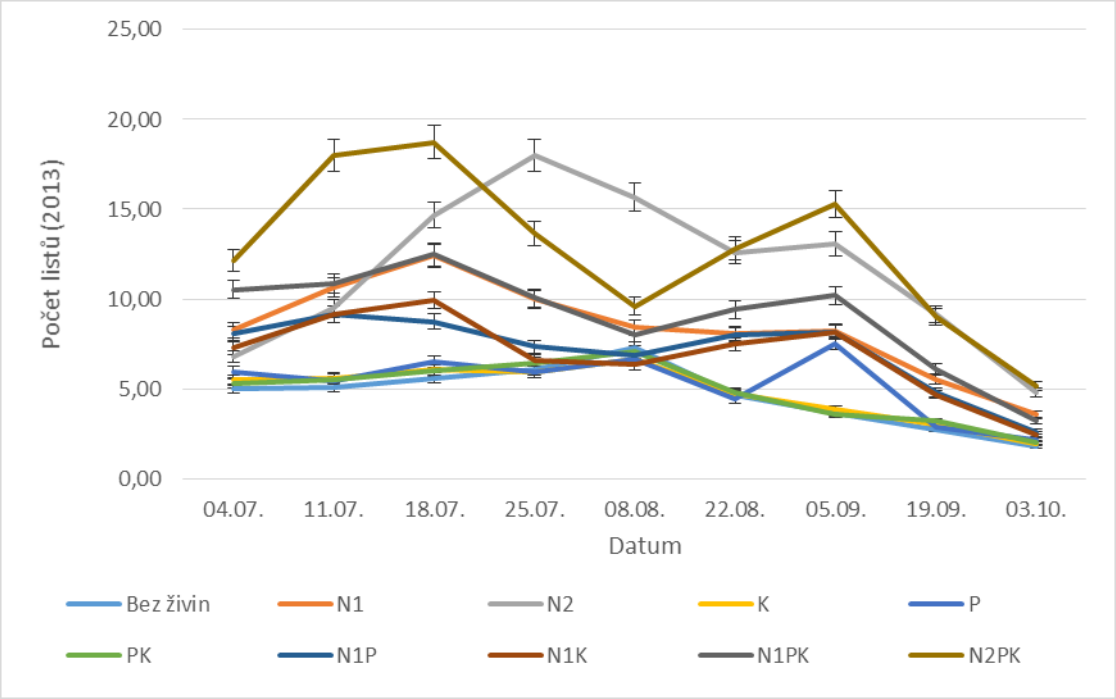
Tabulka č. 10 – Statisticky zpracovaná data závislosti délky listů na čase při posledním měření r. 2014

Délka listů	Délka listu v cm	Tukey HSD test
K	11,65	c
bez živin	11,68	c
P	12,19	c
PK	12,54	c
NK	20,83	b
N1	23,11	b
NP	24,15	b
N1PK	24,37	b
N2	24,86	b
N2PK	32,23	a

Tabulka č.11 Statisticky zpracovaná data závislosti délky listu na čase při posledním měření r. 2013 Stupně volnosti 9 F 22,13 P < 0,001

Na délku listu měla významný vliv i interakce mezi variantou a časem. Nejdelší list měly rostliny varianty N2PK - „300N40P100K“. Nejkratší listy varianty K-„100K“, „0“, P -„40P“ a PK -„40P100K“. Ostatní varianty dosahovaly srovnatelných výsledků.

Počet listů

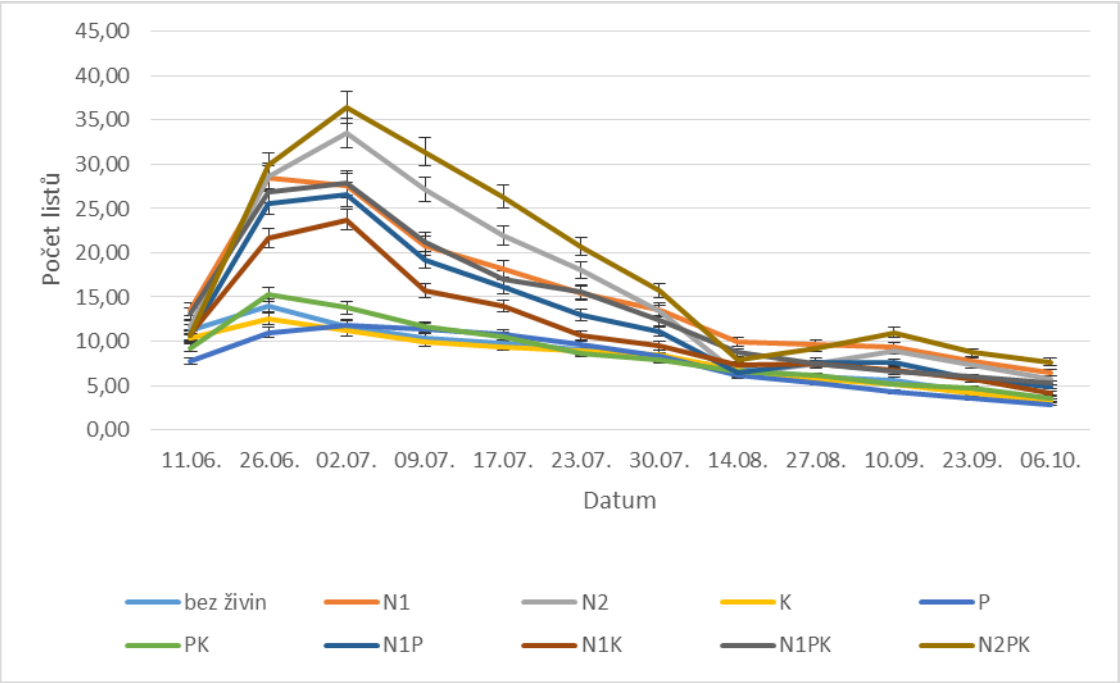


Graf č. 5 – Počet listů *Rumex OK-2* v průběhu vegetační sezony r. 2013

2013	Faktor	Stupně volnosti	F	P
Počet listů	Varianta	9	49,23	< 0,001
	Čas	8	30,29	< 0,001
	Varianta* Čas	72	1,8	< 0,001

Tabulka č. 12 - Statisticky zpracovaná data závislosti počtů listů na čase při posledním měření r. 2013

V tomto experimentu byl sledován parametr počet listů v závislosti na čase. Statisticky byl prokázán největší počet listů u variant N2PK - „300N40P100K“ a N2 -„300N“. Nejnižší počet listů měly varianty „0“, K - „100K“, PK - „40P100K“ a P -„40P“.



Graf č. 6 – Počet listů *Rumex OK-2* v průběhu vegetační sezony r.2014

2014	Faktor	Stupně volnosti	F	P
Počet listů	Varianta	9	160,5	< 0,001
	Čas	11	360,9	< 0,001
	Varianta*Čas	99	9,9	< 0,001

Tabulka č. 13 - Statisticky zpracovaná data závislosti počtů listů na čase při posledním měření r. 2014

Počet listů	Počet listů	Tukey HSD test
bez živin	1,80	c
K	1,93	c
PK	2,00	c
P	2,13	c
NK	2,47	b,c
NP	2,60	b,c
N1PK	3,20	a,b,c
N1	3,60	a,b,c
N2	4,80	a,b
N2PK	5,13	a

Tabulka č. 14 Statisticky zpracovaná data závislosti počtu listů na čase při posledním měření r. 2013 Stupně volnosti 9 F 5,74 P < 0,001

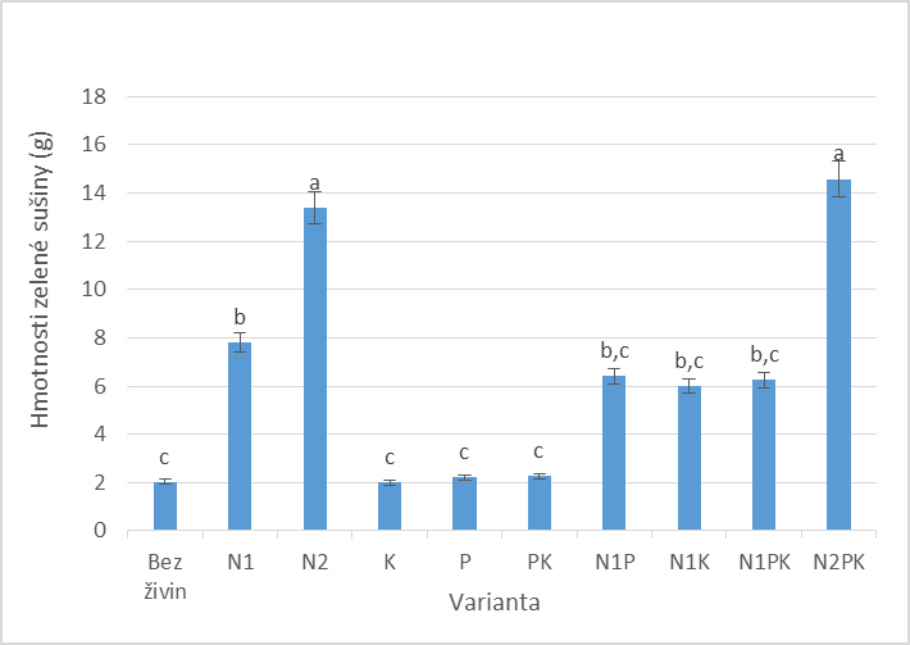
Na počet listů měla významný vliv interakce varianty a času. Nejvyšší počet listů měla varianty N2PK - „300N40P100K“. Nejnižší počet listů měly varianty „0“, K -„100K“, PK - „40P100K“ a P -„ 40P“. Ostatní varianty dosáhly srovnatelných výsledků.

4.4. Vyhodnocení výsledku vypěstovaných rostlin, kontrola jednotlivých částí vážením a měřením po vysušení

Po ukončení pokusu byla každé rostlině oddělena živá nadzemní část (listy) od spodní kořenové části. Listy byly usušeny v sušárně. Dále byly spočítány i odumřelé listy, které byly sebrány a vloženy do sušárny k následnému usušení. Kořeny byly velmi opatrně zbaveny zeminy promýváním vodou, následně změřena délka kuželovité části kořene, celková délka kořene a opět byly dány do sušárny k řádnému vysušení. Všechny části usušených rostlin byly zváženy na vahách s přesností 0,0001g a hmotnosti byly zaznamenány do protokolu. Nakonec se všechna zjištěná data převedla do elektronické podoby. Bylo provedeno statistické vyhodnocení celého experimentu a následně zhodnoceno.

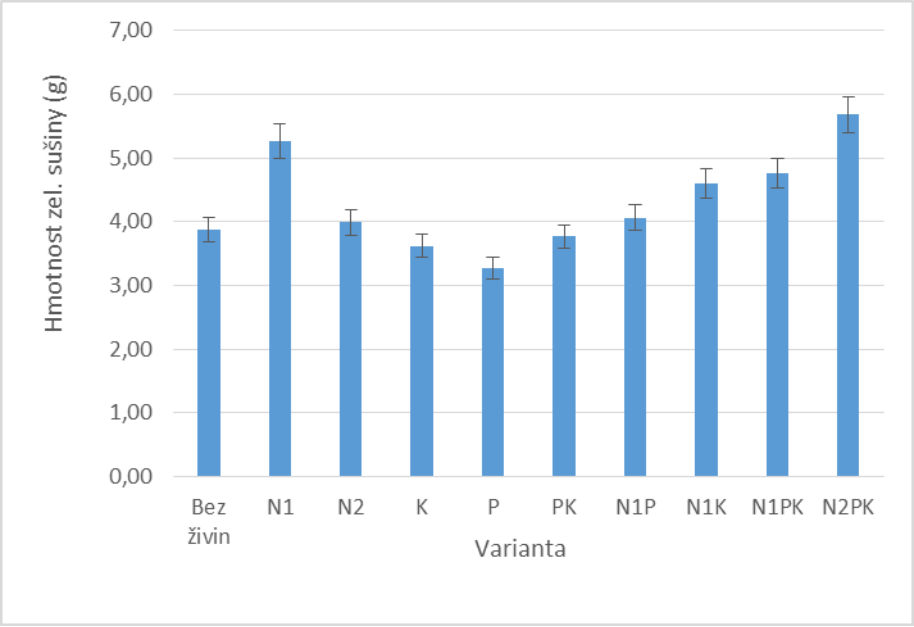
Pro vyhodnocení celého experimentu byl použit MS Office Excel 2010, nejprve byla provedena jednocestná ANOVA. Při zjištění alespoň jednoho statisticky významného rozdílu ve výsledcích se použil pro upřesnění výsledků post hoc comparison Tukey HSD test – na levé straně, kde došlo k upřesnění výsledků analýzy.

a) Hmotnost sušiny živé (zelené) biomasy



Graf. č. 7 rok 2013 – Hmotnost sušiny živé (zelené) biomasy

Stupeň volnosti 9 F 16, 41 P < 0, 001

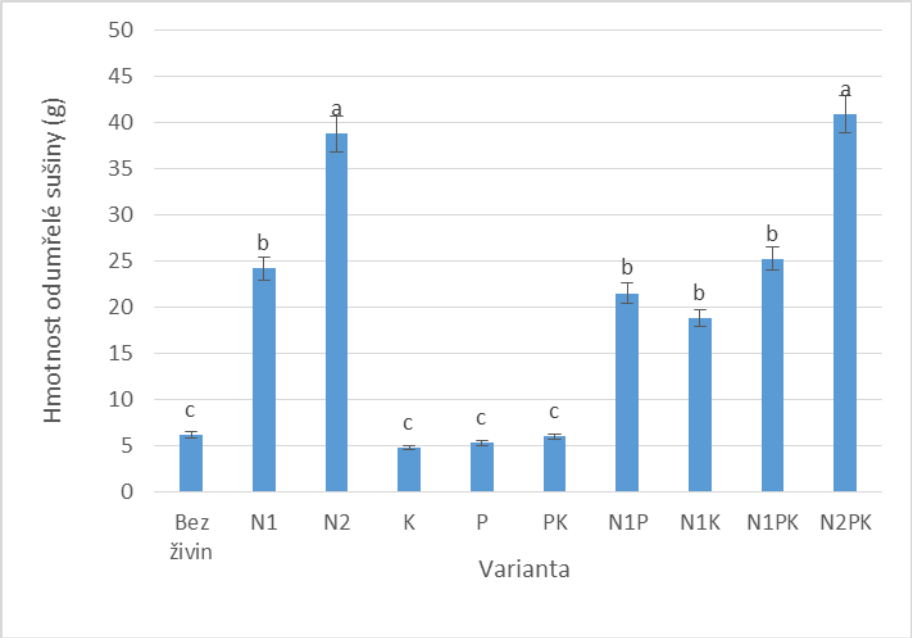


Graf č. 8 rok 2014 – Hmotnost sušiny živé (zelené) biomasy

Stupeň volnosti 9 F 1, 29 P > 0, 273

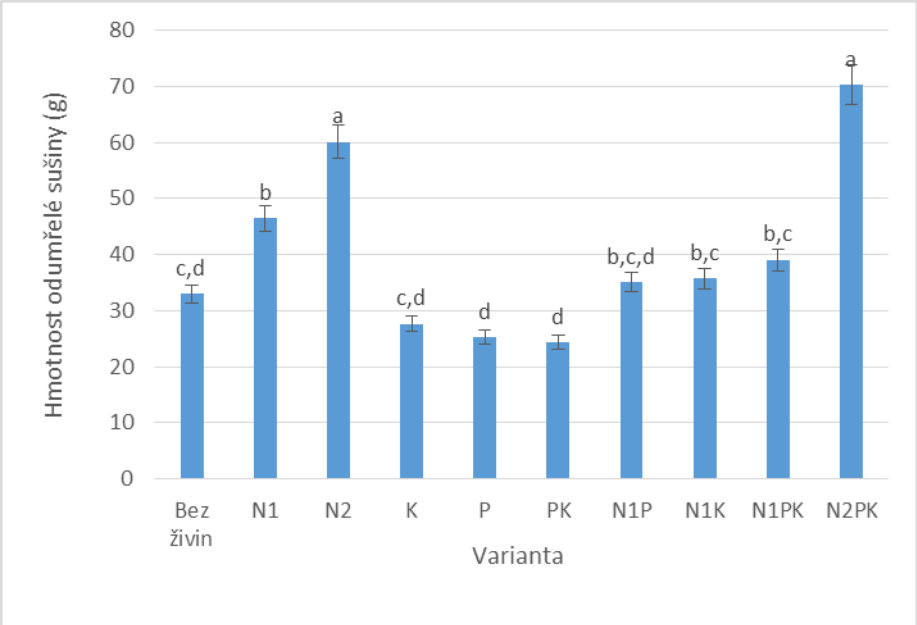
Z výsledků měření a vážení zelené sušiny bylo v roce 2013 statisticky prokázáno, že pro rostliny šťovíku krmného je velmi důležité zásobení rostlin dostatkem dusíku. Statisticky prokázána nejvyšší hmotnost sušiny živé (zelené) biomasy u variant N2PK - „300N40P100K“ a N2 -„300N“. Statisticky shodné byly varianty N1-„150N“, N1P -„150N40P“, N1K - „150N100K“ a N1PK - „150N40P100K“. Varianty s nejnižší hmotností zelené sušiny „0“, PK -„40P100K“, P -„40P“ a K-„100K“. V roce 2014 byly výsledky statisticky neprůkazné.

b) Hmotnost sušiny odumřelé biomasy



Graf č. 9 – rok 2013 – Hmotnost sušiny odumřelé biomasy

Stupeň volnosti 9 F 27, 64 P < 0, 001

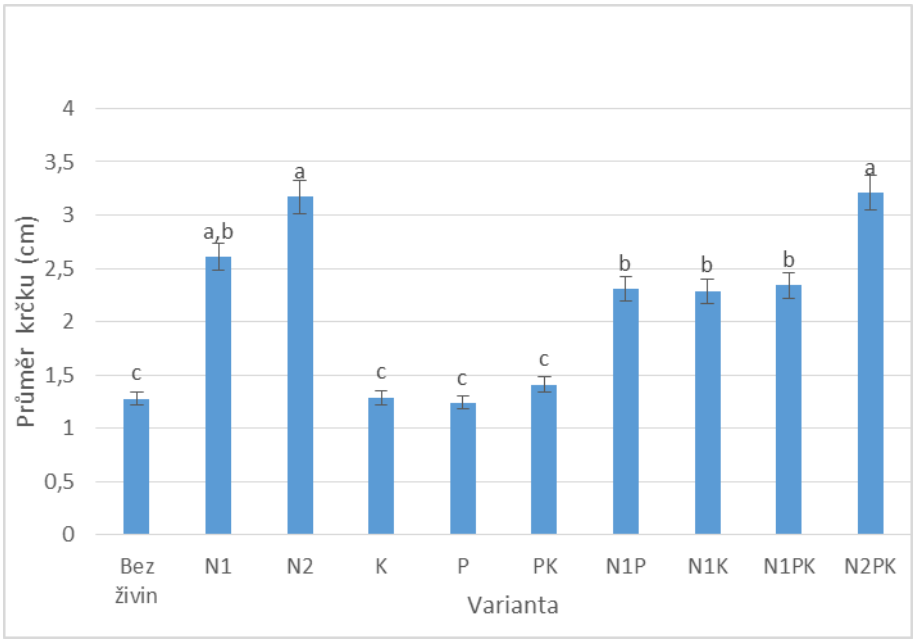


Graf č. 10 – rok 2014 – Hmotnost sušiny odumřelé biomasy

Stupeň volnosti 9 F 29, 75 P < 0, 001

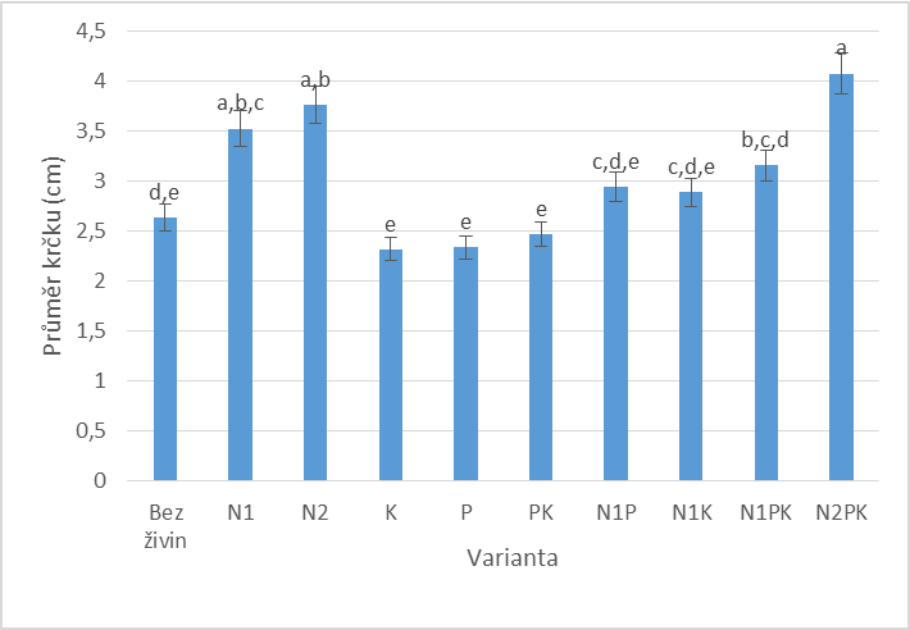
Při hodnocení hmotnosti sušiny odumřelé biomasy je statisticky průkazné: nejvyšší hmotnosti dosáhly varianty N2PK- „300N40P100K“, N2 -„300N“, N1-„150N“ a N1PK-„150N40P100K“. Nejnižších statisticky průkazných hodnot dosáhly varianty P-„40P“ a PK-„40P100K“. Ostatní varianty dosahovaly statisticky srovnatelných výsledků.

c) Průměr krčku v centimetrech



Graf č. 11 – rok 2013 – Průměr krčku

Stupeň volnosti 9 F 2, 95 P < 0, 001

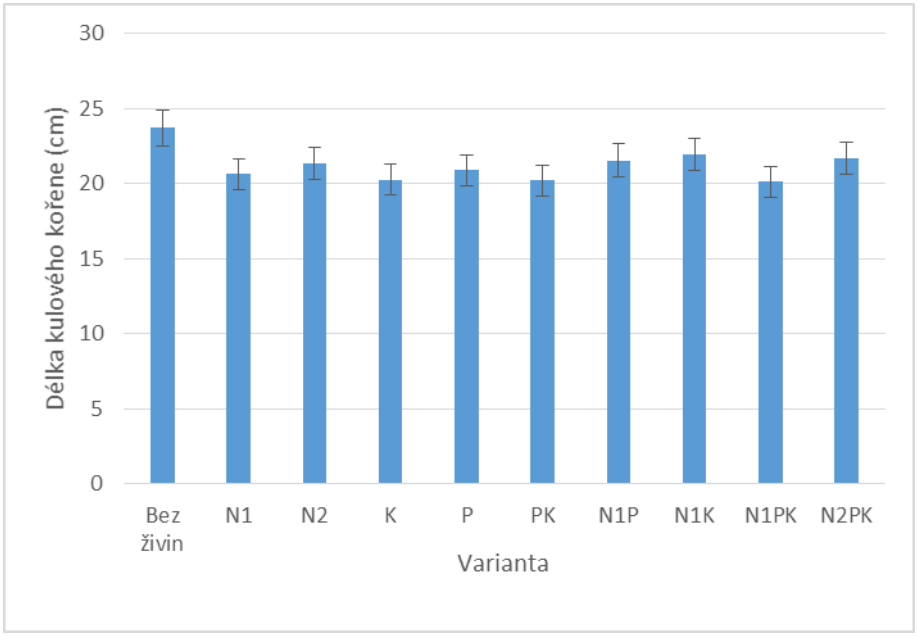


Graf č. 12 – rok 2014 – Průměr krčku

Stupeň volnosti 9 F 18, 78 P < 0, 001

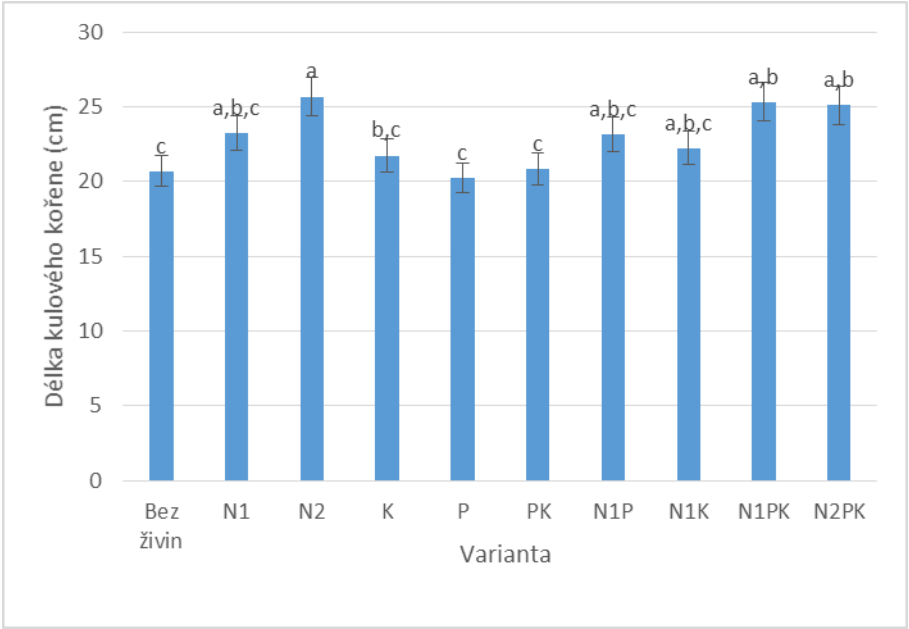
V grafech číslo 11 a 12 se sledoval růstu krčku. Po oba dva roky vyšly statisticky výsledky porovnatelné. Největšího průměru krčku dosahovaly statisticky varianty N2PK-„300N40P100K“ aN2-„300N“. Nejnižší hodnoty byly prokázány u variant K-„100K“, P-„40P“ a PK-„40P100K“. Ostatní varianty byly statisticky shodné.

d) Délka kulového kořene v centimetrech



Graf č. 13 – rok 2013 Délka kulového kořene

Stupeň volnosti 9 F 1, 079 P > 0, 399

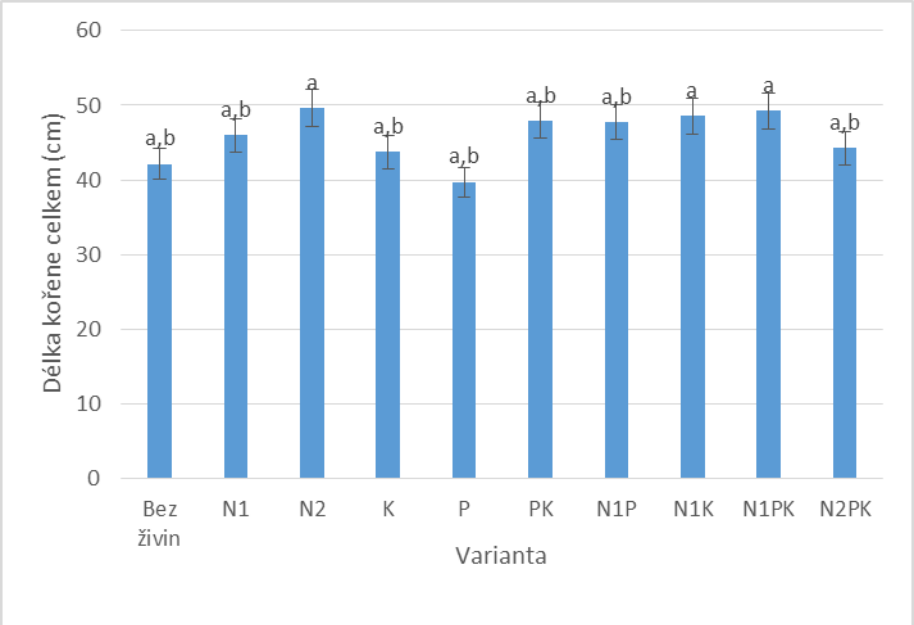


Graf č. 14 – rok 2014 Délka kulového kořene

Stupeň volnosti 9 F 6, 715 P < 0, 001

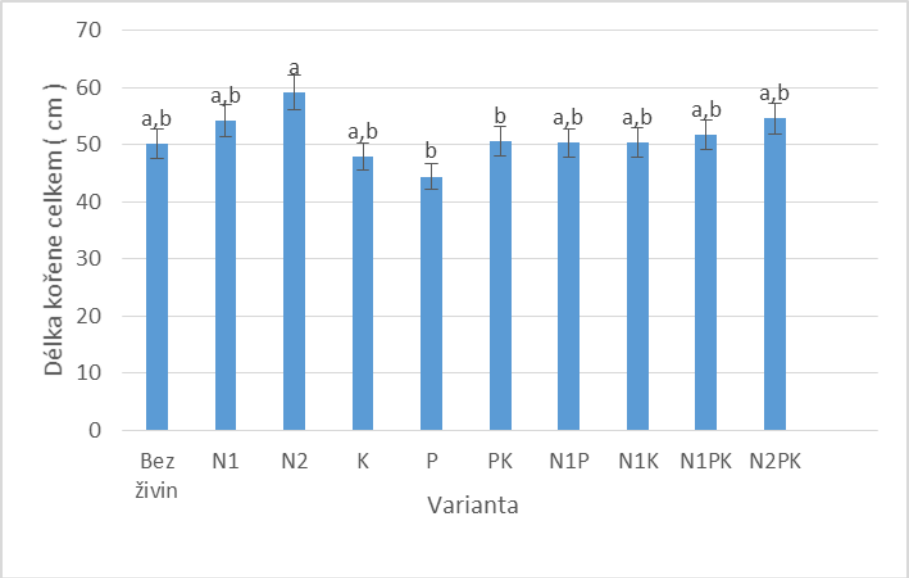
V roce 2013 nebyl statisticky prokázán vliv živin na růst kulového kořene. Výsledky vyšly velmi podobně, pro všechny druhy živin a experimentů. V roce 2014 byly statisticky prokázán vliv na délku kulového kořene: nejdelší kulový kořen byl u varianty N2-„300N“. Nejnižší hodnoty dosáhly varianty „0“, PK-„40P100K“ a P-„40P“. Ostatní varianty měly statisticky shodné výsledky.

e) Celková délka kořene v centimetrech



Graf č. 15 – rok 2013 Celková délka kořene

Stupeň volnosti 9 F 3, 053 P > 0, 007

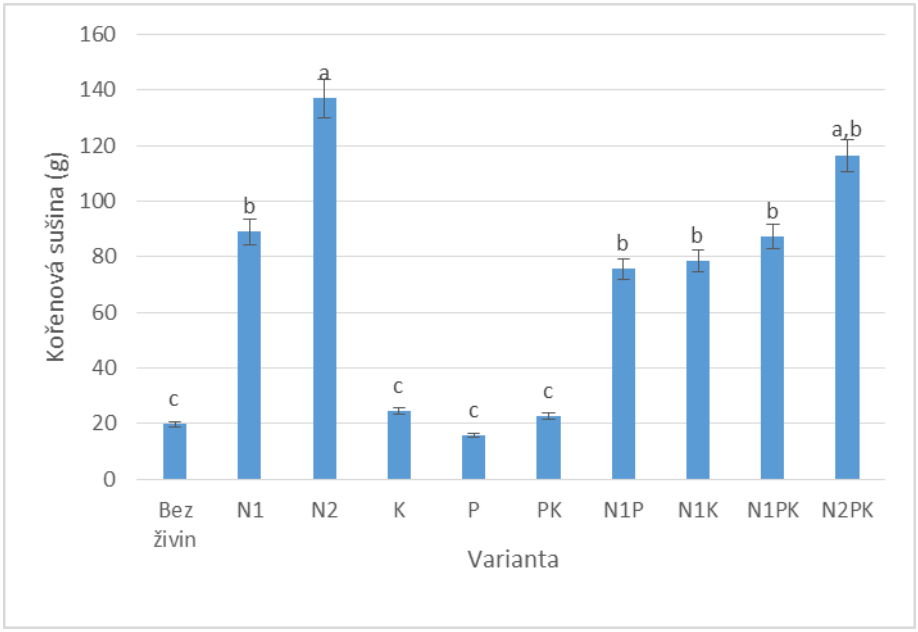


Graf č. 16 – rok 2014 Celková délka kořene

Stupeň volnosti 9 F 2, 889 P > 0, 01

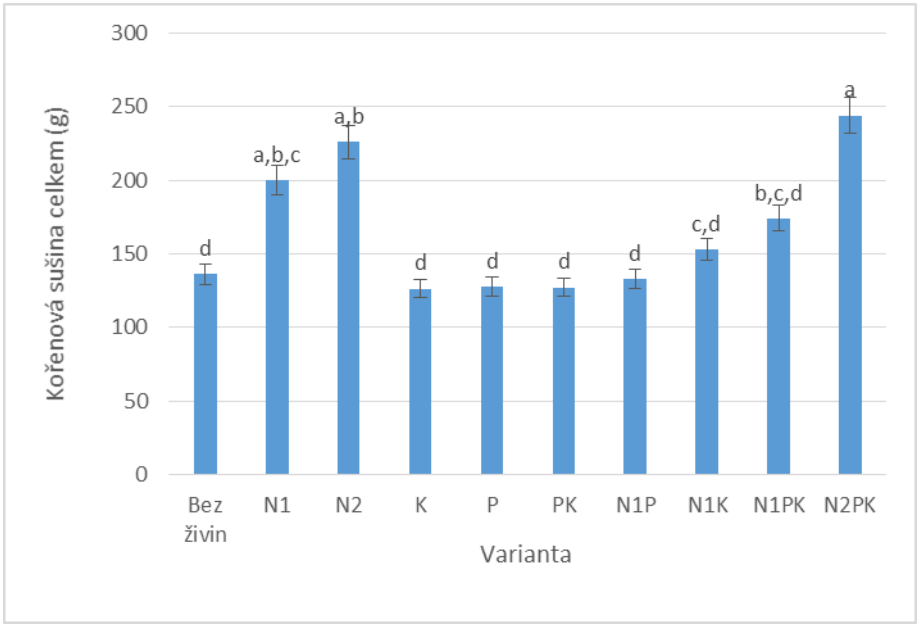
Z výše uvedených grafů je statisticky průkazný vliv varianty N2- „300N“ na celkovou délku kořene. Ostatní varianty jsou statisticky srovnatelné, bez vyšších výkyvů. Nejnižší hodnotu měla varianta P- „40P“.

f) Celková hmotnost sušiny kořenové biomasy



Graf č. 17 – rok 2013 Hmotnost sušiny kořenové biomasy

Stupeň volnosti 9 F 22, 36 P < 0, 001



Graf č. 18 – rok 2014 Hmotnost sušiny kořenové biomasy

Stupeň volnosti 9 F 13, 37 P < 0, 001

Z výše uvedených grafů statisticky vyplývá, že nejvyšší hmotnost sušiny kořenové biomasy mají varianty N2-„300N“ a N2PK-„300N40P100K“.

Nejnižší hmotnost měly varianty „ 0“, P-„40P“, K-„100K“ a PK-„40P100K“. Ostatní varianty měly statisticky shodné výsledky.

Ze všech grafů vyplývá a je statisticky prokazatelné, že *Rumex OK-2* potřebuje pro svůj růst nejen podzemní, ale i nadzemní části dostatek dusíku, který je pro tuto rostlinu nutný ve všech měřených i vážených parametrech. Z experimentu je patrné, že při pěstování této energetické plodiny bude potřeba do půdy dodávat dostatek dusíkatých hnojiv nebo hnojiv kombinovaných, které budou obsahovat fosfor i draslík. Z výsledku celého experimentu v letech 2013 a 2014 by bylo dobré využití kombinovaných hnojiv typu N2PK-„N300P40K100“ a samotného N2-„N300“, které v téměř všech sledovaných parametrech dosahovaly nejlepších výsledků.

5. Diskuze

Podle Usťaka (2007) je vhodné pěstovat *Rumex – OK 2* v místech, kde již byla prováděna zemědělská činnost, například pole, kde se dříve pěstovaly brambory. Pole, která jsou dostatečně zásobena fosforem, nejlépe půda v předchozích letech dobře prosycená živinami. Ve svých článcích často zmiňuje původní bramborářské oblasti Vysočinu a sever Čech. Při tomto experimentu bylo prokázáno, že *Rumex OK-2* dobře prospívá i v chladnějších podmínkách za předpokladu, že mu bude dodáván dostatek živin, zejména dusíku, který je pro tuto rostlinu důležitý.

Petříková (2000) naopak ve svých článcích o výzkumech pěstování této energetické plodiny vyjadřuje důležitost organických hnojiv například i kejdy, kde bude do půdy v hojném množství dodán dusík a jiné anorganické i organické látky. Tím budou mít rostliny šťovíku uteuša zajištěny živiny, které potřebují pro svůj dobrý růst a tím pádem bude možné získat maximální biomasu jak z nadzemní části rostlin, tak i z kořenového systému. Rostlina je velmi dobře odolná vůči stresu, a proto by jí neměly vadit teplotní výkyvy a ostatní faktory, které by mohly ovlivnit maximální výtěžnost nadzemní i podzemní biomasy tohoto druhu energetické plodiny.

Hujerová (2010) se ve své diplomové práci zabývá vzcházivostí *Rumex OK-2* při různých teplotních podmínkách a při různé živinové úrovni. Uvádí, že šťovík uteuša lépe prospívá v teplých klimatických podmínkách, ale nevyvrací možnost pěstovat *Rumex OK-2 v* chladnějších oblastech. Dále se zabývá ve své práci pěstováním této rostliny při různých živinových úrovních. V její práci uvádí, že pro *Rumex OK-2* jsou nejlepší varianty dodávaných živin „0“ – bez živin, „0N50P“ což znamená 50 kg.ha^{-1} fosforu „50N50P“ tedy 50 kg.ha^{-1} dusíku a 50 kg.ha^{-1} fosforu. Jako zcela nevhodná varianta je udávána varianta „200N“ tedy 200 kg.ha^{-1} dusíku.

V této práci se experimentovalo s různými živinovými úrovněmi pro *Rumex OK-2* a prokázalo se, že nejlépe vzchází, pokud je mu dostatečně dodáván dusík. Ve všech zjišťovaných parametrech podzemní i nadzemní části biomasy nejlépe rostliny prospívaly při živinové úrovni „N2PK“ což v tomto případě znamenalo „300N40P100K“ (300 kg.ha^{-1} N, 40 kg.ha^{-1} P, 100 kg.ha^{-1} K), nebo při živinové úrovni „N2“ to je (300 kg.ha^{-1} N). Nejhůře rostliny prospívaly u většiny zjišťovaných variant bez hnojení, 40 kg.ha^{-1} P (fosfor), 100 kg.ha^{-1} K (draslík), nebo kombinace těchto dvou prvků. Po celou dobu experimentu dobře rostly rostliny, kterým byl dodáván dusík v kombinaci s fosforem a draslíkem. Proto bych doporučovala se zaměřit při pěstování této energetické rostliny na kombinovaná hnojiva typu N2PK, N1PK, N2. Pěstování *Rumex OK-2* by mohlo ohrozit, co se týče růstu ve větší míře pouze deštivé počasí, které s sebou přináší přemokření půdy. Při dlouhotrvajících zhoršených klimatických podmínkách může dojít k zahnívání kořínků této plodiny. O tom jsme se přesvědčili v prvním roce experimentu. Tuto skutečnost uvádí ve svých publikacích i Usťak (2007). Šťovíky a jeho různé formy jsou nenáročným plevelem, který je schopen přežít i ve ztížených podmínkách. *Rumex OK-2* je nenáročná rostlina, která se dá pěstovat i na mírných svazích a ve vyšších polohách, protože dobře snáší stres a výkyvy teplot.

Na růstu rostlin se odrazilo počasí a teploty, které v roce 2013 nebyly optimální, protože na počátku experimentu přišly přívalové deště a zasazené rostliny z větší části byly z půdy vyplaveny. Muselo dojít k opětovnému vysazení a ponechání rostlin, aby měly čas se vzpamatovat, což se odrazilo i na konečných výsledcích tohoto experimentu. V prvním roce experimentu došlo i k pozdnímu vysetí semen do půdy - v červnu 2013, což mělo také vliv na růst a vývoj jednotlivých vzorků. Celkově byly rostliny menší a slabší, nicméně ve výsledku experiment dopadl obdobně jako v roce 2014.

Moudrý a Kalinová (2011) se ve svých skriptech zabývají růstem, pěstováním šťovíku uteuša a jeho sklizní. Popisují tuto rostlinu jako velmi ranou a druhém roce jako velmi silnou bez větší konkurence ostatních rostlin při jejím pěstování. Dále se zmiňují o této rostlině jako o protierozní a tím přispívá i k ochraně krajiny. Rostlina nevytváří oddenky ani kořenové odnože, proto se v přírodě nerozmnožuje vegetativně, což je dobré pro udržení šťovíku na polích a pro okolní přírodu bez většího nebezpečí. Všichni autoři se zabývají možností volného šíření této rostliny do okolní krajiny (Petříková, 2003, Moudrý a Kalinová, 2011, Hujerová et al., 2013). Plodem *Rumex OK-2* je poměrně těžká tříhranná nažka, což by měl být dostatečný důvod podle Petříkové (Petříková, 2003) k nešíření semen do okolí. V tomto případě si ale nemyslím, že je to zcela nemožné, protože pojezd těžké techniky na polích popřípadě nalepení semena na boty zemědělců i náhodných kolemjdoucích nebo nekontrolovaný pohyb zvěře umožní semenům přenos například na kolech nebo podrážkách či srsti zvířat a tím šíření nejen podél komunikací ale i do okolní krajiny. Vzhledem k tomu že tato rostlina potřebuje pro svůj vzrůst v prvním roce života co nejmenší konkurenci ostatních plevelných rostlin, je možné, že nebude mít šanci se dobře vyvinout a tím pádem může být zlikvidována již v prvním roce života. Tento problém je již nad rámec této práce zkoumání, a mohlo by být předmětem dalšího výzkumu, jakým způsobem přežívá *Rumex OK-2* ve volné krajině.

Úkolem této práce bylo zjištění, při jaké živinové úrovni *Rumex OK- 2* prospívá nejlépe. Z experimentu, který probíhal dvě vegetační období, se potvrdila tvrzení Petříkové a Wegera (2015). *Rumex OK- 2* ve většině sledovaných faktorech se nejlépe dařilo rostlinám při dostatečném zásobování dusíkem nebo živin kombinovaných dusík, fosfor, draslík. Dusík pro *Rumex OK-2* je složkou důležitou pro růst nadzemní i podzemní části rostlin, zejména pro kořenový systém, který potom umožní rostlinám vytvořit bohatou listovou zeleň. Navíc jde o velmi silnou a vzrůstem statnou rostlinu, která nemá od druhého roku růstu na stanovišti problém s jinými plevely, jak uvádí Usťak (2007), protože je zadusí a výškou většinou zastíní plevely nižší. Důležité je pro tuto

energetickou plodinu nalézt vhodné stanoviště, bez pokryvu rostlinami a tak, aby přežila první vegetační období. Po tomto období, jak uvádím výše, je schopná nejen zahubit ostatní plevele, ale pomocí poměrně těžkých semen se dokáže sama šířit ve svém blízkém okolí, a tudíž zachovávat a připravovat nové následné generace. Tím by pěstitelé předešli případnému obnovování porostu, *Rumex OK-2* je schopen zajistit další generace díky snadnému tvoření semen.

Z ekonomického hlediska je tato energetická plodina jednou z nejvýhodnějších pro zemědělce. Po zdárném založení porostu jde o rostlinu, která se pěstuje na jednom místě 10 a více let. Pro zemědělce jde tudíž o velmi výhodnou investici, protože počáteční investice nejsou sice nízké (10 kg osiva na hektar činí náklad 4000,- Kč), ale po celou dobu pěstování již do nového porostu nemusí investovat, pokud dodrží správné pěstební technologie (Petříková, 2011). *Rumex OK-2* je rostlina, které vyhovuje naše klima a daří se zde všem druhům šťovíků nejen uteuše. Proto bych doporučovala zaměřit se na pěstování této energetické plodiny, která má navíc výborné výnosy nadzemní i podzemní biomasy se širokým využitím. Suchá biomasa se dá využít pro vytápění a využití v bioplynových stanicích, zelená hmota pro krmení. Na rozdíl od jiných energetických plodin, zejména pšenice, kukuřice, které jsou jednoleté a biomasa se dodává jako druhotný produkt. Tyto plodiny se osévají každým rokem a zemědělci v současnosti biomasu například z pšenice a ostatních obilovin neprodávají, protože na polích v současnosti slouží jako zdroj k udržení úrodnosti polí při nedostatku hnoje od hospodářských zvířat (Petříková, 2011). Některé experimenty s ostatními druhy energetických plodin se nezdařily pro neznalost vlastností těchto rostlin, příkladem je Ozdobnice čínská, která se do našich klimatických podmínek zcela nehodí, protože je velmi citlivá na výkyvy teplot a zejména na nečekané mrazíky, které jsou schopny tuto plodinu zcela zlikvidovat.

V současné době je absolutní nedostatek produkce biomasy, je důležité, aby byl zájem každého pěstitele, či dodavatele produkovat biomasu z pěstovaných rostlin, která bude dále zpracovávána na pelety, brikety či

jiné druhy produktů, které budou moci spalovat i malí spotřebitelé (Petříková, Weger, 2015). V naší zemi zcela chybí osvěta, proč se zabývat pěstováním energetických plodin, jak je důležité přemýšlet ekologicky a nezatěžovat naší planetu emisemi, které se začínají podepisovat na životě celého světa.

6. Závěr

Hnojení má významný vliv na vzcházení a růst rostlin *Rumex OK-2*. Výška rostliny, počet listů i délka nejdelšího listu u rostlin *Rumex OK-2* byla významně podporována dodáváním nejen kombinací všech živin (N2PK, N1PK), ale i samotného dusíku (N1, N2). Varianty, kde se aplikovaly pouze jednotlivé živiny (P,K), jejich kombinace a kontrola bez aplikace živin měly na sledované charakteristiky *Rumex OK-2* malý vliv.

Významný vliv kombinovaných variant N2PK, N1PK a variant N1, N2 byly prokázány v závěru experimentu, na hmotnost sušiny živé biomasy, hmotnost sušiny odumřelé biomasy a hmotnost sušiny biomasy kořene. Dále byl zjištěn i významný vliv na průměr krčku, délku kulového kořene a celkovou délku kořene. Naopak nejmenší vliv na rostliny *Rumex OK-2* ve všech sledovaných charakteristikách měly varianty P, K, kombinace varianty PK a varianta, při které nebyly dodávány žádné živiny.

V roce 2013 se na experimentu výrazně odrazily klimatické podmínky. Experiment probíhal v chladném a na srážky bohatém období. V roce 2014 byly klimatické podmínky vyrovnané a pro experiment ideální. Rostlinám se ale dařilo po obě období výsevu dobře.

Pro úspěšné pěstování *Rumex OK-2* je nutné věnovat významnou pozornost dodáním dostatečného množství živin a jejich kombinaci, zejména vysoký obsah dusíku.

7. Použitá literatura a zdroje

- **ČHMÚ**, 2016: Průměrná roční teplota vzduchu. [online] http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data, cit. 23. 10. 2016
- **ČHMÚ**, 2016: Normály ročních srážkových úhrnů. [online] http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky, cit. 23. 10. 2016
- **EKOWATT:** Topinfo s.r.o**.,** 2001-2016: [online] http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/98-prehled-energetickych-plodin-jejich-vlastnosti-a-prepocty-jednotek**,** ISSN 1801 – 4399, cit. 11. 11. 2016
- **HAVLÍČKOVÁ, K., WEGER, J., ŠEDIVÁ, J.,** 2010: Methodology of analysis of biomass potential using GIS in the Czech Republic. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun. LVIII/ No. 5: 161–170.
- **Hujerová R**., 2010 : Klíční ekologie vybraných druhů rodu šťovík (Rumex). „nepublikováno". Česká zemědělská univerzita, Praha.
- **Hujerová R., Gaisler J., Pavlů L., Pavlů V., Mandák, B**., 2013: Hybrid of Rumex patienta x Rumex tianschanicus (Rumex OK-2) as potentially new invasive weed in Central Europe. GRASSLAND SCIENCE IN EUROPE 18: 466 – 468.
- **Hujerová R., Pavlů L., Pavlů V., Hejcman M., Gaisler J**., 2017: Dynamics of above-ground and below-ground biomass of Rumex crispus, Rumex obtusifolius and the new weedy species Rumex hybrid cv. OK-2 (R. patientia x R. tianschanicus) in the seeding year. WEED RESEARCH 57: 81-90.
- **Hujerová R., Pavlů V., Hejcman M., Pavlů L., Gaisler J**., 2013: Effect of cutting frequency on above- and belowground biomass production of Rumex alpinus, R. crispus, R. obtusifolius and the Rumex hybrid (R. patienta × R. tianschanicus) in the seeding year. WEED RESEARCH 53: 378 – 386.
- **Hutla P., Mazancová M**., 2004: Post-drying of energy sorrel in a grate stock. Research Institute of Agricultural Engineering. Prague, Czech Republic 50: 15-22.
- **Informační web na téma hnojiva**. [online] http://www.hnojiva.net/dusikata-hnojiva, cit. 15. 10. 2016

- **Kohoutek A., Usťak S., Muňoz J., at al.,** 2014: Biogas production potential of selected grass species uswd to restore grasslands. Crop Research Institute, Prague, Czech Republic. Forage Conservation:124 -127
- **Koloničný J., Hase V**., 2011: Využití rostlinné biomasy v energetice. [online] http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/bioen.pdf , ISBN 978-80-248-2541-0
- **Kubát K., Hrouda L. [eds] a kol**., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Praha:Academia, ISBN 80-200- 0836 – 5
- **Ministerstvo zemědělství**, 2013: Možnosti energetického využití biomasy. [online] www.eagri.cz , ISBN 978-80-7434-122-9, cit. 25. 3. 2017
- **Moravec J.**, 1994: Fytocenologie. Praha: Academia, ISBN 80-200-0128.
- **Moudrý J., Kalinová J**., 2011: Pěstování speciálních plodin. Multimediální-texty. [online] http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/4/energeticke_byliny.html
- **Nalezeno.cz**., Člen skupiny NetBrokers Holding, 2015. [online] http://www.nazeleno.cz/energeticke-plodiny.dic, ISSN 1803 – 4160
- **Petříková V**., 2000: Rostliny pro energetické účely. Česká energetická agentura, Praha. [online] http://www.mpo-efekt.cz/dokument/99_8089.pdf
- **Petříková V**., 2003: Nejnovější zkušenosti s pěstováním energetického šťovíku Uteuša. Biom.cz. [online] http://biom.cz/czúodborneclanky/krmny-energeticky-stovik-neni-nebezpecny-plevel. ISSN 1801-2655
- **Petříková V**., 2004: Vytrvalá krmná a energetická plodina. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vytrvala-krmna-a-energeticka plodina, ISSN 1801- 2655
- **Petříková V**., 2004: Zakládání porostů energetické plodiny – Rumex OK 2. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zakladani-porostu-energeticke-plodiny-rumex-ok-2, ISSN 1801-2655
- **Petříková V**., 2006a: Energetické plodiny. Praha: Profi Press, 2006, ISBN 80-86726-13-4.
- **Petříková V**., 2006b: Energetická biomasa – nový program pro zemědělce. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticka-biomasa-novy-program-pro-zemedelce, ISSN 1801-2655

- **Petříková V**., 2006c: Ověřování energetických rostlin v provozních podmínkách. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/overovani-energetickych-rostlin-v-provoznich-podminkach, ISSN 1801- 2655
- **Petříková V**., 2008: Půdní eroze a energetické plodiny. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pudni-eroze-a-energeticke-plodiny, ISSN. 1801-2655
- **Petříková V**., 2011: Energetické uplatnění krmného šťovíku. Biom.cz. [online] http://oze.tzb-info.cz/biomasa/7779-energeticke-uplatneni-krmneho-stoviku
- **Slavík B., Štěpánková J**., 2004: Květena České republiky. Praha: Academia, ISBN 80-200-1161-7
- **Šamlot Z**., 2012: Zdroje, potenciál a možnosti energetického využití biomasy. Západočeská univerzita, Plzeň. [online] https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/2276
- **Šlesak H**., **Lisznianska M., Popielarska – Konieczna M., Góralski G., Sliwinska E., Joachimiak J. A.**, 2014: Micropropagation protocol for the hybrid sorrel *Rumex tianschanicus* × *Rumex patientia*, an energy plant. Histological, SEM and flow cytometric analyses. Industrial Crops 62: 156-165
- **Thapa L**. **B., Kaewchumnong K., Sinkkonen A., Sridith K.,** 2017: Plant invasiveness and target plant density: high densities of native Schima wallichii seedlings reduce negative effects of invasive Ageratina adenophora. WEED RESEARCH 57: 72-80
- **Usťak S**., 2002: Šťovík Uteuša – Plodina perspektivní pro fytoenergetiku. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stovik-uteusa-plodina-perspektivni-pro- fytoenergetiku, ISSN: 1801-2655
- **Usťak S**., 2007 : Pěstování a využití šťovíku krmného v podmínkách České republiky. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. [online] http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-26-3.pdf , ISBN 978-80-87011-26-3
- **Weger J., Petříková V**., 2015: Pěstování rostlin pro energetické a technické využití : biomasa, bioplyn, krmiva. Praha: Profi Press, ISBN 978-80-86726-69-4.

- **Weger J.**, 2009: Biomasa jako zdroj energie. Biom.cz. [online] http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie, ISSN: 1801-2655.

8. Přílohy

Průměrná výška rostlin při jednotlivých kontrolách v závislosti na různé živinové úrovni v roce 2013

čas/výška rost.	04.07.	11.07.	18.07.	25.07.	08.08.	22.08.	05.09.	19.09.	03.10.
Bez živin	7,39	9,30	10,76	12,62	15,54	19,33	19,79	19,82	15,76
N1	11,55	17,2	21,73	25,23	29,95	33,52	38,01	39,35	35,05
N2	9,53	16,41	22,51	29,51	34,49	38,97	41,41	43,19	34,49
K	7,11	8,75	10,39	12,12	15,61	16,86	18,10	18,42	16,45
P	6,89	7,93	10,25	12,29	15,79	18,17	36,53	20,49	17,70
PK	6,79	8,83	10,89	12,49	16,24	18,54	19,75	19,98	17,72
N1P	13,85	18,40	20,78	22,86	25,19	31,97	39,29	40,60	32,99
N1K	11,63	17,43	20,14	22,94	24,04	31,34	39,29	37,24	28,39
N1PK	14,24	20,21	22,13	23,89	24,53	28,99	36,48	38,34	32,22
N2PK	17,22	26,43	30,01	32,88	34,13	37,00	48,12	51,95	48,49

Tabulka č. 15 – Průměrné hodnoty výšky rostlin při různé živinové úrovni rok 2013

Průměrná výška rostlin při jednotlivých kontrolách v závislosti na různé živinové úrovni v roce 2014

čas/výška	11.06.	26.06.	02.07.	09.07.	17.07.	23.07.	30.07.	14.08.	27.08.	10.09.	23.09.	06.10.
Bez živin	15,73	25,11	28,32	37,36	45,15	46,95	48,25	45,74	42,84	39,71	36,41	30,21
N1	15,09	35,31	39,95	50,32	53,87	54,56	53,87	44,14	37,83	34,52	32,41	29,49
N2	12,71	34,17	41,37	54,61	64,09	66,19	64,55	56,96	41,87	34,65	35,51	34,03
K	15,59	23,44	26,65	34,41	38,51	39,89	41,75	44,17	40,99	37,18	33,53	29,85
P	13,81	23,67	28,32	34,32	40,67	40,83	42,69	42,48	41,49	39,02	34,01	29,67
PK	12,84	21,95	26,91	39,61	49,23	53,9	54,45	53,19	51,86	45,71	43,55	40,49
N1P	14,14	30,14	30,01	45,28	54,81	55,26	54,61	44,71	42,55	41,81	42,05	36,41
N1K	16,75	32,04	37,65	50,01	56,91	58,51	59,19	53,91	50,78	45,31	41,33	36,05
N1PK	15,63	32,75	36,62	44,61	48,11	48,71	48,35	47,61	45,64	41,51	38,01	34,54
N2PK	11,57	33,21	39,35	60,97	64,47	60,71	65,19	46,48	45,61	33,71	34,65	33,71

Tabulka č. 16 – Průměrné hodnoty výšky rostlin při různé živinové úrovni rok 2014

Průměrné hodnoty nejdelší délky listu při jednotlivých měřeních v závislosti na živinové úrovni v roce 2013

čas/délka listu	04.07.	11.07.	18.07.	25.07.	08.08.	22.08.	05.09.	19.09.	03.10.
Bez živin	5,11	6,07	7,49	8,94	11,17	13,58	14,23	13,99	11,68
N1	7,88	12,43	14,77	17,73	18,84	21,36	24,85	25,66	23,11
N2	6,66	11,3	15,4	19,8	21,9	25,4	29,80	30,1	24,9
K	4,94	5,95	7,04	8,48	11,2	12	12,33	12,8	11,7
P	4,94	5,77	7,03	8,88	11,3	12,5	19,49	13,6	12,2
PK	4,97	6,23	7,62	9,35	12,51	13,77	14,50	14,23	12,54
N1P	9,87	12,46	13,79	15,01	16,39	21,39	26,87	28,04	24,15
N1K	8,19	11,7	13,6	15,40	16,8	20,8	26,87	26,1	20,8
N1PK	9,92	14,03	15,15	15,98	16,85	20,70	26,15	28,25	24,37
N2PK	11,82	17,70	19,20	21,63	22,30	24,05	30,65	33,16	32,23

Tab. č. 17 – Průměrné hodnoty nejdelší délky listu rok 2013

Průměrné hodnoty délky listu při jednotlivých měřeních v závislosti na živinové úrovni v roce 2014

čas/list	11.06.	26.06.	02.07.	09.07.	17.07.	23.07.	30.07.	14.08.	27.08.	10.09.	23.09.	06.10.
bez živin	11,33	17,28	18,33	23,91	27,15	28,09	29,18	29,60	27,70	27,14	25,29	21,42
N1	10,77	23,41	23,69	29,39	31,27	30,83	31,36	26,38	23,19	21,89	20,61	19,96
N2	9,28	22,94	26,38	33,13	35,07	35,15	34,95	30,07	22,80	17,37	18,33	18,67
K	11,00	16,19	16,95	22,81	24,49	25,28	26,11	28,49	25,95	25,28	23,63	22,05
P	9,80	15,95	17,85	21,61	24,65	25,48	25,75	26,52	25,65	25,46	23,04	20,87
PK	9,56	15,89	16,51	22,37	25,89	26,21	26,95	27,07	25,97	24,40	22,57	21,33
N1P	9,93	20,27	21,29	24,56	28,82	28,58	29,84	24,29	23,39	23,88	24,30	22,46
N1K	11,59	21,05	22,27	28,28	29,81	30,09	29,11	27,08	26,21	25,22	22,55	19,85
N1PK	11,09	21,62	22,50	27,03	28,73	29,11	29,38	28,66	27,77	25,17	22,51	21,47
N2PK	8,47	22,74	25,35	35,49	37,93	37,58	37,37	26,45	25,55	19,73	21,07	20,39

Tab. č. 18 – Průměrné hodnoty nejdelší délky listu rok 2014

Průměrné hodnoty počtu listů při jednotlivých měřeních v závislosti na živinové úrovni v roce 2013 a 2014

čas/poč.listů	04.07.	11.07.	18.07.	25.07.	08.08.	22.08.	05.09.	19.09.	03.10.
Bez živin	5,00	5,07	5,60	6,07	7,27	4,67	3,67	2,73	1,80
N1	8,27	10,67	12,40	10,00	8,40	8,07	8,20	5,53	3,60
N2	6,80	9,47	14,67	18,00	15,67	12,60	13,07	9,13	4,80
K	5,47	5,60	6,07	5,93	6,67	4,73	3,87	3,00	1,93
P	5,93	5,40	6,53	5,93	6,67	4,40	7,53	2,87	2,13
PK	5,27	5,53	6,00	6,40	7,07	4,80	3,60	3,20	2,00
N1P	8,08	9,13	8,73	7,33	6,87	8,00	8,13	4,80	2,60
N1K	7,27	9,13	9,93	6,60	6,33	7,47	8,13	4,67	2,47
N1PK	10,53	10,87	12,47	10,07	8,00	9,40	10,20	6,07	3,20
N2PK	12,13	18,00	18,73	13,67	9,60	12,80	15,27	9,00	5,13

Tab. č. 19 – Průměrný počet listů 2013

čas/poč.listů	11.06.	26.06.	02.07.	09.07.	17.07.	23.07.	30.07.	14.08.	27.08.	10.09.	23.09.	06.10.
bez živin	11,27	14,04	11,73	10,40	9,73	9,13	8,13	6,87	6,07	5,60	4,27	3,33
N1	13,60	28,45	27,60	20,80	18,20	15,40	13,60	9,93	9,60	9,33	7,80	6,47
N2	11,73	28,67	33,53	27,13	21,93	18,07	13,40	6,33	7,47	8,93	7,33	5,80
K	10,40	12,53	11,20	9,93	9,40	8,87	8,53	6,73	5,80	5,13	4,13	3,33
P	7,73	11,00	11,87	11,40	10,73	9,67	8,33	6,13	5,27	4,33	3,53	2,87
PK	9,27	15,27	13,80	11,60	10,53	8,67	7,87	6,53	6,13	5,20	4,67	3,60
N1P	10,60	25,60	26,60	19,24	16,17	12,97	11,07	6,43	7,67	7,57	5,70	4,83
N1K	10,73	21,67	23,73	15,67	14,00	10,60	9,53	7,33	7,47	6,80	5,67	4,20
N1PK	13,07	26,93	27,87	21,20	17,07	15,53	12,33	8,73	7,40	6,60	6,00	5,27
N2PK	10,60	29,87	36,40	31,40	26,33	20,67	15,67	7,87	9,27	11,00	8,73	7,67

Tab. č. 20 – Průměrný počet listů 2014

Tabulky konečných výnosů biomasy z rostlin *Rumex – OK 2*

Varianta	Průměr hm.zelené sušiny (g) 2013
Bez živin	2,02
N1	7,82
N2	13,39
K	1,99
P	2,21
PK	2,26
N1P	6,41
N1K	5,99
N1PK	6,26
N2PK	14,58

Tab. č. 21 - Hmotnost sušiny živé (zelené) biomasy 2013

Varianta	Průměr hm. zelené sušiny (g) 2014
Bez živin	3,87
N1	5,27
N2	3,99
K	3,62
P	3,27
PK	3,77
N1P	4,06
N1K	4,60
N1PK	4,76
N2PK	5,68

Tab. č. 22 - Hmotnost sušiny živé (zelené) biomasy 2014

Varianta	Průměr hm. odumř. sušiny (g) 2013
Bez živin	6,12
N1	24,17
N2	38,79
K	4,73
P	5,26
PK	5,97
N1P	21,49
N1K	18,77
N1PK	25,23
N2PK	40,95

Tab. č. 23 - Hmotnost sušiny odumřelé biomasy 2013

Varianta	Průměr hm. odumř.sušiny (g) 2014
Bez živin	32,96
N1	46,48
N2	60,13
K	27,67
P	25,35
PK	24,38
N1P	35,18
N1K	35,76
N1PK	39,11
N2PK	70,27

Tab. č. 24 - Hmotnost sušiny odumřelé biomasy 2014

Varianta	Krček průměr (cm) 2013
Bez živin	1,28
N1	2,61
N2	3,17
K	1,29
P	1,24
PK	1,41
N1P	2,31
N1K	2,29
N1PK	2,34
N2PK	3,21

Tab. č. 25 - Průměr krčku 2013

Varianta	Krček průměr (cm) 2014
Bez živin	2,64
N1	3,53
N2	3,77
K	2,32
P	2,34
PK	2,47
N1P	2,95
N1K	2,89
N1PK	3,16
N2PK	4,08

Tab. č. 26 - Průměr krčku 2014

Varianta	Kulový kořen délka (cm) 2013
Bez živin	23,71
N1	20,63
N2	21,33
K	20,27
P	20,89
PK	20,21
N1P	21,56
N1K	21,96
N1PK	20,12
N2PK	21,69

Tab. č. 27 - Délka kulového kořene 2013

Varianta	Kulový kořen délka (cm) 2014
Bez živin	20,69
N1	23,26
N2	25,68
K	21,73
P	20,25
PK	20,85
N1P	23,16
N1K	22,22
N1PK	25,32
N2PK	25,09

Tab. č. 28 - Délka kulového kořene 2014

Varianta	Kořen délka celkem (cm) 2013
Bez živin	42,12
N1	45,95
N2	49,59
K	43,71
P	39,71
PK	47,95
N1P	47,77
N1K	48,54
N1PK	49,25
N2PK	44,23

Tab. č. 29 - Délka kořene celkem 2013

Varianta	Kořen délka celkem (cm) 2014
Bez živin	50,21
N1	54,22
N2	59,19
K	47,93
P	44,43
PK	50,69
N1P	50,33
N1K	50,45
N1PK	51,73
N2PK	54,61

Tab. č. 30 - Délka kořene celkem 2014

Varianta	Celková hm. kořenové sušiny (g) 2013
Bez živin	19,76
N1	88,91
N2	136,96
K	24,56
P	15,87
PK	22,67
N1P	75,62
N1K	78,58
N1PK	87,19
N2PK	116,52

Tab. č. 31 - Celková hmotnost sušiny kořenové biomasy 2013

Varianta	Celková hm. kořenové sušiny (g)2014
Bez živin	136,29
N1	200,34
N2	226,32
K	126,39
P	127,63
PK	127,29
N1P	132,95
N1K	152,85
N1PK	174,14
N2PK	244,06

Tab. č. 32 - Celková hmotnost sušiny kořenové biomasy 2014

Ilustrační obrázky

Obrázek č. 1 – *Rumex OK-2* (Petříková, 2004)

Obrázek č.2 *Rumex OK-2* (Moudrý, Kalinová 2011)

Obrázek č. 3 – sklizeň krmného *Rumex OK-2* v r. 2010 (Petříková, 2011)

Obrázek č. 4 – Sklizeň *Rumex OK-2* na suchou biomasu (Petříková, 2011)

Obrázek č. 5 – *Rumex OK-2* vhodný na siláž do biospaloven (Petříková,2011)

Obrázek č. 6 – *Rumex OK-2,* zakládání porostu (Moudrý, Kalinová 2011)